

## INSTITUTT FOR BYGG, ANLEGG OG TRANSPORT

### **BA8100 BYGN BRANNVERN** **Bygningsmessig brannvern** **Fire Safety and Structural Engineering**

Faglærer: Professor Harald Landrø  
 Uketimer: Høst: 3F- 14S = 10,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TEØ

Emnet behandler termiske påkjenninger på konstruksjoner og konstruksjoners reaksjon på slike påkjenninger, i tillegg til prinsipper og metoder for brannanalyser og brannteknisk prosjektering.

Emnet omfatter:

- Brann, brannbelastning og den termiske påkjenning
- Varmeoverføring
- Materialelegenskaper ved forhøyet temperatur
- Konstruksjoners reaksjon på ikke-stasjonære temperaturpåkjenninger
- Funksjonskrav og funksjonsanalyse av konstruksjoner ved brann
- Analyse av funksjonskrav, sikkerhetsnivå og rehabilitering
- Metoder til bestemmelse av konstruksjoners brannmotstand
- Beregningsmodeller
- Brannteknisk dimensjonering
- Brannteknisk prosjektering

Øvinger:

En utredningsoppgave (f.eks. litteraturstudium, eksperimentelt arbeid el.lign.) skal gjennomføres.

### **BA8101 FUKT/LUFTTRAN I BYGN** **Fukt- og lufttransport i bygningskonstruksjoner** **Moisture and Air Transfer in Building Structures**

Faglærer: Professor Jan Vincent Thue  
 Uketimer: Vår: 2F- 14S = 10,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TEØ

Emnet tar utgangspunkt i teorigrunnet for luft- og fukttransport i porøse materialer, hulrom og ved overflater mot luft, og behandler praktisk anvendelse av dette på reelle bygningskonstruksjoner og praktiske problemer. Herunder behandles bl.a. aktuelle påkjenninger og drivkrefter, samvirke mellom forskjellige transportmekanismer i massive og oppløste konstruksjoner, akkumulering og uttørking av fukt, flerdimensjonale forløp samt aktuelle materialparametre.

Øvinger:

En utredningsoppgave (for eksempel litteraturstudium, simuleringer, eksperimentelt arbeid el. lign.) skal gjennomføres.

Pensumlitteratur:  
 Oppgis ved kursstart.

### **BA8200 UTJEVNINGSREGNING** **Videregående feilteori og utjevning** **Advanced Theory of Errors and Adjustment**

Faglærer: Førsteamanuensis Hossein Nahavandchi  
 Uketimer: Vår: 3F- 1Ø- 13S = 10,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TEØ

Emnet bygger på grunnemnet SIB6020 Geodesi eller tilsvarende kunnskaper. Least-Squares og Collocation kombinerer utjevning, filtrering og prediksjon og kan i denne sammenheng betraktes som en utvidelse av utjammingsregningen. Egenskaper ved Least-Squares collocation, nøyaktighetsundersøkelser og konstruksjon av kovariansfunksjoner for anvendelse innen geodesi og fotogrammetri. Utjevning av frie nett, singulære system, og analyse av nøyaktighet. Datasnooping. Pålitelighet av fastpunktnett. Spektralanalyse.

Obligatoriske regneøvinger.

Pensumlitteratur:

Edward M. Mikhail: Observations and Least Squares.

Holsen: Noen emner fra minste kvadraters metode og statistisk analyse.

Hådem, I: Least Squares Collocation.

Tidsskriftartikler.

### **BA8201   INDUSTRIMÅLING** **Industrial Surveying**

Faglærer:    Professor Knut Ragnar Holm

Uketimer:     Høst: 1F- 2Ø- 14S = 10,5Sp

Øvinger:      O

Karakter: TEØ

Emnet bygger på emnet SIB6030 Fotogrammetri og forutsetter et visst kjennskap til digital bildebehandling og programmering samt matematisk statistikk. Emnet omfatter en grundig gjennomgang av moderne ingeniørgeodetiske og fotogrammetriske metoder og utstyr for industrimåling: Deformasjonsmåling, dimensjonskontroll i verkstedindustrien, "as-built"-kontroll, løpende (sanntids) kvalitetskontroll av fabrikkprodukter. Kobling til DAK-systemer vil også inngå. Undervisningen foregår som ledet selvstudium, med obligatoriske øvingsoppgaver og et større obligatorisk prosjektarbeid. Prosjektarbeidet teller 30% ved karakterfastsettelsen.

