

NTNU – Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

Fakultet for naturvitenskap og teknologi

INSTITUTT FOR FYSIKK

Hovedoppgaver

2005



INNHOLDSFORTEGNELSE

Plan for presentasjonsmøter	side	3
Innledning	side	4
Retningslinjer for gjennomføring av hovedoppgaven	side	5
Avtaleskjemaet for hovedoppgaver ved instituttet	side	7
Oppgaver fra seksjon for kondenserte mediers fysikk	side	8
Oppgaver fra seksjon for komplekse materialer	side	13
Oppgaver fra seksjon for teoretisk fysikk	side	25
Oppgaver fra seksjon for anvendt fysikk og fagdidaktikk	side	27
Oppgaver fra seksjon for biofysikk og medisinsk teknologi	side	31
Oppgaver fra andre institusjoner:		
* SINTEF Helse	side	37
* St. Olavs Hospital, Kreftavdelingen	side	39
* Det norske Radiumshospital	side	41
* Institutt for energi-og prosessteknikk, NTNU	side	54
Standardavtale for hovedoppgaver utført ved en bedrift	side	55
Tilleggsavtale/båndleggesavtale	side	57



PLAN FOR PRESENTASJONSMØTENE

Dato:	Tid:	Sted:	Seksjon
Mandag 15.11.2004	kl. 1415	D4-132	Anvendt fysikk og fagdidaktikk
Tirsdag 16.11.2004	kl. 1215	D4-132	Biofysikk og medisinsk teknologi
Tirsdag 16.11.2004	kl. 1315	E3-128	Komplekse materialer
Torsdag 18.11.2004	kl. 1315	D4-144	Kondenserte mediers fysikk
Fredag 19.11.2004	kl. 1115	E5-103	Teoretisk fysikk

Informasjon om oppgavene fra de utenforstående tilbyderne fås ved direkte henvendelse til kontaktpersonen.



Til studenter i 5. årskurs ved studieretningene Biofysikk og medisinsk teknologi og Teknisk fysikk

Dette heftet inneholder forslag til hovedoppgaver for studieåret 2004 / 2005.

Oppgavene er ordnet med forslag fra instituttets faggrupper først og forslag fra eksterne kilder til slutt.

Oppgavetekstene gir ofte bare eksempler på hva som kan gjøres. Hvis du har egne mer eller mindre spesifiserte idéer til emner, så ta kontakt med den faglærer som synes naturlig å utvikle idéen sammen med

Det er også mulig å ta kontakt med eksterne bedrifter eller forskningsinstitutter som kan foreslå temaer for hovedoppgaver. I slike tilfelle kan veiledningen godt gis fra den eksterne institusjonen, men du må finne en ansvarlig faglærer ved Institutt for fysikk som kan godkjenne det faglige opplegget før slike ordninger kan etableres.

Etter spesielle regler som er vedtatt av Høgskolestyret kan to eller flere studenter gå sammen om en hovedoppgave. Skjemaet for utførelsen av oppgaven i en gruppe kan fås på fakultetskontoret.

Prosedyre for valg av hovedoppgaven

Avtaler gjøres direkte med faglærere, og søknad sendes instituttkontoret innen **15. desember 2004**.

Praktiske opplysninger om kopiering og innbinding av hovedoppgaven

Hovedoppgaven leveres til instituttkontoret i 3 eksemplarer (for institutt, faglærer og sensor). Kostnadene ved kopiering og innbinding dekkes av instituttet.



RETNINGSLINJER FOR GJENNOMFØRING AV HOVEDOPPGAVEN

1. Hovedoppgaven tas normalt innen fakultetets fagområder. Melding om hvilket institutt, eventuelt ekstern institusjon, hovedoppgaven ønskes utført ved, og hvem studenten ønsker som ansvarlig faglærer og eventuell ekstern veileder, sendes instituttkontoret senest 15. desember i 9 semester.
2. Fakultetet kan gi tillatelse til at hovedoppgaven utføres ved bedrift/institusjon utenfor NTNU. Ved utlevering av oppgaven kan det inngås en avtale mellom student, faglærer ved NTNU og bedrift/institusjon om bruk og utnyttelse av spesifikasjoner og resultater i besvarelsen. I slike tilfelle benyttes avtaleformular (se vedlegg 1) med standardtekst vedtatt av Høgskolestyret. Den enkelte avtale godkjennes av Universitetsdirektøren eller den som bemyndiges. Henvendelser rettes til Studieadministrasjonen.
3. Hovedoppgaven påbegynnes normalt før 20. januar i 10. semester. For utsettelse ut over ett semester vises det til generelle regler for permisjon fra siv.ing-studiet. Eventuelle permisjonssøknader stiles til Studieavdelingen, Gløshaugen og sendes via fakultetet. Ved kortere utsettelse av starten på hovedoppgaven stiles søknaden til Fakultet for naturvitenskap og teknologi.
4. Alle eksamener må være bestått, alle obligatoriske øvingsarbeider må være utført, og den foreskrevne praksis må være opparbeidet og godkjent før oppgaven utleveres. Fakultetet kan i særlige tilfelle dispensere fra bestemmelsen om at alle eksamener skal være bestått før oppgaven utlever (jamfør § 8 i utfyllende regler for siv.ing.reglementet).
5. Før hovedoppgaven utleveres, sender den ansvarlige faglærer i alle tilfelle melding (gult skjema) til instituttkontoret. Meldingen skal inneholde:
 - a. Fagområde
 - b. Ansvarlig faglærer
 - c. Veileder, når oppgaven utføres utenfor Fakultet for naturvitenskap og teknologi
 - d. Utleveringsdato
 - e. Innleveringsdato
 - f. Underskrift av student og ansvarlig faglærer
6. Tidsrammen for hovedoppgaven er normalt 20 uker. For juleferie og påskeferie forlenges fristen med 1 uke for hver. Eksamen i obligatoriske eller valgbare fag avlagt innenfor hovedoppgavens tidsramme, som definert ovenfor, forlenges fristen med totalt 1 uke. Tidsrammen for studenter som tar hovedoppgaven i utlandet er 26 uker inkl. evt. ferie. Studentassistentstilling medfører ingen utvidelse av denne ramme. For studenter som har und.ass.- eller ½ vit.ass.-stilling under

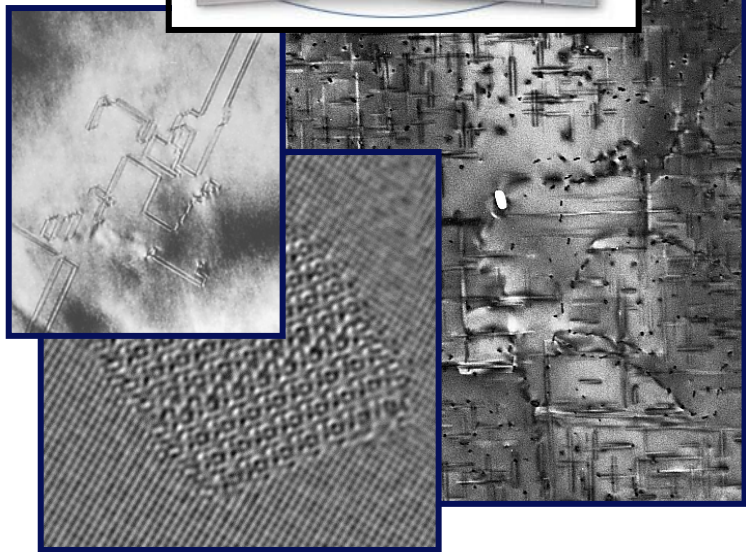
hele arbeidet med hovedoppgaven, er tidsrammen 6 måneder. for und.ass.jobb i deler av hovedoppgaveperioden forlenges tidsrammen med 10 dager pr. mnd. i jobb (dvs. forlenges utover 20 uker). Maksimum 6 mnd. inkl. evt. ferie.

7. Den ansvarlige faglærer har ansvaret for at oppgaven er formulert og tilrettelagt slik at studentens skal kunne avslutte arbeidet og levere besvarelsen innen tidsfristen.
8. Studenten kan søke om utsettelse av innleveringsfristen. Faglærer kan innvilge 1 ukes utsettelse med innleveringen. Beskjed om ny innleveringsdato må da sende fakultetet. Søknader om forlengelse utover 1 uke må sendes fakultetet. Utsettelsessøknader som innleveres i løpet av siste uke før fristen, vil bli behandlet bae i fall det kan dokumenteres at søknaden ikke kunne vært sendt tidligere. Til søknaden skal vedlegges uttalelse fra dne faglig ansvarlige og eventuelt ekstern eileder. Bare i helt spesielle tilfelle vil utsettelse ut over 1 uke bli innvilget.
9. Det er en fast regel at besvarelsen skal leveres innen den fastsatte fristen. Blir fristen ikke overholdt (og ny frist ikke er innvilget), vil dette medføre stryk. Kandidaten kan levere et arbeid som ikke er fullført. I slike tilfelle blir karakteren fastlagt på grunnlag av det innleverte materialet. Ved stryk vil ny oppgave kunne utleveres en gang, dersom arbeidet kan gjennomføres innen maksimal studietid.
10. Besvarelsen leveres til instituttekspedisjonen i 3 eksemplarer. Den kreves ikke maskinskrevet, men håndskrevet besvarelse må være lett leselig. Hovedoppgave-besvarelsen skal inneholde en side med opplysninger om:
 - * studentens navn
 - * uttaksdato
 - * innelveringsdato
 - * fagområde
 - * oppgavens tittel (norsk og engelsk)
 - * eventuell ekstern veilederMaler for denne siden finnes på instituttets eller fakultetets web-sider.
11. Disse retningslinjer skal gjøres kjent for studenter, ansvarlige faglærere, veiledere og sponsorer

SEKSJON FOR KONDENSERTE MEDIERS FYSIKK

Elektronmikroskopi

Holmestad / Tøtdal / van Helvoort / Sandberg / Andrei / Vullum / Hasting / Nordmark / Tucho i samarbeid med SINTEF Anvendt fysikk (Andersen / Marioara / Tanem / Walmsley)
(e-post: randih@phys.ntnu.no, bard.totdal@phys.ntnu.no, a.helvoort@phys.ntnu.no,
nils.sandberg@phys.ntnu.no, carmen.andrei@phys.ntnu.no, per.vullum@phys.ntnu.no,
hakon.hasting@phys.ntnu.no, heidi.nordmark@phys.ntnu.no, wakshum.tucho@phys.ntnu.no,
sigmund.andersen@sintef.no, calin.d.marioara@sintef.no, bjorn.s.tanem@sintef.no,
john.walmsley@sintef.no)



TEM-gruppa arbeider innen materialfysikk med studier av avanserte materialer både eksperimentelt og teoretisk. De makroskopiske egenskapene til et materiale har nære og kompliserte sammenhenger med materialets oppbygging fra atomært til mikrometer nivå. En fellesnevner for forskningen vår er å forstå og etablere slike sammenhenger slik at det blir mulig å skreddersy materialer med ønskede egenskaper. Her bruker vi både eksperimentelle metoder og beregninger basert på kvantemekanikk.

Transmisjonselektronmikroskopet (TEM) er et instrument der en kan studere nano-skala områder med flere teknikker samtidig: avbildning, diffraksjon, røntgenspektroskopi og energitapsanalyse. Instrumentet er derfor ypperlig til mikrostrukturstudier og materialutvikling.

Vi har en meget velutrustet lab med tre elektronmikroskop. Det nyeste ble installert i 2002, og vil bli brukt på hovedoppgaver om nødvendig. Vi har også et atomic force mikroskop (AFM), det siste til overflatestudier. Vi har god tilgang på nødvendig regnekraft for modellering og simuleringer. Vi samarbeider i stor grad med andre grupper på NTNU, SINTEF anvendt fysikk og norsk industri, samt flere grupper i utlandet. Gruppa kan tilby varierte hovedoppgaver innen materialfysikk; fra helt teoretiske til helt eksperimentelle eller en kombinasjon.

Oppgavene kan tilpasses faglig bakgrunn og interesser. Hovedoppgavestudenter vil arbeide med oppgaver nært koplet opp til forskningsprosjekter som er i gang i gruppa, og ofte knyttet til en postdoc, dr.ing.student eller SINTEF-forsker. Mulige oppgaver er listet under, men det beste er å komme og snakke med oss! Vi sitter i 4. etasje i B og D-blokka i Realfagbygget!

Utvikling av nye Al-legeringer

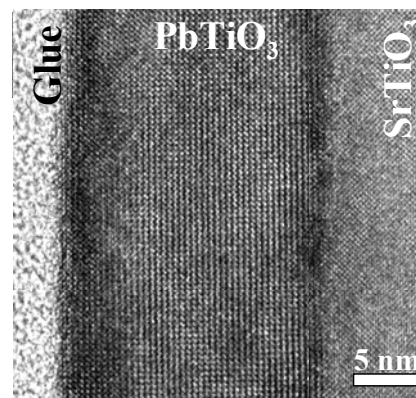
Innen lettmetall-legeringer er det store utfordringer når det gjelder å etablere relasjoner mellom mikrostruktur og mekaniske egenskaper som f. eks. styrke, hardhet og duktilitet. Det er utførelser av legeringselementer i nanometerstørrelse som bestemmer mekaniske egenskaper i Al-legeringer! Vi må forstå utførelsessekvensene for å kunne oppnå de tilsktede bruksegenskapene. Oppgaven vil bestå i eksperimentelle mikrostrukturstudier og testing av mekaniske egenskaper ved forskjellige termomekaniske forhistorier. Vi arbeider her nært sammen med norsk lettmetallindustri. Kontaktpersoner: Randi Holmestad, Calin Marioara, Håkon Hasting

TEM-studier av solcelle-Si

Vi har nylig startet opp et prosjekt på solcelle-silisium i samarbeid med andre grupper ved NTNU som holder på med solcelle-forskning. En viktig parameter for effektiviteten av solceller er å få rent nok silisium med minst mulig sporelementer/urenheter. Oppgaven går ut på å kvantifisere /posisjonere urenheter i solcelle-silisium. Kontaktpersoner: Bård Tøtdal, Heidi Nordmark

TEM-karakterisering av perovskitt-baserte syntetiske materialer

Ved Institutt for elektronikk og telekom. forskes det på å realisere kunstige materialer med kontrollerbare egenskaper basert på perovskitt-struktur. Innenfor denne materialklassen finner man så forskjellige materialer som høytemperatur superledere, sterkt korrelerte metaller og ferroelektrika. Målet er å skape materialer med nye og forbedrede egenskaper. Dette vil en gjøre gjennom å kontrollere sekvensen av de ulike bestanddeler i de epitaksielle tynnfilmene, dvs vokse hetrostrukturer som inneholder ulike funksjonelle perovskitter i de ulike lagene som bygger opp superstrukturen. Vi studerer her krystallstruktur og koherens i de ulike tynnfilmene med TEM og korrelerer endrede materialeegenskaper med mikrostrukturen. Et viktig aspekt her er å få til å lage gode nok TEM-prøver av tynnfilmene. Prosjektet er et samarbeid mellom Institutt for elektronikk og telekom. og Institutt for fysikk. Kontaktpersoner: Randi Holmestad, Ton van Helvoort, Thomas Tybell (thomas.tybell@iet.ntnu.no).



Karakterisering av intermetalliske partikler i aluminium overflater

Ekstruderte aluminiumrør med veggtykkelse på ca 0.3 mm anvendes i varmevekslere i bilindustrien. God korrosjonsmotstand er essensielt for å unngå lekkasjer, og er et sentralt moment i utviklingen av nye legeringer. Tilbøyeligheten til lokal korrosjon (pitting) på aluminium er i stor grad avhengig av type og fordeling av intermetalliske partikler i materialet. Oppgaven vil gå ut på å studere sammensetning og fordeling av slike partikler som funksjon av avstand fra røroverflaten i en aktuell varmevekslerlegering (AA3102). SEM og røntgen mikroanalyse vil stå sentralt. Arbeidet vil bli knyttet til et forskningsprogram ved SINTEF/NTNU kalt *Light Metal Surface Science*.

Kontaktpersoner: John Walmsley, Bjørn Steinar Tanem, Otto Lunder (otto.lunder@sintef.no)

TEM-studier av katalysepartikler

I samarbeid med Institutt for prosesskjemi studerer vi forskjellige typer porøse materialer med små partikler som brukes som katalysatorer i et vidt spekter av industrielle prosesser. For å forstå egenskapene til katalysatoren er det meget viktig å vite størrelsen (som kan være ned mot noen få nanometer) og strukturen på partiklene, samt hva slags legering/sammensetning de har.

Kontaktpersoner: Bård Tøtdal, John Walmsley, Magnus Rønning

(magnus.ronning@chemeng.ntnu.no, Anders Holmen (anders.holmen@chemeng.ntnu.no))

TEM-karakterisering av nanostaver av funksjonelle oksider

Motivert ut fra aktiviteten på epitaksielle tynnfilmer ved Institutt for elektronikk og telekom. har gruppen for uorganiske materialer og keramer ved Institutt for materialteknologi startet opp en aktivitet med å syntetisere 1-dimensionale nanostaver av ferroelektriske materialer som BaTiO₃ og enkle oksider som TiO₂. I første omgang er det ønskelig å studere disse materialenes krystallstruktur og krystallittenes størrelse og morfologi. Prosjektet er et samarbeid mellom Institutt for fysikk, Institutt for materialteknologi og Institutt for elektronikk og telekom.

Kontaktpersoner: Per Erik Vullum, Randi Holmestad, Mari-Ann Einarsrud (mari-ann.einarsrud@material.ntnu.no), Tor Grande (tor.grande@material.ntnu.no), Thomas Tybell (thomas.tybell@iet.ntnu.no).

Ferroelastiske keramer

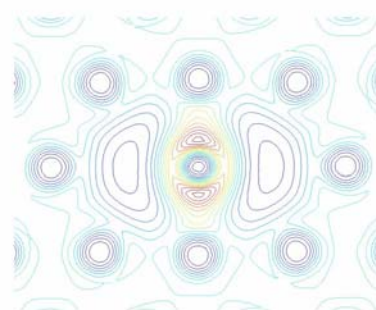
Perovskitter (ABO₃) er en klasse av keramer som det har vært stor forskningsaktivitet rundt i de senere år. Disse keramene har egenskaper som gjør dem velegnet som materiale ved produksjon av oksygen permeable membraner, i brenselceller etc. En del av materialene viser seg å være ferroelastiske i faser med bestemte krystallstrukturer. Dvs. at vi har en hysteresesammenheng mellom spenning og tøyning i materialene. Den ferroelastiske effekten øker blant annet bruddstyrken i materialene, og i denne sammenheng er det mange av mekanismene, både på makroskopisk og mikroskopisk skala, som ennå ikke er forstått. Oppgaven vil gå ut på å studere ferroelastiske materialer i m- og nm-området for bedre å kunne forstå mekanismene bak ferroelastisitet. Vi samarbeider her tett med Institutt for Materialteknologi som lager materialene.

Kontaktpersoner: Per Erik Vullum, Randi Holmestad, Mari-Ann Einarsrud (mari-ann.einarsrud@material.ntnu.no), Tor Grande (tor.grande@material.ntnu.no)

Elektronstrukturberregninger på legeringer

I de siste to tiårene er det utviklet metoder for å beregne fasediagram (struktur som funksjon av sammensetning og temperatur) utifra rent teoretiske beregninger. De er basert på løsninger av Schrödingerlikningen gjennom såkalte elektron-strukturberregninger og Monte-Carlo-simuleringer. Men mens et fasediagram gir informasjon om likevekts-tilstanden, så er man i praksis ofte interessert i metastabile tilstander og tidsavhengige forløp: et eksempel av interesse her er utfellinger av Mg og Si i Al. Slike prosesser kan studeres ved liknende metoder, for eksempel kinetisk Monte Carlo. Denne diplomoppgaven blir formulert innenfor det området. Prosjektet bygger på meget datakrevende elektronstrukturberregninger på legeringer av Al, Mg og Si. Men ettersom målet er å studere tidsavhengige forløp over romtemperatur, kommer studenten også til å få bruk for kunnskaper innen termodynamikk og statistisk fysikk.

Kontaktpersoner: Nils Sandberg, Knut Marthinsen (knut.marthinsen@material.ntnu.no), Randi Holmestad.



Elektron-tetthetsplott for Si under et diffusjonsskritt i Al.

Oxidation during electrostatic bonding

Electrostatic bonding is an important and established technique to bond Silicon and Pyrex. It is used to produce microelectromechanical systems (MEMS) like pressure sensors. The aim of this work is to understand the crucial element in the bonding mechanism: the oxidation of the anode material by which a strong and permanent bond is formed. The oxidation process will be studied using analytical transmission electron microscopy to visualise small compositional differences in the interfacial region. Silicon - Pyrex bonds and TEM samples made in England are available in this work. The student will get familiar with basic TEM and compositional techniques as energy dispersive spectrometry (EDS) and electron energy loss spectroscopy (EELS/EFTEM). Contact persons: Ton van Helvoort, Randi Holmestad.

TEM-studier av CdHgTe laget ved FFI

Nanotråder er krystaller som er 10-100 nm brede og flere mikrometer lange. De siste årene er nanotråder laget i mange forskjellige halvleder materialsystemer, og det er demonstrert at man kan bruke dem til å lage ørsmå elektriske/optiske komponenter som pn-overgang, light-emitting diode (LED) eller laser, eller til svært følsomme detektorer for kjemiske eller biologiske stoffer. Ved Epitek laboratoriet på FFI har vi begynt å gro nanotråder i halvleder-systemet CdHgTe. Vi bruker grotteknikken molekylstrålepitaksi, og utforsker forskjellige måter å lage nanotråder på. Vi ønsker etter hvert også å kunne gro inn lag med forskjellig komposisjon (heteroovergang) langs trådene, for å lage elektrooptiske komponenter ut av dem. Oppgaven her går ut på å studere disse i TEM, størrelse og morfologi.

Kontaktpersoner: Randi Haakenaasen (randi.haakenaasen@ffi.no) , Randi Holmestad

Polymere halvleder-materialer

Rettleder-team: Emil J. Samuelsen (rom D4-149), Dag W. Breiby (Risø, DK)

e-post: emil.samuelsen@phys.ntnu.no, dag.werner.breiby@risoe.dk

Polymere halvleder-materialer regnes for å representere framtida på IKT-feltet (Informasjons- og kommunikasjons-teknologi). Nobelprisen for år 2000 ble gitt på dette feltet. Bruksområdet er m. a. lysemitterende dioder (LED) og lasere i form av plane, fleksible skjermer, og datalagring. Materialene som vi arbeider med, blir dels framstilt ved NTNU (Institutt for kjemi), dels av våre samarbeidspartnere i Sverige, Frankrike, Polen, Canada og USA. Materialene blir brukt i form av tynne sjikt eller som orienterte fiber.

Opgavene blir formulert innenfor området

”Preferert orientering av polymere halvledere på ulike underlag”

”Fiberkompositter mellom polymere halvledere og isolerende polymerer”

En skal undersøke grad av preferert orientering som oppstår i materialet når det blir deponert som tynne sjikt, eller framstår som ultra-tynne fiberer. Ultratynne sjikt ned til tjukkelse 10^{-8} m kan en oppnå ved deponering av filmer på overflata av vann. Tråder med diameter ned til $5 \cdot 10^{-8}$ m kan lages ved å la dråper av polymeropløsninger fordampe i høgspenningsfelt. Materialene kan dopes *in situ* ved tilsetning av dopemiddel, og fargeforandring og ledningsevne-forandringer kan følges *på stedet*. Eksperimentelt arbeid vil bestå av en eller flere av følgende:

diffraksjonsstudier med røntgen – her ved NTNU, i Risø, eller eventuelt med synkrotron-røntgen ved ESRF i Grenoble

spektroskopiske studier med synlig lys. Absorpsjonsspektra. Lumenescens-spektra.

Faseovergang i krystallinsk materiale studert med diffraksjon

”Antiferroelektrisk-til-paraelektrisk overgang ved 100°C i kvadratsyre”

Kvadratsyre er et enkelt organisk stoff med firkantige molekyl, formel $\text{H}_2\text{C}_4\text{O}_4$, som endrer krystallsymmetrien ved 100°C fra monoklinisk til tetragonal, samtidig som der skjer en dielektrisk faseovergang. Denne overgangen skal studeres med røntgendiffraksjon på enkrystaller.

SEKSJON FOR KOMPLEKSE MATERIALER

Seksjon for komplekse materialer representerer forskning og vitenskap i fysikk ved instituttet innen grunnleggende materialvitenskap, med spesiell fokus på nanostrukturerte myke og komplekse materialer, komplekse systemer, nanovitenskap og nanoteknologi, og potensielle anvendelser av dette. Seksjonen omfatter vitenskapelig ansatte (7 faste vitenskapelig ansatte, for tiden 6-7 postdocs og et titalls PhD-studenter) som arbeider med eksperimenter, numerisk modellering eller teori. Følgende faste vitenskapelige ansatte ved Institutt for fysikk er medlemmer av seksjonen (Oktober 2004 i alfabetisk rekkefølge):

Arnljot Elgsæter, Professor (biologisk fysikk, teori og eksperiment)

Jon Otto Fossum, Professor (eksperimenter i kondenserte fasers fysikk)

Alex Hansen, Professor (teoretisk fysikk)

Arne Mikkelsen, Professor (biologisk fysikk, teori og eksperiment)

Frode Mo, Professor (krystallografi)

Steinar Raaen, Professor (eksperimenter i kondenserte fasers fysikk)

Bo-Sture Skagerstam, Professor (teoretisk fysikk)

Deler av seksjonen er nært knyttet til det nasjonale vitenskapelige programmet COMPLEX, som er et strategisk universitetsprogram (SUP) for

”Komplekse systemer og myke materialer”



<http://www.phys.ntnu.no/CPX>

Dette er et samarbeid mellom tre forskningsgrupper i Norge: Gruppe for komplekse systemer og myke materialer ved Universitetet i Oslo (UiO), Seksjon for komplekse materialer ved NTNU og deler av Fysikkavdelingen ved Institutt for energiteknikk (IFE). COMPLEX nasjonalt definerer også en CRT ("Collaborating Research Team") som har betydelige bevilgninger fra Norges forskningsråd's (NFR) NANOMAT program for studier av "Nanostrukturerte komplekse og myke materialer".

Deler av seksjonen har videre en stor aktivitet innen petroleumsrelatert fysikk, med en betydelig bevilgning fra NFR's Petromaks program. COMPLEX nasjonalt er også kjernepartner innenfor EU's Network of Excellence (NoE) for Inside POREs studier, og har en betydelig bevilgning fra dette nettverket.

Fossum og Mo er begge tunge brukere av den sveitsisk-norske strålelinjen SNBL ved ESRF-synkrotronen i Grenoble. Fossum og Hansen har et viktig samarbeid med Universitetet i Brasilia i Brasil, som også omfatter bruk av den brasilianske synkrotronkilden LNLS i Campinas, Brasil. NFR støtter COMPLEX sitt generelle Brasil samarbeid med en bevilgning fra NANOMAT programmet.

COMPLEX samarbeider også nært med vitenskapelige grupperinger i København (Niels Bohr instituttet og NORDITA), i Frankrike (f.eks. Ecole Normale Supérieure i Paris, Université de Nice, Université de Rennes 1), i USA (University of Arizona, University of Hawaii, Brookhaven National Lab, etc), i Sør-Korea (Gwangju Institute of Science and Technology) og i flere andre land.

Vi kan derfor tilby hovedoppgaver/diplomer både
internt ved NTNU, Institutt for fysikk,
ved UiO, Fysisk institutt,
ved IFE, Kjeller, fysikkavdelingen,
i København,
i Frankrike,
i Brasil,
eller andre steder etter eventuelt ønske.

I alle disse tilfellene vil hovedveileder aktivt være en av de nevnte ovenfor, selv om arbeidet fysisk foregår et annet sted enn ved NTNU.

Seksjon for komplekse materialer fokuserer for tiden blant annet på problemstillinger innenfor følgende hovedområder av moderne fysikk:

Nanopartikler: Biologiske partikler (proteiner, DNA/RNA, polysakkarider, lipid/vesikler) (Elgsæter/Mikkelsen):

Eksempler på biologiske nanopartikler: Proteiner, DNA/RNA, polysakkarider og lipider-vesikler. Proteinene sørger blant annet for høgspesifikk kjemisk katalyse og kommunikasjon i levende celler. DNA er bærer av "minnet" og styrer sammen med RNA det hele, inklusive hvilke proteiner som blir syntetisert. Proteiner, DNA/RNA og polysakkarider er alle biopolymerer som kan anta en rekke ulike konformasjoner. Lipider danner membraner som fysisk omslutter alle celler og mikroorganismer. Vi ønsker å forstå de involverte molekylære mekanismene, og hvorledes de vekselvirker. I de fleste tilfellene fokuseres det på hvordan solid fysikkforståelse kan bidra til en dypere forståelse av biologiske problemstillinger (biologisk fysikk). Dette inkluderer proteinfolding, protein-protein vekselvirkninger, protein-DNA vekselvirkninger og organisering på høyere nivå som f.eks. genetiske "switcher" og molekylære nettverk.

Nanostrukturerte myke komplekse materialer (Fossum):

Myke materialer er som oftest resultat av vekselvirkninger mellom nanopartikler. De fleste materialer av biologisk opphav hører inn under kategorien myke materialer. Det samme gjelder også de fleste materialer bestående av syntetiske polymerer som ikke befinner seg i glassfase eller mikrokrySTALLINSK fase. Et annet viktig eksempel på et mykt kondensert medium er leire. Leire er mykt, dvs. makroskopisk ikke-krystallinsk, og viser en fascinerende og fantastisk rik oppførsel under forskjellige betingelser. Gitt at verden er full av leire, er det overraskende hvor lite som faktisk er kjent om dens fysiske egenskaper. Hvordan oppfører myke materialer seg når ytre krefter påtrykkes, f.eks. ytre elektrisk felt, magnetfelt, eller påtrykte spenninger eller deformasjoner (rheologi)? Hovedformålet med denne forskningen er å forstå sammenhengen mellom struktur på nanoskala, og makroskopiske egenskaper til materialer.

Sprekkvekst og sprekkmorfologi (Hansen), samt andre utvalgte emner innen teoretisk fysikk

Et godt eksempel på et fysisk kollektivt fenomen er sprekkvekst: Når et materiale svikter under mekanisk stress (spenning), utvikles sprekker på grunn av spenningsfeltet. Spenningsfeltet utvikles (forsterkes) i sin tur av oppsprekningen; man får en runddans. Det vil si, "prosessen drar seg selv opp etter håret". Dette gir seg til syne gjennom hvordan sprekker ser ut (deres morfologi): Det viser seg at sprekkoverflater kan karakteriseres gjennom visse parametere som er uavhengig av materialet som sprekker opp. Vi har studert dette fenomenet gjennom mange år, men allikevel mangler mengder av viktige spørsmål svar.

Røntgendiffraksjonsstudier av materialer (Mo)

Se detaljer nedenfor

Nanostrukturerte og komplekse prosesser på overflater (Raaen):

Materialers vekselvirkning med omverdenen foregår via overflaten. Det er derfor viktig å kartlegge og forstå egenskapene til ulike overflater. Hvordan vekselvirker atomer og molekyler med rene overflater, og hvordan resulterer vekselvirkninger mellom atomer på rene overflater i selv organiserte komplekse strukturer? Hvordan kan en overflates elektroniske og strukturelle egenskaper endres ved dannelse av nanostrukturerte overflatelegeringer? Hvordan kan en overflate skreddersys for at en gitt kjemisk reaksjon på overflaten skal være mest mulig effektiv (heterogen katalyse)? Likeledes kan en katalysator brukes til å redusere uønskede miljøskadelige reaksjonsprodukter.

Utvalgte emner inne teoretisk fysikk (Skagerstam):

Se detaljer nedenfor

For å kartlegge og forstå disse og andre fysiske fenomener, anvender vi blant andre følgende verktøy:

Teoretiske beregninger stort sett basert på statistisk fysikk

Numerisk modellering (numerisk fysikk)

Eksperimentelle teknikker som f.eks.:

- Rheologiske teknikker for studier av myke materialers makroskopiske oppførsel.
- Videomikroskopi og annen makroskopisk visualisering og analyse.
- Mikrokalorimetrisk metode for studier av nanopartikkelvekselvirkning (binding) og strukturelle endringer inne i nanopartikler (f.eks. biopolymerers konformasjon) eller organiseringen av slike partikler relativt hverandre (f.eks. ulike typer væskekrystaller).
- Statisk og dynamisk lysspredning, og elektro-optiske metoder for kartlegging og analyse av struktur og dynamikk på nano- og mikrometerskala.
- Røntgendiffraksjon og lavvinkel røntgenspredning (Nytt toppmoderne utstyr under anskaffelse).
- Synkrotron røntgenspredning ved ESRF i Frankrike og ved andre synkrotronkilder for kartlegging og analyse av strukturer og dynamikk på nanometerskala.
- Nøytronspredningsteknikker ved IFE, Kjeller, for komplementær kartlegging og analyse av strukturer og dynamikk på nanometerskala.
- Nanopartikkelkontroll og analyseteknikker, f.eks. fraksjonering og kraftmikroskopi (AFM).
- Elektrondiffraksjon (LEED), og XPS og UPS (røntgen- og UV-fotoemisjon) for overflatestudier.
- Termisk desorpsjon (TPD) av gasser fra faste overflater.
- Fotoemisjonsmikroskopi (PEEM) for blant annet å studere tidsoppløste overflatereaksjoner.

Seksjonen tilbyr hovedoppgaver/diplomoppgaver innenfor alle punktene ovenfor, og tilbyr både fysikkoppgaver, rene instrumenteringsoppgaver inkludert instrumentprogrammering, og kombinasjoner av dette. Noen aktuelle oppgaver for 2005 er som følger (organisert alfabetisk etter navn på professor):

Teori, simuleringer og eksperimenter:

Professor Arnljot Elgsæter, professor Arne Mikkelsen og post.doc. Stine Nalum Næss.

Nanopartikler: Biologiske partikler (proteiner, DNA/RNA, polysakkarider, lipid/vesikler)

Kontaktadresser:

Professor Arnljot Elgsæter; epost: [Arnljot.Elgsaeter\(kralfa\)phys.ntnu.no](mailto:Arnljot.Elgsaeter(kralfa)phys.ntnu.no); tlf. 73593431; rom E3-129 Realfagbygget, NTNU.

Professor Arne Mikkelsen; epost: [Arne.Mikkelsen\(kralfa\)phys.ntnu.no](mailto:Arne.Mikkelsen(kralfa)phys.ntnu.no); tlf. 73593433; rom E3-135 Realfagbygget, NTNU.

Post.doc. Stine Nalum Næss; epost: [Stine.Nass\(kralfa\)phys.ntnu.no](mailto:Stine.Nass(kralfa)phys.ntnu.no); tlf. 73593435; rom D3-198 Realfagbygget, NTNU.

Dynamiske egenskaper til biologiske nanopartikler studert vha. statisk og dynamisk lysspredning

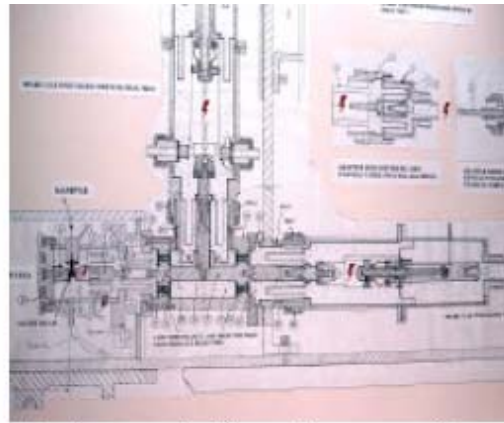
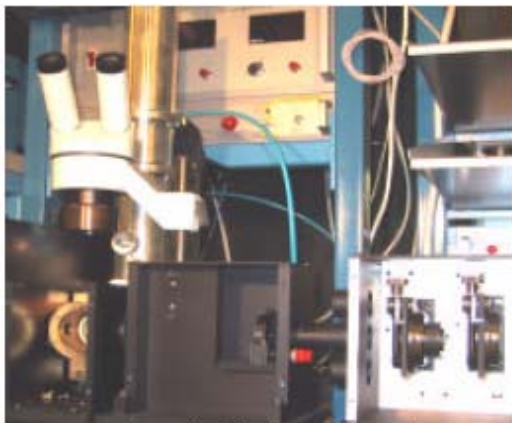
Studier av statisk og dynamisk lysspredning fra nanopartikler er viktige metoder for bestemmelse av slike partiklers struktur og dynamikk. For tiden er oppmerksomheten fokusert mot det kjedeformede strukturelle proteinet spektrin og dets komponenter og visse spesialiserte lipidvesikkelsystemer. For slike målinger disponerer vi et state-of-the-art kommersielt instrument fra ALV, Tyskland.



Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Arnljot Elgsæter.
Medveiledere: Arne Mikkelsen og Stine Nalum Næss.

Elektro-optiske egenskaper til nanopartikkelsystemer

Måling av elektro-optiske egenskaper gir først og fremst informasjon om rotasjonsdynamikken til nanopartiklene. Fokus for tiden er delvis knyttet til nanopartikler av biologisk opphav.



Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Arnljot Elgsæter.
Medveiledere: Arne Mikkelsen og Stine Nalum Næss.

Mikrokalorimetri av nanopartikkelsystemer

Den atomære strukturen til proteiner er generelt temperaturavhengig. Disse strukturelle endringene kan studeres vha. differensiell scanning kalorimetri (DSC). Spesifikke bindinger mellom proteiner kan studeres vha. isotermisk kalorimetri (ITC). Topp moderne slike instrumenter er under anskaffelse og første prosjekt blir studier av egenskapene til de ulike formene av spektrin og vekselvirkningene mellom disse.



Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Arnljot Elgsæter.
Medveiledere: Arne Mikkelsen og Stine Nalum Næss.