### **BA8202   FYSIKALSK GEODESI** **Videregående fysikalsk geodesi** **Advanced Physical Geodesy**

Faglærer:    Førsteamanuensis Hossein Nahavandchi

Uketimer:     Høst: 3F- 2Ø- 12S = 10,5Sp

Øvinger:      O

Karakter: TØ

Emnet bygger på fordypningsemnet SIB60AE Fysikalsk geodesi.

Innhold: Potensialteori, geodetiske grenseverdier, Stokes-Helmerts metode for geoidebestemmelse, modifisering av Stokes kjerne, topografiske korreksjoner med integralteknikker og sfærisk-harmonisk metode, atmosfæriske korreksjoner, globale gravitasjonsmodeller, estimering av andre gravitasjonsfeltparametre, nyere forskningsaktivitet.

Kurset er basert på et antall obligatoriske prosjektarbeider.

Pensumlitteratur:

Heiskanen and Moritz (1967) Physical Geodesy

Moritz (1980) Advanced Physical Geodesy

Nahavandchi (2001) Physical Geodesy

Tidsskriftartikler

### **BA8300   GEODYNAMIKK** **Geodynamics**

Faglærer:    Professor Steinar Nordal

Uketimer:     Høst: 3F- 3Ø- 11S = 10,5Sp

Øvinger:      O

Karakter: TE

Emnet undervises annet hvert år og gis høsten 2003 og 2005 osv.

Kurset tar sikte på å gi den nødvendige bakgrunn for beregning av dynamisk oppførsel av fundamenter på jord. Det gis en bred innføring i teorien for svingende systemer samt for bølgeforplantning. Grunnlaget benyttes så til å bestemme de nødvendige geodynamiske parametre. Videre vil fundamenter på løsavleiringer og analogmodeller for fundamentsvingninger bli behandlet. En innføring i jordskjelv og spektralanalyser er inkludert. Teorien anvendes på eksempler fra offshore og onshore geoteknikk.

Obligatoriske regneøvinger.

Pensumlitteratur:

Forelesningskompendier utgitt ved instituttet, faggruppe for geoteknikk.

### **BA8301 MARIN GEOTEKNIKK** **Marine Geotechnical Engineering**

Faglærer: Professor Lars Grande

Uketimer: Høst: 3F- 3Ø- 11S = 10,5Sp

Øvinger: O

Karakter: TE

Emnet undervises annet hvert år, og gis høsten 2003, 2005 osv.

Den første del av kurset behandler det statiske og dynamiske grunnlaget for dimensjonering av fundamenteringen for gravitasjonsplattformer og pelede plattformer. Grunnlaget for bølgekraft-analyser og prinsippene i sikkerhetsforskriftene gjennomgås i korthet.

Den andre delen av kurset er mer praktisk orientert. Stikkord: Sokkelaktivitetene, oversikt. Grunnundersøkelser. Stabilitet og setning av gravitasjonsplattformer. Peleanalyser. Stabilitet av undervannsskråninger, erosjon. Litt om rørledninger. Obligatoriske regneøvinger.

Pensumlitteratur:

Forelesningskompendier utgitt ved instituttet, faggruppe for geoteknikk.

### **BA8302 JORDMODELLERING** **Soil Modelling**

Faglærer: Professor Steinar Nordal

Uketimer: Høst: 3F- 3Ø- 11S = 10,5Sp

Øvinger: O

Karakter: TE

Emnet undervises annet hvert år, og gis høsten 2004, 2006 osv.

Kursets hensikt er å gi en innføring i og en bakgrunn for vurdering og anvendelse av elastoplastiske spenningstøynings-relasjoner for jord. Muligheter og begrensninger ved enkle og mer komplekse, elastiske og elastoplastiske modeller vil bli studert og sammenholdt med typiske trekk ved jords oppførsel.

Stikkord: Kontinuumsmekanisk grunnlag, lineær og ikke-lineær elastisitet, elastoplastisitet etter Tresca, Mises, Coulomb og Drucker Pragers kriterier. En avansert Coulombmodell for sand, en Critical State modell for leire. Implementering og anvendelse gjennom elementmetoden.