Fryse-etse elektronmikroskopi av vesikulære nanopartikler

Karotenfosfolipider (antioxidant mot mutagen kreft) og astaxanthin-derivat (mulig hjertemedisin) danner vesikulære nanopartikler. Kartlegging av i hvilken grad disse vesiklene består av multilag eller singellag vesikler er viktig for forståelsen av de funksjonelle mekanismene til disse stoffene. Fryse-etse elektronmikroskopi er eksepsjonelt vel egnet for slike studier. Seksjon for komplekse materialer har lang erfaring med bruk av denne teknikken og disponerer det eneste instrument i landet for denne typen prøvepreparering.



Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Arnljot Elgsæter.
Medveiledere: Arne Mikkelsen og Stine Nalum Næss og Vassilia Partali, Institutt for kjemi, NTNU

Numerisk modellering av nanopartikkelsystemers dynamikk

De karakteristiske relaksasjonstidene for middels store nanopartikler ligger i tidsområdet 1 – 1000 μ s. Dette innebærer at det i praksis kun er mulig å modellere dynamikken til slike systemer numerisk ved hjelp av Brownsk dynamikk simuleringer. Detaljerte studier av de fleste nanopartikler krever at partiklene modelleres som ikke-sfæriske. Det er her av stor interesse å finne fram de mest effektive algoritmene for studier av nanopartikler med og uten holonomiske (stive) føringer. Store deler av den nødvendige programkoden er ferdigutviklet. Koden er laget i FORTRAN og er skrevet av AE. Oppgaven vil i hovedsak bestå av en videreføring av dette arbeidet.

Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Arnljot Elgsæter.
Medveiledere: Arne Mikkelsen og Stine Nalum Næss.

Eksperimenter:

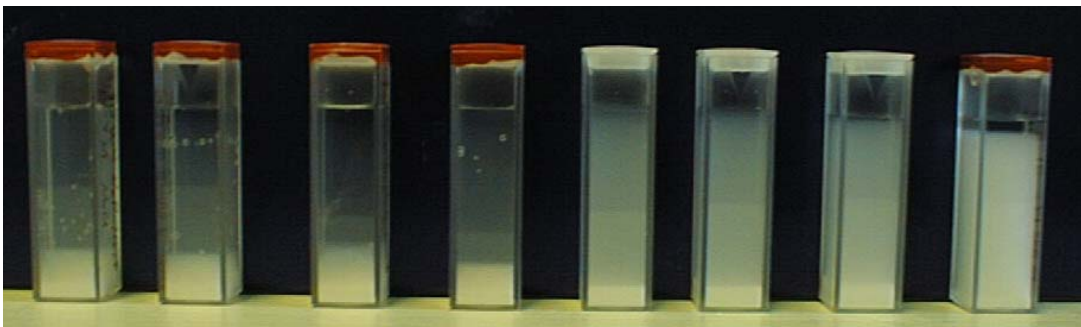
Professor Jon Otto Fossum

Nanostrukturerte myke komplekse materialer

(prof. Jon Otto Fossum, postdocs Yves Meheust og Ahmed Gmira, stips Davi Fonseca og Kanak Parmar, utvekslingsstudenter Kate Washburn og Nils Kaufmann)

Delprosjekt innen studier av væskekrystallfaser i systemer av nano-lagdelte silikatpartikler

Dette prosjektet som er et PhD-prosjekt for stipendiat Davi de Miranda Fonseca, omhandler eksperimentelle studier av fysikken forbundet med ordning av skiveformede nanopartikler (lagdelte silikatpartikler, dvs. leire) i vann i strukturer tilsvarende dem som danner grunnlaget for moderne LCD flatskjermer. I tillegg til stipendiat Fonseca, arbeider også post-doc Yves Meheust på dette prosjektet ved NTNU. Hovedoppgaven skjer mest naturlig ved NTNU, men det er også mulig å definere oppgaver innenfor dette prosjektet ved UiO, IFE eller deltid ved ESRF. Det følgende bildet viser hvordan slike væskekrystallfaser manifesterer seg makroskopisk, og hvordan optiske egenskaper til en løsning av leirepartikler i vann kan "tunes" ved hjelp av saltinnhold. Prosjektet har relevans for mikrofluide systemer og for nanoteknologi.

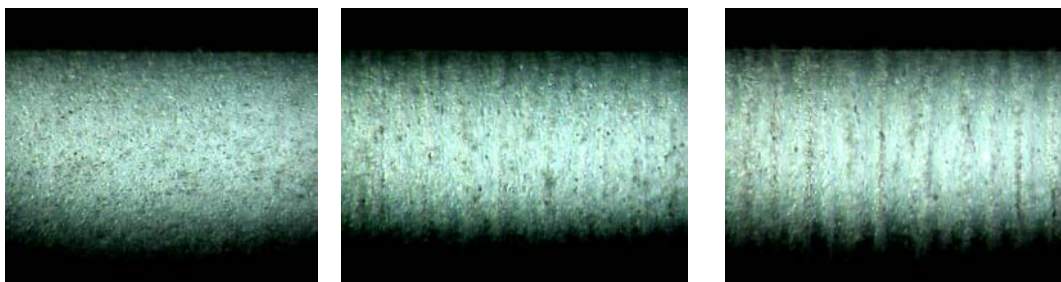


Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Professor Jon Otto Fossum. (Epost: jon.fossum@phys.ntnu.no, tel. 73593482, rom E3-160 Realfagbygget NTNU). Medveiledere Post-doc Yves Meheust (yves.meheust@phys.ntnu.no) og stipendiat Davi Fonseca (davi.fonseca@phys.ntnu.no) (begge Realfagbygget NTNU).

Delprosjekt innen studier av komplekse elektrorheologiske og/eller magnetorheologiske fenomener i systemer av nano-lagdelte silikatpartikler

Dette prosjektet som er et PhD-prosjekt for stipendiat Kanak Parmar, omhandler eksperimentelle studier av fysikken forbundet med ordning av skiveformede nanopartikler (lagdelte silikatpartikler, dvs. leire) i olje i strukturer når elektriske felt påtrykkes. Dette er et eksempel på et såkalt smart materiale basert på design av nanopartikler, med mange mulige anvendelser i moderne materialteknologi. I tillegg til stipendiat Parmar, arbeider også post-doce Yves Meheust på dette prosjektet ved NTNU. Hovedoppgaven skjer mest naturlig ved NTNU, men det er også mulig å definere oppgaver innenfor dette prosjektet ved UiO, IFE eller deltid ved ESRF. Bildene nedenfor viser videomikroskopi av strukturell kjededannelse for et slikt system: Påtrykt elektrisk felt var ca 1kV og "prøvehøyden" var 1 mm. Fra venstre til høyre var tiden henholdsvis 0 sek, 40 sek og 80 sek. Utvikling av kjededannelse med tiden kan ses tydelig.

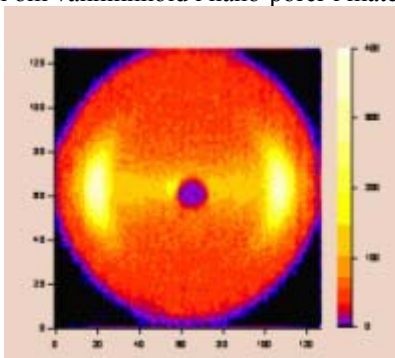
Slike systemer er karakterisert ved at en kan gå fra væske tilstand til faststoff tilstand ved å skru elektrisk spennin på/av. Aktiviteten omfatter derfor også omfattende rheologistudier ved NTNU. Det studeres også analoge magnetorheologiske systemer i samarbeid med universitetet i Brasilia, Brasil. Prosjektet har relevans for mikrofluid fysikk og for nanoteknologi.



Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Professor Jon Otto Fossum. (Epost: jon.fossum@phys.ntnu.no, tel. 73593482, rom E3-160 Realfagbygget NTNU). Medveiledere Post-doc Yves Meheust (yves.meheust@phys.ntnu.no) og stipendiat Kanak Parmar (kanak.parmar@phys.ntnu.no) , utvekslingsstudent fra MIT: Kate Washburn (kew@mit.edu)

Småvinkel nøytron spredning (SANS) studier av porestrukturer av nano-lagdelte silikatpartikler

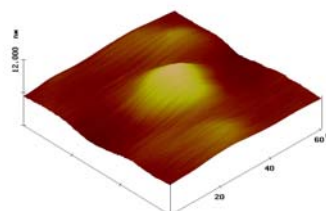
Dette prosjektet er i samarbeid med COMPLEX-gruppen ved fysikkavdelingen ved IFE, Kjeller og er en fortsettelse av to diplomprosjekter som har gått over de to siste årene (2001 og 2002). Prosjektet omhandler studier av nano-porøsitet i makroskopiske systemer av syntetisk leire, samt diffusjon av vann i slike systemer. Forståelse av slik problematikk har anvendelser innen materialteknologi og er også av interesse for oljeindustri. Post-doc Yves Meheust er knyttet til dette prosjektet lokalt ved NTNU. Det følgende bildet viser et eksempel et 2-dimensjonalt SANS diffraksjonsopptak fra nylige studier ved IFE. Slike diffraksjonsmønstre gir informasjon om vanninnhold i nano-porer i materialer, i dette tilfellet syntetisk leire.



Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Professor Jon Otto Fossum. (Epost: jon.fossum@phys.ntnu.no, tel. 73593482, rom E3-160 Realfagbygget NTNU). Medveiledere er seniorforskerne Kenneth Knudsen (knudsen@ife.no) og Geir Helgesen (geirh@ife.no) (ved IFE, Kjeller).

Kraftmikroskopi (AFM)

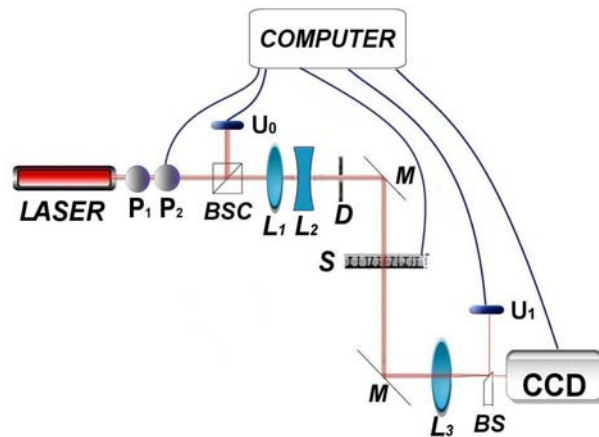
Seksjonen for komplekse materialer er i ferd med å anskaffe et kraftmikroskop (AFM: Bildet til venstre nedenfor). Vi har flere prosjekter på dette instrumentet. Bildet til høyre nedenfor viser en nanopartikkel (syntetisk diskosformet leirepartikkel, 25 nanometer diameter, 1 nanometer tykk) avbildet avoss:



Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Professor Jon Otto Fossum. (Epost: jon.fossum@phys.ntnu.no, tel. 73593482, rom E3-160 Realfagbygget NTNU), postdoc Ahmed Gmira (ahmed.gmira@phys.ntnu.no)

Oppsett og kalibrering av lab for småvinkel lysspredning (SALS)

Vi har nylig etablert en lab for småvinkel lysspredning (SALS) ved Institutt for fysikk NTNU. Dette laboratoriet blir meget god egnet til å studere diffraksjonsmønstre fra myke materialer dannet av strukturer av nanopartikler. Det eksperimentelle oppsettet for SALS er skissert i følgende figur (S er prøven som studeres, og detektoren er et CCD digitalt videokamera for direkte avbildning av diffraksjonsmønster), og dette prosjektet vil bestå av å kalibrere og å utprøve denne apparaturen på kjente modellsystemer. Prosjektet omfatter en god del LabView programmering. Grunnleggende kunnskaper i instrumentering og i klassisk optikk er en fordel.



Kontaktperson og hovedveileder for dette prosjektet: Professor Jon Otto Fossum. (Epost: jon.fossum@phys.ntnu.no, tel. 73593482, rom E3-160 Realfagbygget NTNU).

Fraksjonering av nanopartikler

Fysisk karakterisering av nanopartikkelsystemer er generelt desto enklere dess mere homogen partikkel-egenskapene er, dvs. dess smalere størrelsesfordelingen er. De fleste naturlig forekommende typer leire består av laponittpartikler med størrelser som spenner over et relativt vidt område, dvs. størrelsesfordelingen er polydispers. Det er derfor viktig å utarbeide fraksjoneringsmetoder som gjør det mulig å framstille størrelsesfraksjoner hvor nanopartiklene med god tilnærming har samme størrelse. Denne oppgaven består i å prøve ut forskjellige gelfiltreringer (size exclusion) med tanke på få framstilt prøver (fraksjoner) inneholdende laponitt nanopartikler som er mest mulig like. Nytt utstyr for prosjektet (se bildet) er innkjøpt..



Professor Jon Otto Fossum (Epost: jon.fossum@phys.ntnu.no, tel. 73593482, rom E3-160 Realfagbygget NTNU, stipendiat Davi Fonseca (davi.fonseca@phys.ntnu.no))

Teori og simuleringer:

Professor Alex Hansen:

Utvalgte emner innen teoretisk fysikk

(prof Hansen, flere postdocs og stipendiater)

Hovedoppgaver ledige innen økonofysikk (statistisk fysikk anvendt på økonomiske systemer), aktive transportprosesser i uordnede systemer (f. eks. filtreringsprosesser) og bruddprosesser. Ta kontakt for detaljer: alex.hansen@phys.ntnu.no

Eksperimenter:

Professor Frode Mo

Røntgendiffraksjonsstudier av materialer

Kontaktperson og hovedveileder for de to følgende prosjektene: Professor Frode Mo. (Epost: fmo@phys.ntnu.no, tel. 73593585, rom E3-164 Realfagbygget NTNU).

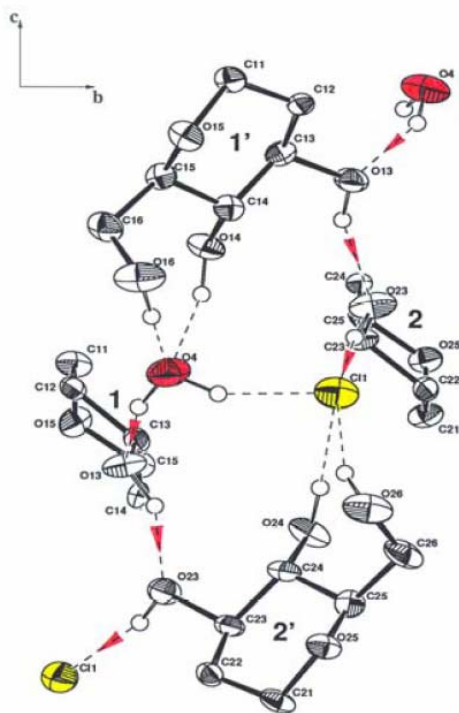
Tidsoppløste studier av prosesser i metalliske materialer

Den ekstreme briljansen av synkrotron stråling gjør det mulig å undersøke dynamiske tilstander og prosesser i materialer. Intens stråling i kombinasjon med raske og effektive detektorer som er utviklet de siste årene er nødvendige verktøy for dynamiske studier til høy oppløsning både i tid og rom, ved diffraksjon, fluorescens eller avbildning. Ved å bruke energirik røntgenstråling med stor gjennomtrengingsevne kan en følge prosesser både på overflater og i bulk av en massiv prøve (3-D røntgen-mikroskopi). Vi ønsker å undersøke hva som skjer i et metall eller en legering under ekstrudering. Ved ekstrudering presses oppvarmet materiale (eks. Al-legering) med stor kraft gjennom en dyse som kan ha et sylindrisk (stang) eller et rektangulært (belte) tverrsnitt. Prosessene som foregår i det avkjølnende materialet under og etter ekstrudering har avgjørende betydning for flere viktige materialegenskaper. Slike prosesser er ikke blitt studert tidligere *in situ*.

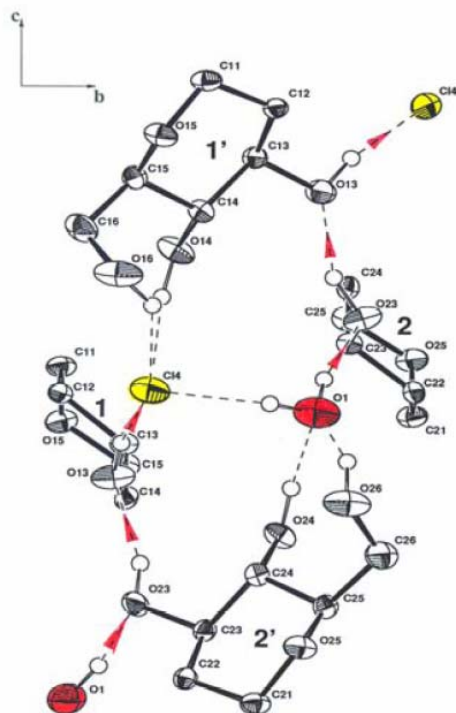
Første trinn i arbeidet er å konstruere en ekstruder modellert etter eksisterende teknisk utstyr i større skala. Bygging av utstyret kan starte våren 2005. Det er en forutsetning at Norges forskningsråd bevilger midler til en post-dok. stilling på dette prosjektet. En prosjekt-/hovedoppgave vil kunne bestå i: beregninger for dimensjonering av prøvekommer, deltakelse i bygging av kammeret som bl.a. skal inneholde sensorer for måling av trykk og temperatur, skriving av styreprogrammer, e.l.

Strukturstudier av ferroelastisk organisk forbindelse

Vi undersøker ferroiske forbindelser ved en-krystall røntgendiffraksjon for å karakterisere forandringer i molekylstruktur som inntreffer ved en faseovergang. For disse arbeidene har vi utviklet en gasstrøm termostat prøvecelle med kontroll av relativ fuktighet. Cella inneholder en roterbar kondensator som gjør det mulig å legge et permanent elektrisk DC-felt over krystallprøven. En høgtrykkselle for diffraksjonsstudier av krystallinske prøver under trykk opp til 20 GPa finnes ved Swiss-Norwegian Beam Lines (SNBL), ESRF i Grenoble. Den mest aktuelle forbindelsen for en prosjekt- eller hovedoppgave er et organisk hydrat som vi antar er ferroelastisk. Ved faseovergangen skjer en reversering av polariteten som kan forklares ved et ombytte i posisjon av relativt store atomgrupper. Det skjer uten forandring av krystallsymmetrien. Dette er en sjelden og interessant strukturell faseovergang som vi ønsker å beskrive fra nøyaktige diffraksjonsdata. Figuren viser ombytte av Cl og vann i komplekset som medfører en reversering av polaritet langs den polare c-aksen.



Model CA



Model GE

En aktuell oppgave på dette prosjektet vil være å sette seg inn i noe krystallografi og røntgendiffraksjon, som er hovedmetoden for å studere struktur på atomnivå, videre f.eks. delta i innledende diffraksjonsarbeider på krystaller som vi har, arbeide med datasett og raffinere strukturene fra disse settene for å beskrive i detalj hva som skjer ved faseovergangen. Programmer for analyser av data, raffinering av struktur og diverse grafikk finnes.

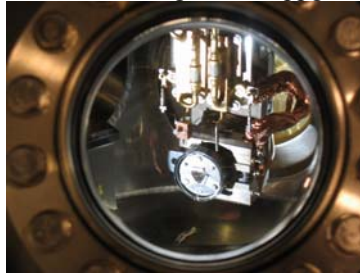
Eksperimenter og simuleringer:

Professor Steinar Raaen

Overflatefysikk

(prof. Steinar Raaen, postdoc. Morten Kildemo, stip. Mari Juel)

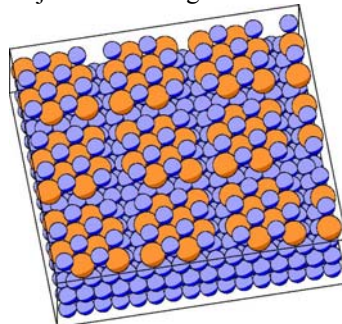
Virksomheten består i eksperimentelle studier ved bruk av fotoemisjon (XPS, UPS), energi diffraksjon (LEED), fotoemisjonsmikroskopi (PEEM), og termisk desorpsjon (TPD). I tillegg gjøres numeriske (Monte-Carlo) simuleringer av overflateprosesser. Noen mulige hovedoppgaver er skissert i det følgende.



Kontaktperson og hovedveileder er Steinar Raaen. (Epost: steinar.raaen@phys.ntnu.no, tel. 73593635, rom E3-174 Realfagbygget NTNU).

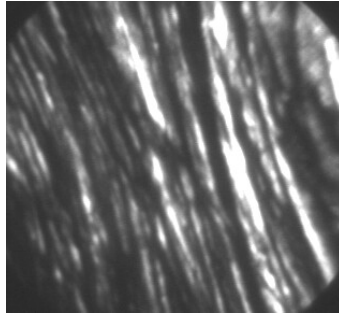
Elektroniske egenskaper av nano-strukturerte metalloverflater

De elektroniske egenskapene til overflaten til et materiale kan modifiseres ved innlegering av andre elementer. Dette kan gjøres ved pådamping av monolag-tykke skikt som deretter varmes. På grunn av lavt frigjøringsarbeid og lav overflate-energi er sjeldne jordart overlag av spesiell interesse. Dette er systemer med ufylte 4f-skall med interessante fysiske egenskaper. Først blir ca. ett monolag med f.eks. samarium deponert på overflaten til en krystall. Deretter blir systemet varmebehandlet for å lage en velordnet overflatelegering. Adsorpsjon av ulike enkle gasser som f.eks. O_2 , CO , C_2H_2 , C_2H_4 , N_2O studeres deretter. Elektronisk struktur, geometrisk struktur og desorpsjonsparametre undersøkes ved ulike eksperimentelle metoder. Målet er å oppnå fundamental kunnskap som er relevant for katalysatorsystemer som er teknologisk viktig i energi- og miljøsammenheng.



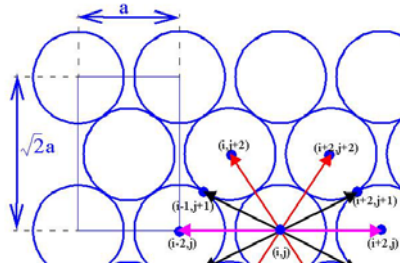
Fotoelektronmikroskopi av overflateprosesser

Mange kjemiske reaksjoner av både teknologisk og miljømessig betydning foregår på overflaten av faste materialer. Det er derfor viktig å oppnå fundamental forståelse av slike reaksjoner. Elektroniske bindinger på atomær skala spiller en avgjørende rolle, men også fenomener som foregår på større lengdeskala må tas i betraktning. Dette gjelder for eksempel transport av atomer og molekyler langs overflaten. Et fotoemisjon elektronmikroskop (PEEM) kan brukes til å studere topografiske variasjoner såvel som variasjoner i overflatepotensial (frigjøringsarbeid) på overflater. Tidsvariasjoner av overflateprosesser kan observeres i "real time". Andre metoder som XPS, UPS og LEED vil brukes sammen med PEEM instrumentet.



Monte-Carlo simulering av adsorpsjon av CO fra Pt(111)

Tolkning av termisk desorpsjonsdata for adsorberte molekyler på en overflate er komplisert av flere grunner. Et adsorbent molekyl kan sitte på ulike steder på en flate (f.eks. rett over et substrat-atom eller mellom to atomer) som har ulik adsorpsjonsenergi. Likeledes vil vekselvirkning mellom adsorberte molekyler ha stor betydning. Slike prosesser kan simuleres på et overflategitter hvor det kan tas hensyn til nabovekkelvirkninger og forskjellig desorpsjonsenergi for ulike gitterposisjoner. Et mål for prosjektet er å reprodusere eksperimentelt observerte overflatestrukturer for CO adsorbent på Pt(111) overflaten, samt reprodusere termisk desorpsjonsspektra for dette systemet. En statistisk tilnærming ved bruk av Monte Carlo simuleringer er vel egnet for slike studier.



Teori:

Professor Bo-Sture Skagerstam:

Utvalgte emner innen teoretisk fysikk

Man kan få göra vad man vill inom teoretisk fysik och jag kan hjälpa dem så gott jag kan. Om nu någon vill veta vad jag gör just nu och om det finns något intressant där så kan man ju alltid nämna: granulära medier och modeller för trafikköer; kollektiva effekter i mikroskopiska kvantsystem; dekoherenseffekter i Josephson junctions; superstarka magnetfält och kvantelektrodynamik; termodynamik för icke-abelska gaser och så allt möjligt inom modern kvantoptik (kvantmekaniska fotonpulser; modeller för detektion av impulsmoment för fotonpulser; koherenseffekter i kavitetslektrodynamik;...). Ta kontakt för detaljer: bo-sture.skagerstam@phys.ntnu.no

SEKSJON FOR TEORETISK FYSIKK

Strålingsvekselvirkning i polariserbare medier.

Veileder: Prof. Johan S. Høye (Johan.Hoye@phys.ntnu.no).

Polariserbare partikler/molekyl blir polarisert av elektriske felt, og de får med det et elektrisk dipolmoment. Mellom dipolmomentene i forskjellige partikler virker det igjen elektriske dipolkrefter. Som modell for polariserbare partikler kan det elektriske dipolmomentet betraktes som utsvinget til en harmonisk oscillator. Dette gir opphav til fluktuerende dipolmoment, og fluktuerende dipolmoment vekselvirker også med hverandre. Denne vekselvirkningen gir opphav til Van der Waals kraften som er en netto tiltrekning mellom partiklene. Det tilhørende potensialet går som $1/r^6$ der r er avstanden mellom partiklene. Dersom en tar hensyn til at de elektriske dipolene ikke er statiske men oscillerer, vil den statiske dipolvekselvirkningen modifiseres til elektromagnetisk dipolstråling, som avhenger av frekvensen. Det resulterende potensialet, som gir Casimirkraften mellom 2 partikler, går nå som $1/r^7$ for store avstander. Denne endringen innebærer at det vil være strålingskorreksjoner til det resulterende potensialet eller kraften mellom to partikler/molekyl. I et fluid (gass/væske) med polariserbare partikler vil det følgelig også være slike strålingskorreksjoner til stede.

Oppgaven vil gå ut på å beregne størrelsen av slike strålingskorreksjoner til energien i et fluid bestående av polariserbare partikler. Dette kan gjøres ved å generalisere tilnærmelsen (midlere sfæriske approksimasjon) som er benyttet for kvantisert polariserbart fluid uten denne strålingskorreksjonen. Uttrykk og løsninger av likninger som er utledet og funnet tidligere, vil bli benyttet. Kvantitative svar vil kreve numeriske beregninger. I utgangspunktet kan en til forenkling studere og beregne strålingskorreksjoner til kraften/potensialet mellom to partikler.

Selvkonsistente tilstandsligninger

Veileder: Prof. Johan S. Høye (Johan.Hoye@phys.ntnu.no).

Bestemmelse av tilstandslikningen for vekselvirkede mangepartikkelsystem er krevende og komplisert, og en må generelt ty til approksimasjoner. I de senere årene er det utviklet en metode SCOZA (slef-consistent Ornstein-Zernike approximasjoner), som har gitt resultater med stor nøyaktighet der en kan sammenlikne med kjente resultater. Metoden baserer seg på at tilstandslikningen kan beregnes fra parkorrelasjonsfunksjonen på to uavhengige måter. Ved å kreve samme svar kan en optimalisere resultatet med hensyn på en fri parameter. Dette gir en ikke-lineær partiell differentiaallikning, som kan løses numerisk.

Oppgaven vil ta utgangspunkt i en nylig avsluttet hovedoppgave og et PhD-arbeid som har vært grunnleggende for å bestemme og analysere numeriske resultater. I prosjektet vil allerede utarbeidede dataprogrammer kunne benyttes, og eventuelt videreutvikles.

Statistisk fysikk, kvantemekanikk eller kvantefeltteori.

Veileder : Professor Kåre Olaussen (Kare.Olaussen@phys.ntnu.no)

1. Eksakt løsning av den to-dimensjonale Coulombgassen.

Hvis verden hadde vært to-dimensjonal ville Coulomb-potensialet mellom to punktladninger q (målt i passende enheter) variert med avstanden r som $\pm Q^2 \log r$, og Boltzmann-faktoren som $r^{-\beta Q^2}$. Dette fører til at man lagt på vei kan løse statistisk mekanikk problemet for et slikt (klassisk) ionesystem eksakt. Tilstandsligningen ble funnet i 1972 av Hemmer og Hauge. Relativt nylig har man også klart å finne den eksakte oppførselen til andre termodynamiske størrelser som indre energi, spesifikk varme o.l. Oppgaven vil gå ut på å studere denne siste eksakte (men relativt kompliserte) løsningen nærmere, og å sammenligne den med tilnæringsmetoder som kan anvendes på mer generelle systemer, også tredimensjonale. Oppgaven vil involvere både analytiske og numeriske metoder. Professor Johan Høye (Johan.Hoye@phys.ntnu.no) vil også være veileder på denne oppgaven.

2. Spontan produksjon av materie i et ekspanderende univers

På fundamentalt nivå beskrives verden best ved en kvantefeltteori (standardmodellen for partikkel-fysikk) som avhenger av et lite antall numeriske parametre. Hvis man tar hensyn til at universet ekspanderer vil disse parametrene være tidsavhengige. Dette fører til at begrepet *ingenting* (det tomme rom, vakuum) også ender seg med tiden. Likså hva som "*egentlig*" er en partikkel. Fysisk betyr dette at det vil kunne foregå spontan produksjon av materie i et ekspanderende univers. Oppgaven går ut på å studere dette i en enkel kvantefelt modell. Den forutsetter bakgrunn tilsvarende temaet FY3404/TFY18 *Relativistisk kvantemekanikk*.

3. Numerisk studium av det Fraksjonelle Kvante Hall systemet i torus- eller disk-geometri

Oppgaven går ut på å implementere en numerisk modell for et system av vekselvirkende elektroner i et sterkt magnetfelt, å benytte alle tilgjengelige symmetrier og konserveringslover til å redusere størrelsen på matrisen som representerer Hamiltonfunksjonen for dette systemet, å finne grunn-tilstanden for denne matrisen numerisk, og å studere sammenfiltrings-egenskapene til denne tilstanden.

Kvantedatamaskiner og klassisk feltteori

Veileder: Prof. Jan Myrheim (jan.myrheim@phys.ntnu.no)

1) Kvantedatamaskiner: Å se nærmere på Shors algoritme for faktorisering. Bakgrunnen er en diskusjon om algoritmen kan brukes på store tall, med en realistisk antagelse om presisjon i beregningen.

2) Klassisk feltteori: Numerisk beregning av gravitasjonskollaps for et Klein-Gordon-felt.

SEKSJON FOR ANVENDT FYSIKK OG FAGDIDAKTIKK

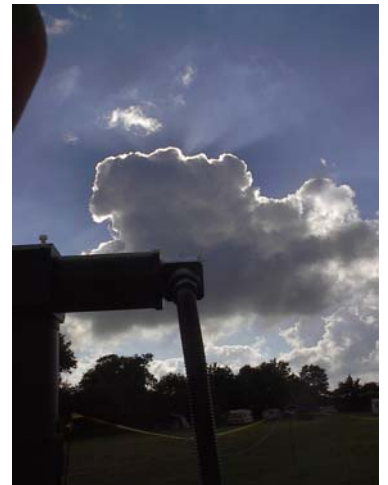
Energi og miljøfysikk

Energi og miljøfysikk gruppen kan tilby diplomoppgaver innen måling og modellering av ultrafiolett stråling (UV) i naturen. UV stråling påvirker biologiske organismer på land og i sjø. Vi studerer hvilke faktorer i atmosfæren som påvirker nivået av ultrafiolettstråling på bakken og hvilke faktorer i sjøen som innvirker. Oppgavene har både eksperimentelle og teoretiske art. Målsetning med oppgavene er å øke forståelsen av prosesser som påvirker transmisjon av UV stråling, samt gi økt innsikt og forbedring av instrumentelle metoder som benytter i måling av UV tråling terrestrisk og akvatisk.

Ansvarlig kontaktperson: Professor Berit Kjeldstad.

1. Innvirkning av aerosoler på UV-stråling på bakken.

Aerosoler er et samlebegrep for små partikler i atmosfæren. Det er lite kjent hvordan UV stråling absorberes og spres av disse partiklene. De kan ha ulike størrelse og form. Hensikten med oppgaven er se på hvordan aerosoler påvirker diffus stråling som spres fra himmelfæren. Et spektroradiometer måler både direkte og diffuse stråling. Målet for oppgaven er å kartlegge hvordan den diffuse UV strålingen under helt klare forhold emn med variende aerosolinnhold. Kunnskapen er viktig i forbindelse med å forbedre satellitt algoritmer samt modellere UV stråling med større nøyaktighet. Det vil kreves forbedrete metoder for kalibrering av diffus stråling, samt utprøving av soltracker som benyttes til måling av spektral radian i ulike himmelretninger. Kontakter: Berit Kjeldstad berit.kjeldstad@phys.ntnu.no, Asadollah Bagheri asadollah.bagheri@phys.ntnu.no



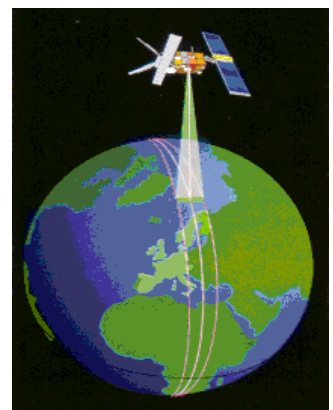
2. Modellering av ultraviolet stråling i naturen.

Mengde solstråling som når bakken kan modellers ved hjelp av strålingstransportmodeller. En 1D modell kalkulerer spectral UV stråling på bakkenivå, gitt ulike atmosfæriske input parametre. Modellen som benyttes har begrenset verktøy for å studere effekter av aerosoler i atmosfæren. Det er ønskelig å se på muligheter til å forbedre dette, samt utvikle en ramme omkring modell-verktøyet som gjør det mulig å legge inn ulike atmosfæriske forhold (input faktorer) og enkelt se resultatene. Sensitivitets studier av for eksempel ulike aerosol forhold vil være av interesse. Testing og utprøving av dette vil gi indikasjoner på hvordan UV stråling påvirkes av aerosoler. Oppgaven kan ses i sammenheng med oppgaven foran som omfatter målinger som kan verifisere modellen og sensitivitets testene.

Kontakter: Berit Kjeldstad berit.kjeldstad@phys.ntnu.no, Asadollah Bagheri asadollah.bagheri@phys.ntnu.no

3. Verifisering av UV-stråling på bakken beregnet vha satellitt data

For å kartlegge variasjoner i UV stråling globalt er informasjon fra ulike miljøovervåkningsatelitter av stor nytte. Ved hjelp av strålingstransport modeller beregnes bakkenivået av UV stråling når input parametre fra satelittene som ozon konsentrasjon, skynivå og aerosol nivå er gitt. Det er fortsatt knyttet står usikkerhet til disse estimatene av UV stråling og i noen valideringsstudier viser det seg av avvikene kan være opp mot 30-40%. Noe av usikkerheten skyldes



utilstrekkelig kunnskap om lokale forhold, samt svakheter i algoritmene som benyttes. Det er viktig at man undersøker ulike stasjoner og finner hvilke som gir bedre overensstemmelse enn andre. I Trondheim er UV stråling målt på bakken siden 1996. I samarbeid med Joint Research Centre, Ispra, Italia som har kalkulert UV nivået på bakken med satellitt data fra 1994 og framover ønsker vi å gjennomføre en validitets studie av satellitt data for Trondheim og målte data.

Kontakter: Berit Kjeldstad berit.kjeldstad@phys.ntnu.no, Binod Bhattarai binod.bhattarai@phys.ntnu.no

4. Penetrasjon av solstråling i sjøen.

UV stråling i sjøen påvirkes av variasjoner i atmosfæriske forhold, men også i stor grad av humus innhold i vannet. Tidligere studier i Trondheimsfjorden har vist at det er store årstidsvariasjoner som medfører at UV dosene som er relevante for livet i sjøen ikke følger den samme variasjonen som vi måler på land. Blant annet kan man se at UV nivået ved f.eks. 3m dyp er like høyt i mars som i juni, selv om solen står mye høyere i juni. Dette skyldes høyere innhold av humus i juni. Oppblomstring av alger på våren er med på å endre vannkvaliteten drastisk på kort tid. Oppgaven går ut på å undersøke UV penetrasjon i Trondheimsfjorden i løpet av våroppblomstringen og sammenligne denne med to tidligere år på slutten av 90 tallet for å se om det har skjedd vesentlig endringer i dette mønsteret. Transmisjon av UV stråling i Trondheimsfjorden kan bli sammenlignet med kystvann og havvann. Måling av humus i vannprøver vil gi indikasjon på en eventuell sammenheng mellom UV transmisjon og humusinnhold. Arbeidet foregår i samarbeid med Trondhjem Biologiske stasjon.

Kontakt: Berit Kjeldstad berit.kjeldstad@phys.ntnu.no



Solceller

1. Kontakter i GaAs-solceller

Det skal bygges opp et nytt anlegg for deponering/vekst av tynnfilm solcellematerialer ved institutt for fysikk. I første omgang vil det fokuseres på å framstille gallium-arsenid (GaAs), med en prosess som kalles "close-spaced vapor transport" (CSVST). Med denne teknikken ønsker man å lage solceller av "skrap GaAs", altså avkapp og kassert materiale fra andre elektronikkindustrier, på substrater som muliggjør kostnadseffektiv energiproduksjon.

I likhet med de fleste andre elektroniske komponenter, trenger solceller ohmske (i.e. tapsfrie) kontakter for å kunne kobles til en elektrisk krets og levere strøm. For GaAs ønsker vi derfor å finne ohmske kontakter både til n- og p-dopet materiale, passende til bruk i solceller. I praksis vil dette innebære uttesting av kjente kontakteringsprosesser for GaAs, og sammenligne deres kontakttegenskaper med rimeligere kontaktmetalliseringer. For eksempel er det for n-type GaAs vanlig å bruke Au/Ge/Ni-kontakter. Ved oppvarming av kontaktstrukturen etter deponering, skjer det en kjemisk omstrukturering av overflateskiktet i GaAs og i metall/halvlederovergangen, som resulterer i en ohmsk kontakt. Den kjemiske omstruktureringen er imidlertid sterkt avhengig av både mengdeforholdet mellom de tre kontaktmetallene, og forløpet av selve oppvarmingsprosessen. En minimering av kontaktmotstanden med hensyn på disse fire parametrene vil i seg selv være en fordel for solcellens virkningsgrad. Au og Ge er imidlertid også relativt dyre metaller, og det er ønskelig å bytte ut disse med andre metaller, for eksempel Al. Sammenligning av for eksempel Au/Ge/Ni og Al/Ge/Ni kontakter er derfor også ønskelig. Arbeidet vil foregå i tett samarbeid med forsker Sverre Pettersen, Institutt for fysikk, og kan også inkludere modellering.