Obligatoriske regneøvinger.

Pensumlitteratur:

Forelesningskompendier utgitt ved instituttet, faggruppe for geoteknikk.

**BA8303 KONSOLIDERINGSTEORI**  
**Consolidation Theory**

Faglærer: Professor Lars Grande  
 Uketimer: Høst: 3F- 3Ø- 11S = 10,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TE

Emnet undervises annet hvert år, og gis høsten 2004, 2006 osv.

Emnet dekker først klassisk konsolideringsteori med problem-definisjon, utledning og løsning av aktuelle differensialligninger for vertikal og radiell strømming. Både poretrykksformuleringer og resttøyningsformuleringer behandles. Løsningene anvendes på eksempler og til å belyse alternative måter for parameter-bestemmelser. Videre etableres grunnlaget for elementmetodeløsninger av konsolideringsproblemer med koblet formulering på forskyvnings- og poreovertrykkbasis. Implementering i regnemaskinprogrammer, studie av nøyaktighet og stabilitet av løsningsprosedyrene, anvendelse på eksempler er inkludert. Bruk av formuleringene på udrenerte elementmetodeanalyser beskrives.

Kjennskap til grunnleggende elementmetodeformuleringer er en stor fordel for den som vil følge kurset.

Obligatoriske regneøvinger.

Pensumlitteratur:

Forelesningskompendier utgitt ved instituttet, faggruppe for geoteknikk.

**BA8400 HAVBØLGER**  
**Ocean Waves**

Faglærer: Førsteamanuensis Øivind A. Arntsen  
 Uketimer: Høst: 3F- 14S = 10,5Sp  
 Øvinger: F Karakter: TE

Emnet foreleses annet hvert år, neste gang høsten 2003.

Forutsetter kunnskaper tilsvarende bølgedelen av emne SIB5025 Hydromekanikk og emne SIB7065 Marint fysisk miljø. Emnet omfatter gjennomgang av en rekke teorier og resultater om ulike havbølger. Av emner som tas opp kan nevnes:

Lineære og ikkelineære bølger. Bølgerrefraksjon i strømfelt og over topografi. Brytende bølger. Stokastiske vektorfelt. Statistiske egenskaper. Estimering av retningsspektra.

Kurset har hittil i en viss grad vært tilpasset studentenes interesser og bakgrunn. Tidligere erfaring med analytiske funksjoner er fordelaktig.

Pensumlitteratur:

C.C. Mei (1989): The applied dynamics of ocean surface waves.

K.J. Eidsvik: Stochastic Vectorial Fields.

Utvalgte kapitler og artikler fra flere kilder.

**BA8401 DYN TURBULENS**  
**Dynamisk turbulensmodellering**  
**Dynamic Turbulence Models**

Faglærer: Professor II Karl J. Eidsvik  
 Uketimer: Vår: 3F- 2Ø- 12S = 10,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TE

Emnet undervises vanligvis annet hvert år, neste gang våren 2004.

Emnet bygger på kunnskaper som tilsvarer: Tennekes, H. and Lumley, J.L. (1972) "A First Course in Turbulence".

Emnet omhandler strømningsmodeller som er basert på filtrering av Navier Stokes ligninger (Reynolds- og "Large-Eddy"-modeller). Formuleringer i rom-tid og bølgetall-rommet diskuteres. Anvendelser fra ingeniør- og miljøfag tilpasses etter studentenes bakgrunn og interesse.

Pensumlitteratur:

Pope, S.B. (2000) Turbulent Flows, Cambridge University Press, 771 pp.

### **BA8402 ISMEKANIKK Ice Mechanics**

Faglærer: Professor Sveinung Løset

Uketimer: Høst: 3F- 13S = 10,5Sp

Øvinger: F

Karakter: TE

Emnets hensikt er å gi en innføring i fysiske og mekaniske egenskaper til is, forekomster av sjøis i Euro-Arktis samt beregning av krefter fra is på ulike konstruksjoner. Emnet omfatter en beskrivelse av isens sammensetning og struktur på mikronivå. Det beskriver isens oppførsel ved pålastning, spennings-tøyningsbeskrivelse, temperatureffekter samt bruddmekanisk oppførsel. Videre gjennomgås samvirke is/konstruksjon med vekt på analytiske, empiriske og numeriske metoder for beregning av krefter fra is på faste og flytende konstruksjoner.