Veileder: Turid Worren, turid.worren@phys.ntnu.no, Tel. 90386, kontor E4-154

Bi-veileder: Jostein Grepstad, Institutt for elektronikk og telekommunikasjon

2. Måling av lokale elektriske egenskaper ved hjelp av SPM-teknikker

SPM står for "scanning probe microscopy" og er en samlebetegnelse på teknikker hvor man fører en liten spiss over en prøveoverflate for å avbilde en egenskap i overflata (på mikro- eller nanometerskala). For eksempel kan man måle topografien i overflata eller hvis spissen og prøva er elektrisk ledende, kan man måle de elektriske egenskapene (ledningsevne, overflatepotensial) lokalt. Ved å kløyve prøvene og sette dem på høykant kan man måle egenskapene innover i prøva.

Oppgaven går ut på å prøve ut to ulike SPM-teknikker for å måle elektriske egenskaper i polykrySTALLINSKE silisiumskiver beregnet for solcelleformål.

Veileder: Turid Worren, turid.worren@phys.ntnu.no, Tel. 90386, kontor E4-154

Ekspérimentell optikk

1. Multi-photon spectroscopy

Veileder: M. Lindgren, mikael.lindgren@phys.ntnu.no. Rom D5-105 i Realfagbygget

Two-photon absorption (TPA) can be used in laser fluorescence spectrometers as well as for advanced spectroscopy. Using a new MIRA fs-laser facility and a photon counting detection system at NTNU Fysikk, multiphoton excitation spectroscopy can be carried out. There are several projects that can be carried out (depending on interest/requests from students):

Combining the “z-scan method” and fluorescence spectroscopy to determine TPA cross-section.

Studies of polarization anisotropy in TPA-active dyes. How does it relate to molecular dynamics?

Studies of particular application systems. E.g., we are studying DNA/Chitosan complexes (with biophysics at NTNU-Physics) and TTR-proteins in amyloidic diseases (with Linköping-Biochemistry).

The projects are suitable for a physics student with interests in physics science applied on biological systems. In addition it might be useful to have some knowledge about electronics and computer programming.

2. Time-resolved fluorescence spectroscopy

Veileder: M. Lindgren, mikael.lindgren@phys.ntnu.no. Rom D5-105 i Realfagbygget

High repetition rate lasers in conjunction with single photon counting techniques and polarization control can be used to directly measure a variety of dynamic molecular properties from fluorescence emission of molecular systems. For example, rotational diffusion processes can be measured directly from the polarization anisotropy; fluorescent resonance energy transfer can be used to measure the distance between donor-acceptor fluorophore pairs from changes of the life-time of the donor. In the proposed project a new spectrometer based on single photon counting will be used. Detection and analysis of the polarization sensitive emission decay will aid to determine the ‘physical state’ of fluorescent molecules in proteins and/or similar biopolymers. The goal is to understand the molecular dynamics giving rise to depolarization anisotropy.

In the proposed project we work with biochemist at Linköping University, studying the protein TTR (Transthyretin) and the formation of oligomeric amyloid structures. The project is suitable for a physics student with interests in life-sciences and biophysics, or a chemist/biochemist student with interest in spectroscopy and analysis techniques. Expect some “wet-chemistry” sample preparation.

SEKSJON FOR BIOFYSIKK OG MEDISINSK TEKNOLOGI

Biopolymerer

Mange biopolymerer fungerer ved deres samspill med andre komponenter. Innen dette området arbeides det for eksempel med interaksjoner som basis for geldannelse, dynamisk kraft spektroskopi på enkelt-molekyl nivå, lagdelte biopolymer polyelektrolyttkomplekser, og organisering av kollapset form av DNA og andre semi-fleksible biopolymer. Teknikkene som brukes for å bestemme de ulike selvorganiserte strukturene og flyteegenskaper er AFM (atomic force microscopy), ulike kontrastteknikker på lysmikroskop, og reologi. Dimensjoner og krefter kan bestemmes med presisjon i nanometer og sub-nanoNewton området. Bildebehandling er en integrert del av dette. Det arbeides med ulike skreddersydde polysakkarider, DNA og polysakkarid modifierende proteiner. Motivasjonen for dette ligger både innen molekylære forståelse av biologiske interaksjoner og organisering, og for teknologisk utnyttelse. Innen dette feltet tilbys det prosjektoppgaver med fokus på et eller en kombinasjon av følgende tema:

1. Kompaktering av karboksylert scleroglukan

Kompleksing av DNA med polykationer viser seg å kondensere den utstrakte dobbelheliks strukturen til en blanding av toroidal, lineære og globulære strukturer. Ulike polykationer kompleks DNA med ulike effektivitet, og også på en måte som polykationspesifikt kan forhindre videre aggregering av toroidale polykation-DNA komplekser. Morfologien til den kompakte formen av DNA er til en stor grad bestemt av kjedestivheten og den tiltrekkende energien mellom polymersegmentene. Den siste parameteren påvirkes ved hjelp av valg av polykation, og en kan variere kjedestivhet ved å velge ulike polyanioner. I denne oppgaven ønskes det å bestemme kompaktering av trippel-heliks polysakkaridet scleroglukan. Denne polymeren omdannes til en polyelektrolytt ved derivatisering hvor en også kan kontrollere ladningstettheten. Målsettingen med undersøkelsen er å bestemme kompakterings-egenskapene til scleroglukan med ulike ladningstettheter og å undersøke hvordan oppførselen passer inn i etablerte fasediagram for kompaktering av polymerer som funksjon av kjedestivhet og tiltrekning mellom kjedene.

Hovedteknikken som planlegges brukt i oppgaven er Atomic force mikroskop (AFM), kombinert med bildeanalyse.

Aktuelle problemstillinger:

- Effekt av prepareringsbetingelser, molekylvekt og ladningstetthet av på deres evne til indusere toroidale supramolekylære strukturer i biopolymerer kartlagt ved AFM
- Kvantitative bestemmelse av kompakte strukturer ved bildebehandling.

Veiledere: Marit Sletmoen, (marit.sletmoen@phys.ntnu.no) Bjørn T. Stokke (bjorn.stokke@phys.ntnu.no)

2. Biokompatible polymermaterialer med transduceregenskaper for fysiske og kjemiske parametre

Vi ønsker en undersøkelse av slike materialer med tanke på å utvikle sensorer som kan avleses vha. deteksjonsteknikken som vi arbeider med i vår biosensor (dimensjonsmåling). Vi tenker på sensorer for temperatur, trykk, magnetfelt, etc.

Noen karakteristika ved selve målesituasjonen er at det er små sensorelementer, at svellingeffekter måles interferometrisk som dimensjonsendring; det kan være konkurrerende effekter ved flere parametre til stede samtidig (eks. i kjemisk miljø), - tidsrespons og transienter (flere tidskonstanter finnes).

Veiledere: Sven Tierney, (sven.tierney@phys.ntnu.no); Bjørn T. Stokke (bjorn.stokke@phys.ntnu.no)

3. Kompaktering av DNA med polykationer: Karakterisering med fluorescensspektroskopi

Utvikling av bærere for effektiv genlevering er nødvendig for genterapi. I denne sammenheng brukes tre hovedstrategier: Virus, liposomer eller polykationer. Her fokuseres det på polykationet kitosan, som er fremstilt fra reke- og krabbeskall. Polykationer generelt danner komplekser med DNA ved en generell elektrostatiske mekanisme. Denne kompleksing fører også til at DNA går over til en mer kompakt tilstand, hvor toroider med størrelse bestemt av kjedestivheten til DNA er karakteristiske. En måte å bestemme disse ulike tilstandene er ved bruk av ethidium bromide (EtBr). EtBr interkalierer mellom baseparene i DNA, med den følge at kvantutbytte øker sterkt. Dersom et slik EtBr-DNA komplekseres med DNA, vil dette føre til fortregning av EtBr, og på den måten kan sentrale problemstillinger i kompleksingseffektiviteten undersøkes: - effekt av løsningsmiddel (pH, ionestyrke), effekt temperaturhistorie på stabilitet til komplekser i forbindelse med destabilisering. Fluorescensspektroskopi for å bestemme ulike interaksjonsmoder mellom EtBr og DNA, og fortregning ved hjelp av polykationer, vil være hovedmetode.

Veiledere: Mikael Lindgren, (mikael.lindgren@phys.ntnu.no) Marit Sletmoen, (marit.sletmoen@phys.ntnu.no) Bjørn T. Stokke (bjorn.stokke@phys.ntnu.no)

Synsbiofysikk (biosystemer)

Veiledere: Arne Valberg og Inger Rudvin
(arne.valberg@phys.ntnu.no og inger.rudvin@phys.ntnu.no. Tel.: 98373, rom E4-136).

Eksperimentell oppgave:

Måling av multifokale elektroretinogramer (ERG) ved hjelp av VERIS

VERIS er et nytt utstyr for kartlegging av netthinnens elektriske aktivitet. Det representerer forskningsfronten på området og er foreløpig det eneste utstyret av dette slaget i Norge. Med VERIS kan en foreta simultane måling av lokale potensialer på over hundre mindre felter fordelt over netthinnen. Det visuelle stimulus er et stort rutemønster hvor hver enkelt rute tennes og slukkes i en forhåndsprogrammert sekvens. Mens forsøkspersonen fikserer dette mønsteret, måles den elektriske aktiviteten. Ved høye lysnivåer og stor reseptoraktivitet er disse potensialene størst i den sentrale delen av øyet og avtar med økende eksentrisitet på netthinnen. Ved å sammenligne størrelsen og forsinkelsen i de mange lokale netthinnepotensialene med en normalfordeling, kan man identifisere områder med funksjonssvikt.

Vi ønsker å bruke utstyret til bl.a. å lokalisere og karakterisere synsutfall i netthinnen ved øyesykdommer. Sammen med St. Olavs hospital vil utstyret bli brukt i et EU-prosjekt (deltakere fra Tyskland, Nederland, England og Norge). Vi skal undersøke muligheter for tidlig diagnostisering av aldersrelater makuladegenerasjon (AMD) ved å se på de enkelte tappetyperes temporale respons. Dette er en sykdom som særlig er utbredt blant personer over 60 år. Den fører til at skarpsynet svekkes og i siste instans til blindhet.

Eksperimentell oppgave

Måling av Visual Evoked Potential (VEP) for farge og luminans

Målinger av kortikale synspotensialer hos mennesket har vist en overraskende luminans-assymmetri for røde og grønne farger. Prosjektet går ut på å gjøre slike målinger på en rekke forsøkspersoner for å få informasjon om mulige individuelle forskjeller, og knytte resultatene til den enkeltes farge- og lysfølsomhet.

Medisinsk teknologi

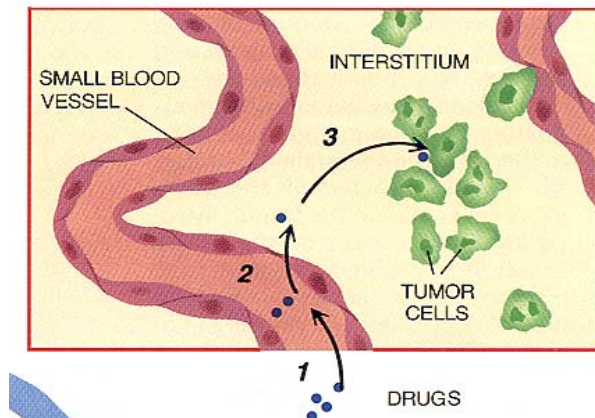
Transport av terapeutiske makromolekyler i kreftvev

Bakgrunn <http://www.ntnu.no/~cathd/>

Et av hovedproblemene ved konvensjonell kreftbehandling som stråleterapi og kjemoterapi, er at behandlingene ikke er spesifikke for kreftcellene. Den ioniserende strålingen og cellegiften ødelegger både normalt vev og kreftvev, og skadene på normalt vev begrenser dosene som kan benyttes.

Ulike strategier for å utvikle kreftspesifikke behandlinger er foreslått. Utviklingen av monoklonale antistoffer som binder seg til kreftspesifikke antigener på overflaten av kreftcellene gav håp om en ny og kreftspesifikk behandling. Monoklonale antistoffer kan benyttes som bærere for radioaktive isotoper, toksiner eller andre giftstoffer. Genterapi basert

på DNA vektorer som bærer terapeutiske gen kan bli en annen kreftspesifikk behandling. Liposomer benyttet som bærere av cellegift for å forbedre farmakokinetikken, redusere toksisiteten til normalt vev og øke spesifisiteten for kreftvev er et annet eksempel på bruk av makromolekyler. Felles for alle disse behandlingene er at det benyttes store molekyler med en diameter i størrelsesorden 10 til 10.000nm, mens konvensjonelle cellegifter små molekyler med diameter under 1 nm. Slike store molekyler har problemer med å nå fram til kreftcellene, og det er vist at bare en liten del av makromolekylene som injiseres når fram til kreftvevet. Når medikamenter injiseres intravenøst eller gis oralt har molekylene en vanskelig vei fram til bestemmelsesstedet. Om de skal lykkes å nå fram og drepe kreftcellene avhenger av at det er et godt utviklet blodårenettverk i svulsten, at molekylene kan passere over kapillærveggen og at de er i stand til å trenge gjennom rommet mellom kreft cellene (kalt ekstracellulær matrix (ECM) eller interstitium). Disse transportetappene avhenger av diffusjon der fluksen av molekylet er proporsjonal med konsentrasjonsgradienten og konveksjon der fluksen av molekylet er proporsjonal med den hydrostatiske trykkgradienten. Det er vist at svulster har et høyere interstitielt væsketrykk enn normalt vev, og dette er et av hovedproblemene for å få makromolekyler fram til kreftcellene. Diffusjon kan derfor være den primære transportmekanismen.



Cellegiftenes vei fram til kreftcellen er komplisert og avhenger av:

- 1. Blodårenettverket**
- 2. Transport over blodåreveggen**

Disse transportetappene drives av to fysiske prosesser:

- Diffusjon på grunn av konsentrasjonsforskjeller

Det blir tilbudt 2 oppgaver med denne problemstillingen:

Struktur av ekstracellulær matrix studert ved Second Harmonic Generation (SHG)

Veiledere: Arne Erikson (tel 93634), Tore Lindmo (tel 93432)

Formål: Strukturen av ekstracellulær matrix er av stor betydning for makromolekylers evne til å penetrere gjennom vevet. Vi har vist at sammensetningen av ulike bestanddeler av ekstracellulær matrix som collagen og glycosaminoglykaner er avhengig av hvor i et forsøksdyr tumoren vokser.

Metode: Generering av andre harmoniske signal er vist å gi informasjon om strukturen av collagen. Med andre harmonisk signal menes her at to fotoner med en gitt frekvens omformes til et foton med den dobbelte frekvensen uten absorpsjon eller emisjon, dvs energien er konstant. Kun spesielle polare strukturer som collagen er i stand til å genere andre harmoniske signal. Ved å benytte to-foton mikroskopi og måle lys ved den doble frekvensen kan strukturen av collagen avbildes.

Transfektering av kreftcellelinjen OHS med RFP for å kunne skille mellom kreftvev og normalvev i vinduskammer på mus ved laser scanning fluorescensmikroskopi.

Veileder: Ingunn Tufto (tel 93712), Tore Lindmo (93432)

Formål og metode: Ved bruk av vinduskammer på mus kan man direkte observere hvordan transporten av terapeutiske makromolekyler er *in vivo*. For å få maksimal informasjon om hvor makromolekylene er lokalisert er en imidlertid avhengig av å kunne skille mellom normalvevet og kreftvevet i kammeret. I denne oppgaven ønsker vi å oppnå dette ved å transfektere kreftcellene med et RFPplasmid (red fluorescence protein). Når kreftcellene implanteres i kammeret vil de observeres med rød fluoresens ved laser scanning fluorescensmikroskopi.

MR-spektroskopi/TrønderBrain

Fra prosjektet "TrønderBrain" ved Institutt for nevromedisin, Det medisinske fakultet, NTNU og Avdeling for nevrologi og klinisk nevrofysiologi, St. Olavs Hospital, vil vi kunne tilby en oppgave innenfor MR-spektroskopi. Vårt fokus er genetiske og metabolske studier i forbindelse med demens. Oppgaven vil omhandle generering av grunnlagsdata for *in vivo* MR-spektroskopi og innebærer arbeid på kliniske MR-systemer med hovedvekt på fantomstudier.

Andre oppgaver kan også komme i betraktning.

Kontaktpersoner:

Professor Linda White (Linda.White@medisin.ntnu.no)

Forsker Oddbjørn Sæther (Oddbjorn.Sather@medisin.ntnu.no)

Biofysikk

Studier av lysindusert celledød.

Veiledere: Thor Bernt Melø, Anders Johnsson, Ståle Ramstad

Vi er interessert i mekanismene for *lysindusert inaktivering av kreftceller og bakterier*. Ved å tilføre et stoff populært kalt ALA kan man i kreftceller og bakterier øke konsentrasjonen av fotopigment. Etter lyseksitasjon starter fotopigmentmolekylene en rekke reaksjoner som fører til celledød. Metoden blir nå brukt klinisk, bl.a. for å lysbehandle enkelte former av tumor på hud, og prøves også på andre tumor-former ved bruk av lysledere. Man arbeider også med å bruke disse lysreaksjonene for å bryte ned bakterier. Behandlingen blir kalt PDT (Photo Dynamic Therapy).

Vi har studert slike nedbrytingsprosesser i kreftcelle-linjer og i bakterier (hvor de lysfølsomme molekylerne er porfyriner). Vi konsentrerer nå arbeid på å studere lysreaksjoner hos *Propionium*bakterier (som bl.a. er kjent for å ta del i sykdommen akne), og i kreftceller. Man håper at lysbehandling av bakterier kan bli et alternativ til antibiotikabehandling. Flere oppgaver er her aktuelle:

- a) Bruk av flow cytometri i undersøkelser av celledød etter PDT (apoptose – nekrose)
- b) Studier av frie radikaler som kan dannes i lysreaksjonene. Disse radikalene blir studert ved elektronspinnresonans (ESR, eller EPR). Her vil vi også ta i bruk såkalte spin-traps
- c) Nye studier av blærekreftcellers følsomhet for PDT

d) I litteraturen er det rapportert at magnetfelt (100 Hz, sinusformet) kan påvirke opptaket av aktuelle bærestoffer som genererer de lysfølsomme molekylene.

Dette kan være et viktig funn for a studere magnetfelts eventuelle påvirkning av opptak gjennom cellemembranene. Oppgaven er å studere stoffopptak og lysinduserte reaksjoner i bakterier (med og uten pålagte magnetfelt).

Denne oppgaven vil gi kunnskaper i fotobiofysikk, lysspektroskopi, målinger av elektromagnetiske felt samt gi erfaring av eksponeringsutstyr for elektromagnetiske felt.

Måling av fasefølsom fluorescens fra planter.

Veileder: Thor Bernt Melø, Anders Johnsson

Måling av fluorescens fra planter kan brukes til å bestemme fotosyntesekapasiteten, som er et mål for hvor mye av den absorberte lysenergien som omsettes til kjemisk energi i en plante.

Fotosyntesekapasiteten vil variere med plantens tilstand, og oppgaven tar sikte på å måle denne som funksjon av plantetemperatur og belsningsnivå.

Oppgaven vil omfatte litteraturlesning, modifisering av eksisterende utstyr, datainnsamling og bearbeiding og fortolkning av malingene i lys av ulike teorier fra litteraturen.

Studier av elektromagnetiske felts påvirkning av celler og organismer.

Veiledere: Anders Johnsson, Aksel Straume, Thor Bernt Melø

Vi gjennomfører et prosjekt hvor elektromagnetiske felts forekomst og biologiske effekter blir studert. Av interesse er effekter av lavfrekvente magnetiske felt - typisk 50Hz. Videre er vi interesserte i effekter i radiobølgeområdet - typisk 30 MHz.

Oppgaven vil omfatte studier av enkeltcellers transportmekanismer i magnetfelt. Vi har skissert et relevant opplegg ovenfor under tittelen "Studier av lysindusert celledød", punkt d).

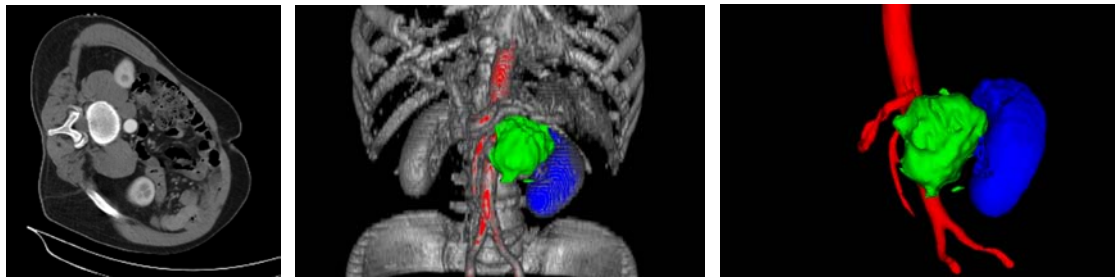
I oppgaven er det av interesse å vektlegge de måletekniske aspektene, men cellebiofysiske aspekter er også viktige og lysspektroskopiske målinger må gjennomføres.

HOVEDOPPGAVER FRA ANDRE INSTITUSJONER

Oppgaver fra SINTEF Helse

1. Segmentering av medisinske bilder

Segmentering betyr i denne sammenhengen å trekke ut overflater av strukturer fra de medisinske bildene for å kunne gi en mer lettfattelig oversiktsvisualisering på operasjonsstua av anatomien til pasienten som skal opereres. Noen organer er viktigere enn andre under operasjoner (f.eks. blodårer), og det er derfor viktig at kirurgen kan oppfatte disse så enkelt og raskt som mulig under minimal invasive inngrep (f.eks. for å unngå blødninger).



Snittbilde (CT), og eksempler på segmentering av organoverflater fra 3D CT data.

Vi ønsker å undersøke, gjerne i form av et litteraturstudium som prosjekt og dernest implementering/uttesting i en eventuell hovedoppgave, ulike metoder/algoritmer for segmentering av medisinske data, i første omgang MR og CT.

Kontaktperson: Arild.Wolff@sintef.no

2. Statistisk analyse av bevegelse i plakk

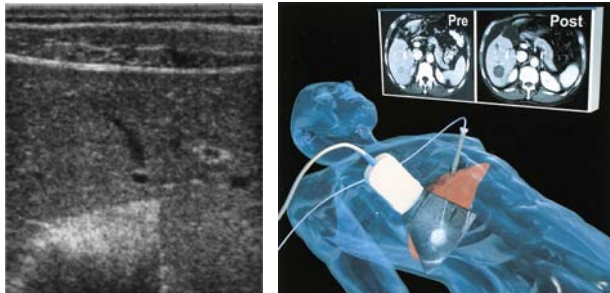
Plakk er avsetninger ("forkalkninger") i blodårer, og vi studerer her de årene som fører blod til hjernen. Hvis plakket sprekker opp eller løsner (embolisering) og følger blodet til hjernen, kan det føre til slag, lammelser eller i verste fall død. Åreveggen og plakket er i syklisk bevegelse pga. hjerteslagene. Vi har utviklet en teknikk for å måle denne bevegelsen ut fra serier av ultralydbilder. Vi har data fra en gruppe pasienter, og har analysert disse dataene statistisk for å finne sammenhenger mellom bevegelsesmønster og risiko for embolisering. Resultatene kan beregnes som ulike bevegelsesparametre (f.eks. amplitude, strekk, torsjon). Disse er foreløpig beregnet over hele plakkarealet, og analysert enkeltvis. Imidlertid antar vi at dataene inneholder mer informasjon som kan gjøre klassifiseringen enda mer nøyaktig. Oppgaven består av to hoveddeler, hvor den første går ut på å modifisere beregningen av bevegelsesparametrene, og gjenta den statistiske analysen på disse resultatene. Den andre delen består i å utvide analysen til å se på mulige samvariasjoner mellom parametrene. Særlig den siste delen innebærer avansert statistisk analyse og krever gode kunnskaper innen dette feltet, f. eks. faget Multivariat analyse, og erfaring med SPSS eller et annet statistikkprogram. De to hoveddelene kan eventuelt utvides og utføres som separate oppgaver av to studenter.

Kontaktperson: Jon.Bang@sintef.no

3. Temperatur-monitorering av RFA (radiofrekvens tumor-ablasjon) med ultralyd

Behandling av leversvulster innebærer ofte store inngrep på pasientene og at mye av leveren må fjernes. Noen pasienter kan ikke opereres på tradisjonell måte heller. Derfor er lokale behandlingsteknikker interessante i denne sammenheng. Disse teknikkene går ut på at man

fører inn en probe (tynn nål) til svulsten og enten varmer (RFA) den eller fryser den inntil alle kreftceller samt en del friskt vev i en viss omkrets av svulsten er dødt. Slike behandlingsteknikker er avhengig av god veiledning av proben inn i svulsten samt en eller annen form for monitorering underveis for å være sikker på at hele svulsten er "fjernet".



Ultralysbilde av leversvulst og illustrasjon av lokalbehandling av leversvulster veiledet av ultralydabildning.

Vi utforsker muligheten for å overvåke denne behandlingen med ultralyd. Dvs. analyse av ekkosignaler for å bestemme temperaturutviklingen i området omkring behandlingsproben. Metoden krever bl.a. kunnskap om lydshastighet som funksjon av temperatur for human lever. Et litteraturstudium vil nok være nødvendig for å sette seg tilstrekkelig inn i problematikken samt for å få en oversikt over det som allerede er gjort på området.

Kontaktperson: Thomas.Lango@sintef.no

Bruk av 2D og 3D ultralyd i ryggkirurgi for registrering av preoperative CT data

I spinalkirurgi benyttes for enkelte inngrep navigasjon, basert på preoperative CT data. På operasjonsstua kan disse preoperative dataene registreres til pasienten vha. røntgenbilder/gjennomlysning. Denne løsningen har vesentlige ulemper i forhold til logistikk (håndtering av C-bue/gjennomlysningsapparat) og i forhold til stråledoser (pasient og helsepersonell).

Det finnes noe litteratur på at ultralyd kan brukes for å avbilde beinstrukturer i ryggstøyla, og at disse ultralyddataene kan brukes til å registrere CT bilder. Det er imidlertid en utfordring å samle inn gode ultralydbilder av ryggstøyla, både pga. geometrien til ryggvirvlene og pga. stor forskjell i akustisk impedans mellom bløtvev og bein. Metoder for registrering av ultralyd og CT data må derfor være robuste, og må kunne fungere med den kvaliteten på ultralydbilder som er oppnåelig.

Opgaven kan deles inn i følgende:

- 1) Litteratursøk, bruk av ultralyd i ryggkirurgi, metoder for registrering av ultralyd og CT bilder av rygg.
- 2) Innsamling av ultralyddata: optimalisering av innsamlingsparametere for 2D og 3D ultralyd.
- 3) Evaluering av metoder for registrering av 2D/3D ultralyd og CT/MR

Kontaktperson: Tormod Selbekk, SINTEF Helse (tormod.selbekk@sintef.no)

Nasjonalt kompetansesenter for 3D ultralyd i nevrokirurgi

Oppgaver fra St. Olavs Hospital, Kreftavdelingen

Strålebiologi brystkreftceller

Oppgaven fokuserer på effekt av stråling og ulike medikamenter på vekst og kolonidannelse av brystkreftceller i kultur. Forskningslaboratoriet ved Kreftavdelingen har anskaffet automatisk koloniteller og celleteller og bruk av dette utstyret vil være en del av oppgaven. MR spektroskopi vil også brukes i studiene. Oppgaven er videreføring av prosjektoppgaver i høst, og endelig oppgavetekst vil bli bestemt når prosjektoppgavene er ferdig. Oppgaven vil inngå som en del av et større arbeid der de samme cellene vil bli brukt i ulike MR studier ved museforsøk.

Veiledere ved Kreftavdelingen:

Anne Beate Langeland Marthinsen (73867824)	Anne.Marthinsen@stolav.no
Signe Danielsen	Signe.Danielsen@stolav.no
Trond Strickert	Trond.Strickert@stolav.no
Steinar Lundgren	

Samarbeidspartnere på MR-senteret: Ingrid Gribbestad og Tone Frost Bathen.

Kartlegging av romlig og dosimetrisk innstillingsnøyaktighet ved hjelp av EPID.

Både ved kurativ og lindrende strålebehandling vil en betingelse for å nå målsettingen med behandlingen være at krav til romlig og dosimetrisk presisjon er oppfylt. For å kontrollere at strålefeltene er korrekt posisjonert i forhold til pasientgeometrien tas bilde av strålefeltene ved behandling. Dette gjøres ved et digitalt deteksjonssystem, kalt EPID (Electronic portal image device) der man avbilder den strålingen som transmitteres gjennom pasienten. Ved å sammenligne disse bildene med referansebilder for planlagt behandling (fra simulator og CT) kan man finne innstillingsusikkerheten for aktuelle pasientgrupper.

Det foreligger også muligheter til å bruke EPID til å bestemme absolutte doser som blir avgitt. Man kan da enten bestemme dosen fra feltet før pasienten kommer til behandling eller man kan bestemme transmittert dose under behandling og på den måten verifisere beregningene fra doseplansystemet.

Oppgaven kan vinkles i forskjellige retninger avhengig av studentens interesse og av hva som er mest relevant for avdelingen når prosjektet starter opp.

Veileder(e): Nina Levin (tlf. 73 86 95 39), Trond Strickert (tlf 73 86 78 23).

Apoptose i tumorvev studert med MR spektroskopi

Hensikten med denne diplomoppgaven er å etablere en protokoll for studier av apoptose i tumorvev. Oppgaven vil fokusere på vevsbiopsier fra brystkreftpasienter. Protokollen skal brukes som et grunnlag for å introdusere liknende studier *in vivo*. Endringer i lipidstruktur og cellemembranenes fluiditet som opptrer ved apoptose, genererer et antall små molekyler (cytoplasmiske lipid enheter, choline forbindelser) som kan måles med MRS teknikker. Første del av arbeidet vil være en litteraturstudie som kartlegger arbeidet innen MR og apoptose, med spesiell vekt på MRS teknikker. Det skal etableres kvantitativ 1H HR MAS MRS for å beregne konsentrasjonen av disse molekylerne i en studie av 20 tumorprøver og 20 kontroller. I tillegg vil 13C HR MAS MRS bli testet ut.

Veiledere ved Kreftavdelingen, EKF:

Ingrid S. Gribbestad Ingrid.Gribbestad@stolav.no Tlf. 93059103
Tone F. Bathen Tone.Bathen@stolav.no Tlf. 73863844
Steinar Lundgren

Kvantifisering av choline-forbindelser i kreftvev med HR MAS MR spektroskopi

HR MAS MR spektroskopi (high resolution (HR) magic angle spinning (MAS) magnetic resonance (MR) spektroskopi) brukes til å undersøke vevsbiopsier uten forbehandling av prøvene. Studenten må lære bruk av BRUKER 600 MHz instrument med fokus på HR MAS teknikken. Hensikten med oppgaven er å teste ut en ny metode for kvantitative målinger av metabolitter i intakt vev. Tidligere studier med bruk av intern standard har vist at standardene kan ha en viss interaksjon med vevet. Bruk av egen beholder for standardløsningen er problematisk da prøven spinner med en hastighet på ca. 5000 Hz og prøven vil da kunne ødelegges. Metoden ERETIC installeres nå og baserer seg på å kvantifisere vha et RF signal som korrelerer prøven til en ekstern standard. Kvantifisering av vevsprøver (n=15) vil bli gjennomført med bruk av denne metoden, opptakene vil inkludere både standard og T2-vekta spinn ekko 1H MR spekter. Her vil også T2 bli kalkulert og korrigert for.

Veiledere ved Kreftavdelingen, EKF:

Ingrid S. Gribbestad Ingrid.Gribbestad@stolav.no Tlf. 93059103
Tone F. Bathen Tone.Bathen@stolav.no Tlf. 73863844
Steinar Lundgren

Kvantitativ in vivo MRS bestemmelse av choline-forbindelser i brystkreftpasienter

In vivo MR spektroskopi kan gjøres i en vanlig MR undersøkelse av brystkreftpasienter. Et volum for MRS opptak lokaliseres i MR bildene ved bruk av bestemte pulssekvenser. Opptaksbetingelsene vil ha en effekt på signalet som måles fra metabolittene. I tillegg er kontaminering fra omkringliggende lipider et problem. Målet med denne studien er å kvantifisere choline-forbindelsene som detekteres i spektrene fra 10 brystkreftpasienter. Det skal gjøres ved bruk av en ekstern standard metode (tidligere publisert fra vår gruppe) og med å bruke vann som intern referanse. Resultatene fra de to målingene sammenlignes. Kandidaten skal være med å planlegge og gjennomføre de kvantitative målingene, samt å prosessere og beregne resultatene i etterkant.

Veiledere ved Kreftavdelingen, EKF:

Ingrid S. Gribbestad Ingrid.Gribbestad@stolav.no Tlf. 93059103
Tone F. Bathen Tone.Bathen@stolav.no Tlf. 73863844
Steinar Lundgren

Oppgaver fra Det Norske Radiumhospital

Medisinsk fysikk og teknikk

Nærmere opplysninger fås ved henvendelse til de foreslåtte veilederne. Radiumhospitalets sentralbord har telefonnummer 22 93 49 42

1. Bruk av IMRT for å forbedre stråleterapi av H&N mhp parotisdose i doseplanleggingssystemet KonRad – en mulighetsstudie

Målsetning: Kartlegge aspekter knyttet til bruk av IMRT for H&N-pasienter behandlet med konvensjonell 3D-CRT ved Radiumhospitalet – klinisk gevinst, QA, step & shoot kontra sliding window, Siemens kontra Varian (linac)

Metode/arbeidsoppgaver

- Doseplanlegge et antall pasienter i KonRad, der konvensjonell plan foreligger fra før
- Optimalisering av parametere – hva er viktig?
- Muligheter for sparing av parotis ++ med IMRT kontra 3D-CRT
- Step and shoot kontra sliding window
- Utføre planleggingen for både Siemens og Varian linac, og gjøre QA på disse planene (absolutt/film/gammatest) - er det forskjeller?

Ref/inspirasjon: Diplomoppgave v/St. Olavs Hospital, Marie Johansen: Bruk av IMRT for å forbedre stråleterapi av cancer cervicis uteri – En mulighetsstudie

Veiledere: Torbjørn Furre, Heidi Lorentzen

2. Dosealgoritmer: Collapsed Cone kontra Pencil Beam i TMS/OTP ved DNR

Målsetning: Verifisere dosene beregnet vha Collapsed Cone i forbindelse med innføring av algoritmen i klinikkens doseplanleggingssystem

Metode

- lage fantom med lunge og målemuligheter (kammer/TLD/alanin...)
- doseplanlegge i TMS og/eller OTP
- måle i fantom og vann
- sammenlikne beregnet og målt dose for de to algoritmene

Ref: Nisbet et al, Radiotherapy and Oncology, Vol 73, No 1, Oct 2004-10-28

- Denne artikkelen tar for seg problemstillingen i TMS for Elektamaskiner ved to stråleterapisentre i Storbritannia. Hva med våre maskiner?

Veiledere: Torbjørn Furre/Heidi Lorentzen evt også andre

3. Dosimetri i doseoppbyggingssonen med ionisasjonskammer TLD og evt andre dosimetre (alanin)

Målsetting: Det er observert en usikkerhet ved de doseberegninger som gjøres av doseplanleggings-systemet i den delen av feltet som er like under hudoverflaten (build-up-sonen). Mistanken går i retning av at det beregnes for høye doser i dette området. Dosen her kan ofte være avgjørende for hvilken stråle-energi man velger. Det er viktig å få gode eksperimentelle data.

Metode: Måle med termoluminiscens-dosimetre (TLD), spesielle ionisasjonskammer og eventuelt andre dosimetre for å kartlegge den detaljerte fordelingen av absorbert dose. Måleresultatene skal både sammenlignes innbyrdes og med beregnede fordelinger.

Veileder: Eva Stabell Bergstrand

4. Videreutvikling og testing av et SPECT/PET-fantom

Målsetting: Vi har under utvikling at kroppslignende fantom med et innebygget simulert levervolum. Dette volumet vil vi fylle med simulerte kuleformede strukturer som har større spesifikk aktivitet (becquerel per ml) enn levervevet. Vi har utviklet et par teknikker for å gjøre dette slik at de kuleformede strukturene praktisk talt ikke får noen veggtykkelse, og aktiviteten i levervolumet holder vi på plass med en gel. Videreutviklingen vil gå på teknikker for å kontrollere volum og størrelser av disse strukturene bedre, og samtidig kunne plassere dem i vilkårlige posisjoner innenfor leverfantomet.

Metode: Utvikling og utprøving av egnede metoder for å lage nøyaktige og kontrollerbare kuleformede strukturer. Anvendelse av fantomet både for SPECT (single photon emission computed tomography) og PET (positron emission tomography)

Veileder: Arne Skretting

5. Studier av kollimering og nedre størrelsesgrense for deteksjon av brystkreft med radioaktive preparater

Målsetting: Å bestemme optimal kollimering og nedre størrelse av svulster som vil kunne sees med vårt digitale gammakamera for mammoscintigrafi.

Metode: Studere relasjoner mellom ulike mulige kollimatorer og sensitivitet for utstyret. Simulere, planlegge og bygge nye kollimatorer. Utføre målinger med et spesiallaget fantom.

Veileder: Arne Skretting

Elektrode-måling av oksygentensjon og væsketrykk i kreftvev

Bakgrunnsinformasjon

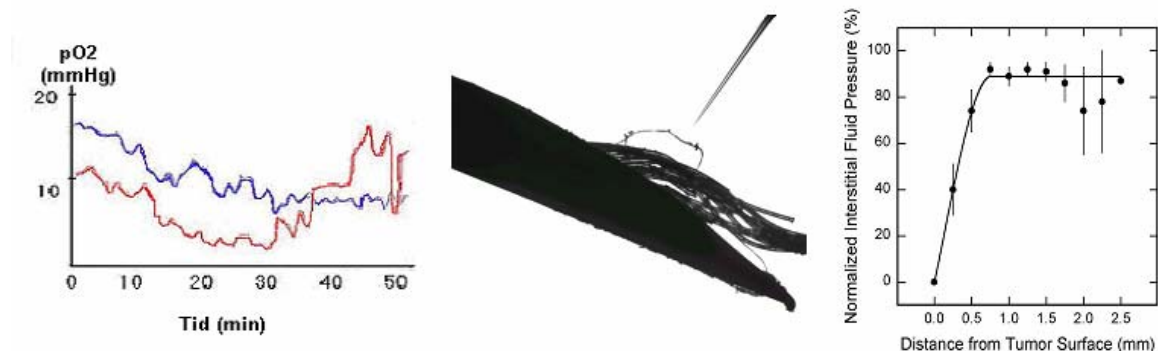
Kreftsvulster blir mer og mer resistente mot strålebehandling etter hvert som tiden går. Dette henger sammen med at de fysiologiske forholdene i vevet endrer seg når kreftsvulster vokser. Kreftsvulster er avhengig av å danne nye blodårer for å kunne vokse. Disse blodårene danner et abnormt nettverk som fungerer dårlig, noe som fører til at oksygentensjonen reduseres og det interstitielle væsketrykket øker. Kreftsvulster som har spesielt lav oksygentensjon eller spesielt høyt interstitielt væsketrykk er resistente mot strålebehandling.

Problemstilling

Mekanismene som ligger til grunn for at oksygentensjonen avtar og det interstitielle væsketrykket øker når kreftsvulster vokser, er ukjent. Sammenhengen mellom oksygentensjon og interstitielt væsketrykk er heller ikke kjent. For å oppnå mer effektiv strålebehandling er vi avhengig av ny kunnskap på dette området. Hovedhensikten med vårt forskningsprosjekt er å tilveiebringe kunnskap om oksygentensjon og interstitielt væsketrykk i kreftsvulster, slik at vi kan finne fram til nye metoder for å gjøre kreftsvulster mer følsomme for strålebehandling.

Metoder

Humane kreftsvulster implantert i huden til immundefekte mus blir benyttet som modellsystem for kreft hos mennesker. Oksygentensjon og interstitielt væsketrykk måles med prober som føres inn i kreftvevet. Eppendorf-prober måler oksygentensjon ved elektrokjemisk reduksjon og blir benyttet til å tilveiebringe informasjon om den romlige heterogeneiteten i oksygentensjon. OxyLite-prober måler oksygentensjon ved hjelp av fluorescence-teknikk og blir benyttet til å få informasjon om variasjoner i oksygentensjon over tid. Mikropipette-prober anvendes til å måle gradienter i interstitielt væsketrykk i periferien av kreftsvulster. Wick-in-needle-prober benyttes til å måle interstitielt væsketrykk sentralt i kreftvev.



Figur 1: Fluktuasjoner i oksygentensjon i et humant melanom-xenograft målt med OxyLite-prober (til venstre), mikropipette-probe og wick-in-needle-probe for måling av interstitielt væsketrykk (i midten), og interstitielt væsketrykk i periferien av et humant melanom-xenograft (til høyre).

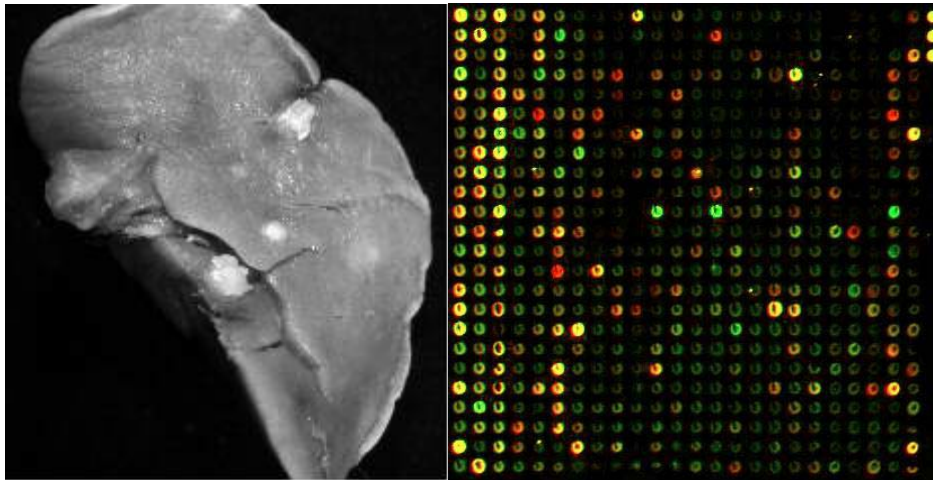
Hovedoppgaver

Studenter som ønsker hovedoppgave (diplomoppgave) i tilknytning til dette prosjektet kan ta kontakt med stipendiat Kjetil G. Brurberg (Tlf.: 22934218; E-mail: kjetilgb@klinmed.uio.no) eller professor Einar K. Rofstad (Tlf.: 22934279; E-mail: e.k.rofstad@labmed.uio.no).

Mikromatrise-studier av kreftvev

Bakgrunn

Kreftsvulster (primærsvulster) sprer seg ved at celler i primærsvulsten vokser inn i blod- eller lymfeårer og blir transportert med blodet eller lymfen til andre organer hvor de danner dattersvulster (metastaser). Primærsvulsters evne til å danne metastaser avhenger av de fysiologiske forholdene i kreftvevet. Viktige fysiologiske parametre er oksygentensjon, ekstracellulær pH, laktatkonsentrasjon, interstitielt væsketrykk, og angiogeneseaktivitet. Strålebehandling innvirker også på kreftvevets evne til å danne metastaser. Dette henger sammen med at fysiologiske forhold og strålebehandling endrer genekspressjonsmønsteret i kreftsvulster.



Figur 1: Lunge med metastaser fra mus med implantert humant melanom-xenograft (til venstre) og mikromatrise (til høyre)

Problemstilling

Sammenhengen mellom fysiologiske forhold i primærsvulster, metastaseringssevne og genekspressjonsmønster er lite studert. Det er heller ikke kjent hvordan strålebehandling modifierer genekspressjonsmønsteret i primærsvulster og således modifierer deres metastaseringssevne. Hovedhensikten med vårt forskningsprosjekt er å tilveiebringe kunnskap om hvordan fysiologiske forhold og strålebehandling endrer genekspressjonsmønsteret i kreftceller og hvilke konsekvenser den endrede genekspressjonen har for cellenes evne til å danne metastaser, dette med henblikk på å finne fram til behandlingsstrategier som kan hemme spredningen av kreftceller fra primærsvulster.

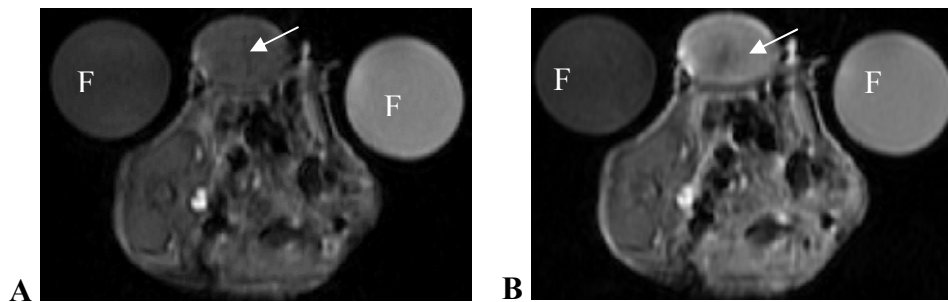
Metoder

Mikromatriseteknologi blir benyttet til å studere kreftcellers genekspressjonsmønster. Metoder som muliggjør studier av flere tusen gener samtidig er blitt etablert ved Radiumhospitalet. Immundefekte mus blir benyttet til å studere kreftcellenes metastaseringssevne.

Hovedoppgaver

Studenter som ønsker hovedoppgave (diplomoppgave) i tilknytning til dette prosjektet kan ta kontakt med forskningsstipendiat Ellen Fikke Halsør (Tlf.: 22934273; E-mail: halsor@c2i.net) eller professor Einar K. Rofstad (Tlf.: 22934279; E-mail: e.k.rofstad@labmed.uio.no).

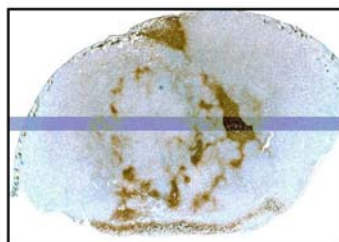
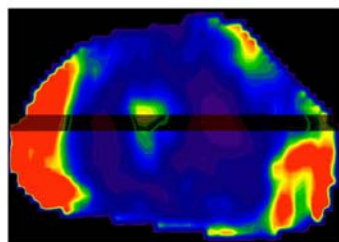
MR-avbildning av kreftvev



Figur 1: MR-bilder av mus med implantert humant melanom-xenograft (indikert med pil). Bildene er T₁-vektet og er tatt før (A) og etter (B) injeksjon av kontrastmiddel (Gd-DTPA). Fantomer (merket F) med kjent mengde kontrastmiddel muliggjør beregning av konsentrasjonen av kontrastmiddel i kreftsvulsten.

Bakgrunnsinformasjon

Kreftpasienter med samme diagnose kan ha svulster som responderer svært ulikt på strålebehandling. Dette henger sammen med at de fysiologiske forholdene i kreftvevet kan være svært forskjellig selv om histologien er den samme. Kreftsvulster med dårlig blodforsyning og stor fraksjon hypoksiske celler er spesielt resistente mot strålebehandling. Pasienter som har spesielt stråleresistente svulster bør få mer aggressiv behandling enn pasienter som har strålefølsomme svulster.



Figur 2: MR-bilde av blodstrøm (øverst) og histologisk snitt merket for hypoksi (nederst) for et humant melanom-xenograft. Brunfargede områder på det histologiske snittet er hypoksiske. De faller sammen med områder med lav blodstrøm (blått/lilla) på MR-bildet.

Problemstilling

Det er ikke etablert noen metode som kan benyttes til å identifisere de pasientene som har utviklet spesielt stråleresistente svulster. Hovedhensikten med vårt forskningsprosjekt er å etablere slike metoder. Vår hypotese er at den ønskede informasjonen kan tilveiebringes gjennom funksjonell MR-avbildning av kreftvevet.

Metoder

Humane kreftsvulster implantert i immundefekte mus blir benyttet som modellsystem for kreft hos mennesker. MR-avbildningen utføres ved å anvende spesialkonstruerte MR-spoler og en klinisk MR-tomograf. Ved Radiumhospitalet har vi to 1,5 T MR-tomografer som blir benyttet til forskning på kveldstid. Forskjellige typer kontrastmidler blir anvendt, for eksempel Gd-DTPA og NC100150. IDL blir benyttet til kvantitativ analyse av MR-bilder.

Hovedoppgaver

Studenter som ønsker hovedoppgave (diplomoppgave) i tilknytning til dette prosjektet kan kontakte stipendiat Ilana C. Benjaminsen (Tlf.: 22935373; E-mail: i.c.benjaminsen@klinmed.uio.no) eller professor Einar K. Rofstad (Tlf.: 22934279; E-mail: e.k.rofstad@labmed.uio.no).

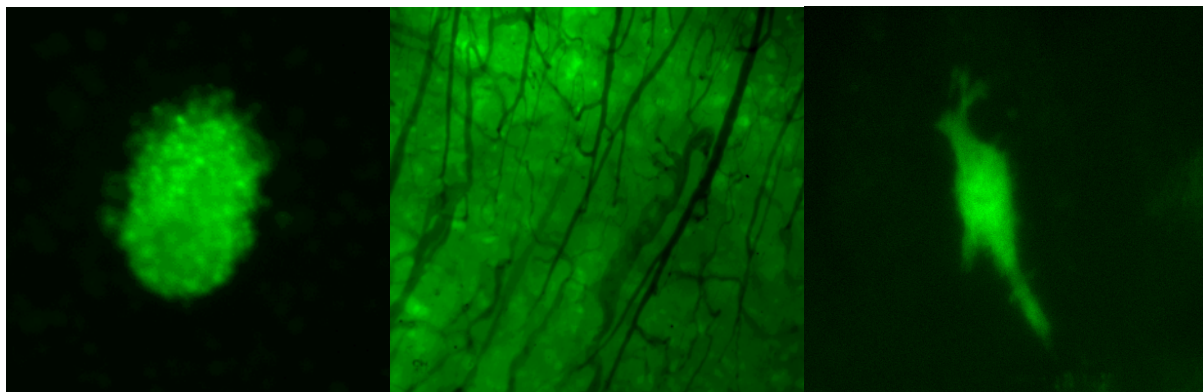
Vitalmikroskopi-studier av kreftvev

Bakgrunnsinformasjon

Kreftsvulster (primærsvulster) gir ofte opphav til dattersvulster (metastaser) i andre organer enn i det organet hvor kreftsykdommen først oppstår. Dette skjer ved at kreftceller i primærsvulsten vokser inn i blod- eller lymfeårer og blir transportert med blodet eller lymfen til andre organer. Der kan cellene begynne å dele seg og etter hvert danne nye svulster, såkalte dattersvulster eller metastaser. Det er som oftest oppvekst av metastaser som fører til at kreftpasienter dør av sin sykdom.

Problemstilling

Oppvekst av metastaser krever celleproliferasjon, celledifferensiering og angiogenese, det vil si nydannelse av blodårer. Disse initiale stadiene i oppveksten av metastaser er lite studert. Det er heller ikke kjent hvordan strålebehandling innvirker på oppveksten av metastaser. Hovedhensikten med vårt prosjekt er å tilveiebringe ny kunnskap på dette området, med henblikk på å finne fram til forbedrede strategier for behandling av mikrometastatisk sykdom.



Figur 1: Multicellulær spheroide av GFP transfekterte melanomceller implantert i hudfoldkammer (til venstre), kreftsvulst som har vokst ut fra spheroiden og etablert sitt eget vaskulære nettverk (i midten), og en enkelt melanomcelle som har dannet dendritter og vandret bort fra spheroiden (til høyre).

Metoder

Vitalmikroskopiteknikker blir benyttet til å studere de initiale stadiene i oppveksten av metastaser. Et hudfoldkammer implanteres på ryggen til immundefekte mus, og kreftceller injiseres intradermalt bak et vindu i kammeret. Kreftcellene studeres ved lysmikroskopi. Sensitive og støysvake CCD-kameraer koblet til et lysmikroskop blir benyttet til registrering og observasjon. Bilder og film lagres for senere analyse med bildebehandlingsprogrammer. Fluorescerende fargestoffer blir benyttet til å visualisere blodårer. Kreftcellene som benyttes er transfektert med et gen som koder for GFP (green fluorescence protein), noe som gjør det lett å skille mellom kreftceller og normale celler i kammeret.

Hovedoppgaver

Studenter som ønsker hovedoppgave (diplomoppgave) i tilknytning til dette prosjektet kan ta kontakt med forskningsstipendiat Bjørn Anton Graff (Tlf.: 22935373; E-mail: b.a.graff@labmed.uio.no) eller professor Einar K. Rofstad (Tlf.: 22934279; E-mail: e.k.rofstad@labmed.uio.no)

Projects of the “PDT and Photobiophysics Groups”

1. Effect of differentiating agents on the efficiency of photosensitization with protoporphyrin IX

Introduction

Recent work indicates that cellular differentiation may improve the efficiency of ALA-PDT. This was shown for primary mouse keratinocytes and for human LNPC prostate cancer cells. Differentiation resulted in an increase in the overall PpIX production and also reduced the fraction of cells with low PpIX levels. Thus, one might hope that differentiation results, not only in increased sensitivity to PDT, but also in a better tumour selectivity. A reason for the increase in ALA-induction of PpIX in differentiated cells may be that erythroid differentiated cells need more heme containing proteins. A convenient model for further investigations of this surprising and interesting phenomenon is the leukemia K562 cell line. After differentiation these cells have an extraordinary large need for heme. Several agents possess a differentiating activity on these cells: hemin, butyrate, retinoids, hematoporphyrin, PpIX etc.

Aims

Investigate the possibility that porphyrins, in particular ALA-induced PpIX, are capable of inducing differentiation of cancer cells.

Investigate the changes of porphyrin accumulation and PDT efficiency after differentiation. Our idea is that non mitochondrial porphyrins in cells can induce differentiation by means of influence on the expression of specific gene(s).

Experiments

Initiate differentiation of K562 cells by hematoporphyrin and PpIX and check the influence of this process on the sensitivity of the cells to PDT.

Investigate the possibility of achieving differentiation of tumour cells by butyrate and porphyrins.

Investigate if the sensitivity induced by differentiation of the tumour cells to ALA-PDT *in vitro*.

Investigate if it is possible to induce differentiation of tumour cells *in vivo* by ALA-induced PpIX, and investigate if this increases the efficiency of PDT on tumours *in vivo* (experimental tumours in mice).

Investigate the influence of retinoic acid on the differentiating effects of porphyrins including ALA-induced PpIX, on the efficiency of PDT *in vitro* and *in vivo*.

Methods

In vitro experiments: cell differentiation, photodynamic therapy, protein synthesis, cell death and viability assays.

In vivo experiments (mouse model): tumour implantation, cell differentiation, photodynamic therapy, tumour growth measurement.

Spectroscopy (absorption, fluorescence, reflectance).

Kontaktperson: Johan Moan, Prof. Ph.D., PDT group leader,
tel. 22934268, fax 22934270, e-mail: jmoan@fys.uio.no

2. Evaluation of the antiphotocarcinogenic action of ALA derivatives

Introduction

Skin cancer is an increasing problem in countries with Caucasian population. The incidence rate is doubling about every 15 years. In Norway there are about 10.000 new cases each year. The reason for this development is known to be increasing exposure to solar radiation. The introduction of sunscreens with UVB and UVA filters has not improved the situation significantly. A pertinent question is whether these sunscreens offer adequate protection or not, or if their main effect is to tempt people to stay longer in the sun. From photodynamic therapy with 5-aminolevulinic acid (ALA-PDT) it is known that pigmentation is produced. The exposure to visible light performed after application of ALA-derivatives produces pigmentation in the skin.

Aims

Our idea is to construct a suncream that

- offers a real protection against skin cancer induction;
- promotes pigmentation at the same time.

This suncream, contrary to UV radiation alone, will produce tanning in a fundamentally different way through photobiological processes not involving DNA damage.

Experiments

a. Pigment formation

UV induces melanogenesis via DNA damage/alterations. This most likely will not be the case for UVA exposure of skin containing PpIX to visible light. We will use mice that are easily pigmented by UV exposure (the project leader has earlier supervised the PhD work of Judith Kinley on pigment induction in CH3/Tif hr/hr hairless pigmented mice exposed to UVB or UVA and psoralens). The same methods and procedures will be applied in the present work as in that of Judith Kinley. We will be in close contact with melanogenesis and dermatology experts (Prof. T.Sarna, Jagiellonian University in Krakow, Poland; T.G.Truscott, Keele University, Keele, UK; and A.R.Young, J.Kinley's other supervisor, St.Thomas' Hospital, London, UK).

b. Mutagenicity of PDT with ALA and ALA-derivatives

In our group we have earlier studied the mutagenicity of traditional PDT as well as of UV radiation (J. Moan, H. Bårnrud, B. Noodt and others). We have also measured DNA damage (SS breaks and chromosome aberrations). These methods will be applied in the present project to look for genetic instability of cells exposed to sublethal doses of ALA-derivatives and light, and to determine the mutagenicity of treatment with ALA derivatives and light.

Methods

- Tissue characterisation by spectroscopy with a fibre-optic probe and imaging
- Spectroscopy (absorption, fluorescence, reflectance)
- Melanin quantification
- In vitro experiments (mutation assay, DNA strand break assay, cell death and viability assays).

Kontaktperson: Johan Moan, Prof. Ph.D., PDT group leader,
tel. 22934268, fax 22934270, e-mail: jmoan@fys.uio.no

3. Spectroscopy to monitor tissue oxygenation

Introduction

Oxygen status is important in photosensitization reactions, which is the basis of tumour destruction during photodynamic therapy (PDT) of cancer. Cancer tissues are sensitized with porphyrins, chlorines and other photosensitizers and exposed to visible light. The main mechanism of photosensitization in PDT is believed to be a Type II reaction where singlet oxygen, a cytotoxic agent, is produced. Thus, during light exposure oxygen is consumed in the tissue and concurrent oxygen depletion may influence PDT outcome.

Aims

The main purpose of the project is to test a spectroscopic method to measure oxy- and deoxyhemoglobin in tissues and establish a system to monitor tissue oxygenation during photosensitization.

Experiments

Measure fluorescence excitation spectra of PpIX induced by ALA or its derivatives before and during light exposure of normal mouse skin.

Measure reflectance spectra (synchronous scan, $\lambda_{exc} = \lambda_{em} + \Delta\lambda$, where $\Delta\lambda = 0$ nm) of normal mouse skin photosensitized with PpIX before and during light exposure.

Measure a “standard” reflectance spectrum from aluminium foil and calculate the remittance spectra before and during light exposure.

Correlate oxy- and deoxyhemoglobin ratio with PDT outcome:

Expose photosensitized tumours to light at different fluence rates;

Detect oxy- and deoxyhemoglobin;

Follow up the tumour growth.

Tissue imaging.

Methods

- Tissue characterisation by spectroscopy with a fibre-optic probe and imaging
- Spectroscopy (acquisition of fluorescence and reflectance spectra)
- Tumour growth analysis
- Spectral and image analysis.

Kontaktperson: Johan Moan, Prof. Ph.D., PDT group leader,
tel. 22934268, fax 22934270, e-mail: jmoan@fys.uio.no

4. Use of various intermediates and metabolites of the heme biosynthetic pathway, alone or in combination with 5-aminolevulinic acid (ALA) and its derivatives, for induction of endogenous porphyrins

Background

Accumulation of the endogenous porphyrins, mainly protoporphyrin IX (PpIX), is well documented after application (systemic, topical, oral) of the heme precursor 5-aminolevulinic acid (ALA). Porphyrin-type pigment PpIX is a strong photosensitizer, *i.e.* PpIX is activated by light and such photosensitization induces a series of cytotoxic reactions. Singlet oxygen is one of the main cytotoxic agents that inactivate biological cells. This approach is the basis of the Photodynamic therapy of cancer with ALA (so-called ALA-PDT). A series of lipophilic ester derivatives of ALA are launched in a number of studies world-wide to enhance the outcome of ALA-PDT. In addition, modification of some intermediate steps of the heme biosynthetic pathway to enhance PpIX production is being sought.

Goals

The aim of this project is to find a new approach of inducing endogenous porphyrins using chemicals in various combinations with or without ALA and its derivatives.

Experiments

- Combination of various metabolites of the citric acid cycle (the Krebs cycle):*

Pyruvate (pyruvic acid) increases the amount of energy the mitochondria use (cellular respiration). Pyruvate is a substrate of the coenzyme A (CoA), which first enters the citric acid cycle as acetyl-CoA.

Pantothenate (vitamin B₅) is a precursor of CoA. Thus, addition of pantothenate can possibly increase CoA amount in mitochondria. This can promote the reaction since the maximum reaction rate greatly increases with the increase of the enzyme concentration.

Succinyl-CoA, formed during the citric acid cycle, is coupled with glycine by ALA synthase (ALAS) to form a molecule of ALA. Furthermore, it is shown that exogenous succinate added to cells *in vitro* is converted by succinyl-CoA synthetase to succinyl-CoA.
- Application of stimulators of ALA synthase (ALAS) and other enzymes.*

ALAS may be stimulated by application of barbiturates and steroids with 4,5 double bond (*e.g.* testosterone).

Pyridoxine (vitamin B₆) is a precursor of coenzymes pyridoxal-5'-phosphate (PLP) pyridoxamine-5'-phosphate (PMP), which are essential factors for aminotransferases to carry amino groups.

Overall, the citric acid cycle speeds up when cellular energy levels are low (high ADP/GDP concentration, and low ATP/GTP and NADH) and slows down as ATP/GTP (and then NADH₂, succinyl-CoA and citrate) accumulates. Thus, addition of ADP/GDP may promote synthesis of succinyl-CoA.

Oppositely, in cells *in vitro* one article shows that addition of exogenous ATP minimises inhibition of ALAS by endogenous ATP.

Addition of Ca²⁺ (*e.g.* CaSO₄) may promote endogenous synthesis of ALA since Ca²⁺ is an essential metabolic regulator. Ca²⁺ regulates the citric acid cycle by activating the pyruvate dehydrogenase complex to produce acetyl-CoA and also activates some other enzymes.

3. *Application of other stimulators / inhibitors of the heme biosynthetic pathway.*
Application of stimulators (?) of porphobilinogen deaminase (PBGD) activity.
Our preliminary results show that topical application of porphobilinogen (PBG) induces accumulation of mainly PpIX, its fluorescence being considerably lower than after topical application of ALA. However, PBG is approximately 125-180 times more expensive than ALA.
It is reported that N-methyl protoporphyrin or N-methyl mesoporphyrin are potent inhibitors of FeC.
It is reported that *in vivo* FeC inserts Fe^{2+} , Zn^{2+} and Co^{2+} into PpIX at significant rates. Thus, addition of CoSO_4 may lead to a decrease of PpIX fluorescence, which could be a fluorimetric assay to monitor FeC activity. The advantage of using Co^{2+} is that it remains bivalent under aerobic conditions.

4. *Study possible neurotoxicity by application of γ -amino butyric acid (GABA), one of the brain's major inhibitory neurotransmitters, which resembles the structure of ALA. It is known that inhibition of PBG synthase (or ALA dehydratase, ALAD) by lead is one of the major manifestations of acute lead poisoning accompanied by psychosis.*

Kontaktperson: Johan Moan, Prof. Ph.D., PDT group leader,
tel. 22934268, fax 22934270, e-mail: jmoan@fys.uio.no

Kontaktperson: Petras Juzenas, Ph.D., postdoc,
tel. 22935113, fax 22934270, e-mail: petras.juzenas@labmed.uio.no

Photochemically induced stress response and its role for the efficiency of photochemical internalisation (PCI) of the transgenes

The diploma project deals with the photochemical internalisation (PCI) technology and its application for gene therapy delivering foreign genes. The main focus will be on the photochemically induced cellular stress response and its role for the efficiency of PCI of genes.

Background and the description of the project

The PCI group has created and has been developing the PCI-method aimed to improve and to target the delivery of various macromolecular drugs. The group's main focus is to develop PCI for cancer treatment, delivering protein toxins, chemotherapeutics and foreign genes used in gene therapy.

The PCI method is based on the photochemical treatment i.e. a combination of a photosensitizing compound (photosensitizer) and photosensitizer-activating light. Light-initiated photochemical reactions lead to the disruption of the endocytic vesicles, where most of the macromolecular drugs are trapped after entering the cell via endocytosis. Therefore, PCI allows specific (light-dependent) liberation of the drugs from the vesicles, so that the drug could perform a therapeutic function only in illuminated cells.

It is also known that, in general, photochemical treatment, likewise radiation or UV, is a stress-inducer, triggering multiple cellular signalling pathways (stress-response), which might influence very many cellular functions. Therefore, recently it has been initiated studies to examine the cellular response to stress, inducible by the PCI-relevant photochemical treatment; and how such stress-response might affect the efficiency of PCI of transgenes. The presented diploma project would be part of these studies.

By means of cDNA microarray technology we have identified that the gene encoding Heat Shock Protein (HSP) is the most up-regulated by the PCI-relevant treatment. HSPs are one of the most important molecules, inducible as a response to radiation or another stressor; they are involved in cellular defence and provide a tolerance to stress. Moreover, HSPs often function as "central coordinators", interacting with other signalling pathways (the studies of other key signalling pathways, affected by the photochemical treatment, are also in progress). This modulates many cellular processes, like transcription of cellular genes, cellular proliferation, cell decision for death or survival - as a consequence, transcription and translation of the genes delivered by PCI could also be affected. Therefore we want to study the involvement of the components of stress-response in photochemical gene transfection. For example, very specific question is, whether photochemically induced stress-response (and which pathway) can influence, e.g. stimulate, the activity of the promoter - a sequence driving the expression of a gene. Two types of promoters will be compared: stress-inducible and non-inducible. HSP70-promoter was chosen as a stress-inducible promoter, whereas CMV-promoter should not be affected by the photochemical treatment, although this has to be examined, and it would be part of the diploma project.

The methods that will be used carrying on this project, between others, include: general cell culture techniques; photochemical treatment; gene therapy techniques like delivery of the foreign genes and evaluation of their expression by imaging, flow cytometry and molecular biology techniques; analysis of the changes on protein level (the components of signalling pathways) by Western blot.

Contact persons and information:

Group leader dr. K.Berg (tel. 22934260, e-mail: Kristian.Berg@labmed.uio.no);

Project responsible dr. L.Prasnickaite (tel. 22934912, e-mail: Lina.Prasnickaite@labmed.uio.no).

Home page: <http://research.radium.no/berg>.

Hovedoppgaver 2005

Side 52 av 58

Radioimmunoterapi av lymfomer

Terapi av blodkreft vha antistoff merket med radioaktive nuklider er en ny og lovende målsøkende behandlingsform. Oppgaven er en del av et prosjekt som går ut på å teste om α -partikkel emitteren ^{227}Th konjugert til antistoffet rituximab kan brukes til terapi av lymfomer. Rituximab er et antistoff mot CD20. CD20 er et antigen som uttrykkes på modne B-celler og på lymfomer. To oppgaver kan tilbys:

1. Oppgaven går ut på å måle om radioimmunkonjugat binder seg spesifikt til modne B-celler og til lymfomer. Radioaktivitet måles med α -teller etter inkubasjon med radioimmunkonjugat. Et sentralt spørsmål er om radioimmunkonjugatet bindes til normale beinmargsceller og til stamceller i blodet.
2. Oppgaven går ut på å måle overlevelse av lymfomceller og beinmargceller etter inkubasjon med radioimmunkonjugat. Overlevelse måles ved å så ut blodcellene i softagar (gele) og telle cellene som klarer å dele seg og danne kolonier. Målet med forsøket er å beregne forskjellen i overlevelse mellom normale beinmargceller og lymfomcellelinjer.

Kontaktperson for oppgavene er Jostein Dahle, Avdeling for strålingsbiologi, Det Norske Radiumhospital. Tlf: 22934277/98458850. email: jostein.dahle@labmed.uio.no



^{227}Th Thorium er oppkalt etter Tor med hammeren. Han drev også en form for målsøkende terapi og Mjølner traff alltid.

Institutt for energi-og prosesseteknikk (mekanikk)

Veileder: Professor Iver Brevik (tlf. 93555, iver.h.brevik@ntnu.no)

Flg oppgaver kan tilbys:

1. Strålingsteori: Kraft fra laser på fluidoverflater. Beregning av ”giant” deformations med bruk av ikkelineær hydrodynamisk teori.
2. Casimireffekten: Numerisk beregning av kraft mellom plane overflater med bruk av realistiske inputdata for forskjellige materialer. Analyse av termiske effekter, samt ujevnheter i overflatene.
3. Kosmologi. Her er det flere muligheter, bl. a. å se på innflytelsen av viskositet i kosmologiske modeller, især bran-modeller i det 5-dimensjonale rom.



STANDARDAVTALE

Avtale mellom student.....født.....,

faglærer ved NTNU.....

bedrift/institusjon.....og

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (heretter NTNU) v/fakultetsdirektør

om bruk og utnyttelse av spesifikasjoner og resultater fremlagt ved besvarelse av hovedoppgave i henhold til Forskrift om graden sivilingeniør ved NTNU.

1. Studenten skal utføre besvarelse av den tildelte hovedoppgave ved:

.....(bedrift/institusjon).

Oppgavens tittel er:

.....

2. Studenten har opphavsrett til besvarelsen. De innleverte eksemplarer av besvarelsen med tegninger, modeller og apparatur, så vel som dataprogramvare som inngår som del av eller vedlegg til besvarelsen, tilhører NTNU. Besvarelsen, og vedlegg til denne, kan vederlagsfritt benyttes av NTNU til undervisnings- og forskningsformål. Besvarelsen, og vedlegg til denne, må ikke nyttes til andre formål.

3. Studenten har rett til å publisere sin besvarelse, eller deler av den, som en selvstendig avhandling eller som del av et større arbeid, eller i popularisert form i hvilken som helst offentlig publikasjon.

4. Bedriften/institusjonen har rett til å få utlevert et eksemplar av besvarelsen med vedlegg, og til å gjøre seg kjent med NTNU's bedømmelse av den. Bedriften/institusjonen gis en frist på 3 måneder fra besvarelsen er innlevert til NTNU for sensurering til å vurdere patentbarhet og søke patent på hele eller deler av resultatet av besvarelsen. Besvarelsens spesifikasjoner og resultater kan bedriften/institusjonen nytte i sin egen virksomhet. Dersom besvarelsens spesifikasjoner og resultater skal utnyttes økonomisk av bedriften/institusjonen, må det inngås særskilt avtale med alle parter. NTNU's tilleggsavtale om økonomisk utnyttelse skal da benyttes. Avtale og økonomisk utnyttelse opprettes i 4 - fire eksemplarer hvor partene skal ha hvert sitt og er gyldig når den er godkjent og underskrevet av NTNU v/fakultetsdirektør.

5. I særlige tilfelle kan offentliggjørelsen av besvarelsen i samsvar med pkt. 2 og 3 ovenfor båndlegges (utsettes) for en periode på inntil 5 år. Det skal i slike tilfelle inngås en egen båndleggingsavtale mellom student, faglærer, bedrift/institusjon og NTNU. NTNU's tilleggsavtale om båndlegging skal da benyttes. Båndleggingsavtalen opprettes i 4 - fire eksemplarer hvor partene skal ha hvert sitt og er gyldig når den er godkjent og underskrevet av NTNU w/fakultetsdirektør.
6. Denne avtale skal ha gyldighet foran andre avtaler som er eller blir opprettet mellom to av partene som er nevnt ovenfor.
7. Eventuell uenighet som følge av denne avtale skal søkes løst ved forhandlinger. Hvis dette ikke fører frem, er partene enige om å la tvisten avgjøres ved voldgift i henhold til norsk lov. Tvisten avgjøres av byrettsjussitarius i Trondheim eller den han oppnevner.
8. Denne avtale er underskrevet i 4 - fire - eksemplarer hvor partene skal ha hvert sitt. Avtalen er gyldig når den er godkjent og underskrevet av NTNU w/fakultetsdirektør.

..... (sted) (dato)	
..... student faglærer ved NTNU for bedriften/institusjonen (stempel og signatur)
Avtalen godkjennes:		
..... Fakultetsdirektør, NTNU (dato, stempel og signatur)		



TILLEGGSAVTALE / BÅNDLEGGELSESAVTALE

(Med hjemmel i standardavtalens punkt 5)

Tilleggsavtale mellom student.....født.....

faglærer ved NTNU.....

bedrift/institusjon.....og

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (heretter NTNU) v/fakultetsdirektor

i tilknytning til inngått standardavtale om bruk og utnyttelse av spesifikasjoner og resultater fremlagt ved besvarelse av hovedoppgave i henhold til Forskrift om graden sivilingeniør ved NTNU.

1. Med hjemmel i punkt 5 i inngått standardavtale mellom de ovennevnte parter er partene blitt enige om at hovedoppgaven skal båndlegges (hemmeligholdes) i år fra og med tidspunktet for avtaleinngåelsen.
2. Årsaken til båndleggelsen er hensynet til bedriftens/institusjonens konkurranseforhold.
3. Besvarelsen skal - etter utført sensur - innleveres til fakultetet som forestår oppbevaring i hvelv i båndleggingsperioden. Etter båndleggingsperiodens utløp returneres besvarelsen til instituttet.
4. Denne avtale er underskrevet i 4 - fire - eksemplarer hvor partene skal ha hvert sitt. Avtalen er gyldig når den er godkjent og underskrevet av NTNU v/fakultetsdirektor.

.....
(sted)

.....
(dato)

.....
student

.....
faglærer ved NTNU

.....
for bedriften/institusjonen
(stempel og signatur)

Avtalen godkjennes:

.....
Fakultetsdirektor, NTNU (dato, stempel og signatur)

NTNU, 1999-04-16



TILLEGGSAVTALE / ØKONOMISK UTNYTTELSE

(Med hjemmel i standardavtalens punkt 4)

Tilleggsavtale mellom student..... født.....,

faglærer ved NTNU.....,

bedrift/institusjonog

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (heretter NTNU) v/fakultetsdirektor

I tilknytning til inngått standardavtale om bruk og utnyttelse av spesifikasjoner og resultater fremlagt ved besvarelse av hovedoppgave i henhold til Forskrift om graden sivilingeniør ved NTNU.

1. Med hjemmel i standardavtalens punkt 4 inngått mellom de ovennevnte parter inngås en tilleggsavtale som gir bedriften/institusjonen rett til å kunne utnytte hovedoppgavens/ besvarelsens spesifikasjoner og resultater i økonomisk sammenheng.
2. Denne avtale er underskrevet i 4 - fire - eksemplarer hvor partene skal ha hvert sitt. Avtalen er gyldig når den er godkjent og underskrevet av NTNU v/fakultetsdirektor.

.....
(sted)

.....
(dato)

.....
student

.....
faglærer ved NTNU

.....
for bedriften/institusjonen
(stempel og signatur)

Avtalen godkjennes:

.....
Fakultetsdirektor, NTNU (dato, stempel og signatur)