Pensumlitteratur:

Kompendium samt utdrag av bøker og artikler.

### **BA8500 BORING I FJELL Rock Drilling**

Faglærer: Professor Amund Bruland

Uketimer: Vår: 1F- 17S = 10,5Sp

Øvinger: O

Karakter: TE

Emnet omfatter tekniske og økonomiske aspekter ved boring i fjell. I dette inngår emner som:

- Bruddmekanismer, prinsipper og metoder ved boring i fjell
- Oversikt over prognosemetoder for borbarhet, direkte eller indirekte metoder
- Boreprosessen
- Borbarhet ved fullprofilboring
- Kapasitetsmodeller
- Kostnadsmodeller

Øvingsarbeidet omfatter økonomiske analyser av boring i fjell.

### **BA8501 FALLTAPSAN VANNTUNN Falltapsanalyser vanntunneler. Hydraulikk, sprengningsteknikk og økonomi. Head Loss Analysis in Hydro Power Tunnels. Hydraulics Rock Blasting Technique and Economy.**

Faglærer: Professor Amund Bruland

Dr.ing. Leif Lia

Uketimer: Høst: 2F- 14S = 10,5Sp

Øvinger: O

Karakter: TE

I Norge står en foran en omfattende ombygging av eldre vannkraftverk. I denne sammenheng er det aktuelt å øke transportkapasiteten på vanntunneler. Det er behov for utvikling av teknikker for slik kapasitetsøkning og metoder for økonomisk dimensjonering.

Emner:

- Transportkapasitet av vanntunneler, avhengig av de viktigste parametre (trykkhøyde, tverrsnitt og ruhet)
- Falltapsmålinger
- Metoder for måling av ruhet. Falltapsberegninger basert på ruhetsmålinger
- Dimensjonering av vanntunneler (økonomisk optimalisering)
- Realrentens betydning ved økonomisk optimalisering
- Sammenhengen mellom falltap og utførelse av spreningsarbeid
- Kvalitetssikring og utførelse i samsvar med beregningsforutsetninger
- Metoder for økning av kapasitet i eksisterende tunneler.

Øvingsarbeidet omfatter:

Hydrauliske beregninger. Beregning av økonomisk tverrsnitt ved ulike forhold.

## **BA8502 KONVENSJ TUNNELDRIFT** **Konvensjonell tunneldrift**

Faglærer: Professor Amund Bruland

Uketimer: Høst: 1F- 15S = 10,5Sp

Øvinger: 0

Karakter: TEØ

Emnet forutsetter eksamen i emne SIB3025 Anleggsteknikk GK eller tilsvarende kunnskaper. Konvensjonell driving av tunneler, sjakter og fjellrom. Drivemetode og utstyr, prognoser og kostnader. Yrkeshygiene, arbeidsmiljø, ventilasjon. Stabilitetssikring. Kvalitet. Organisasjon - norsk drivetradisjon. Datainnsamling, arbeidsstudier, mm. Tilbakeføring av erfaringsdata fra drift til planlegging og prosjektering (utførelsestilpasset design). IT i tunneldrift.

Øvingsarbeidet omfatter et spesialemne knyttet til instituttets forsknings- og utviklingsarbeid.

Pensumlitteratur:

Diverse prosjektrapporter utgitt ved instituttet.

## **BA8503 VERDI KONFL/SAMSP I PROSJ** **Verdiskapning, konflikt og samspill i prosjekter** **Performance, Conflict and Cooperation in Building Projects**

Faglærer: Professor II Per T. Eikeland

Uketimer: Høst: 2F- 14S = 10,5Sp

Øvinger: 0

Karakter: TEØ

Formål: Emnet skal gi en teoretisk forankret, praktisk forståelse av de grunnleggende betingelsene for at prosjekter skal være mulig å styre innenfor gitte rammer, samtidig som målene om verdiskapning på kundenes premisser og en kostnadseffektiv byggeprosess kan virke styrende på prosjektet.

Innhold: Emnet behandler tema og problemstillinger som ligger i spenningsfeltet mellom prosjektet som middel til å nå ytre mål og prosjektet som et mål i seg selv, som skal realiseres på en mest mulig effektiv måte. Dette er spenningsfeltet mellom ytre effektivitet og indre effektivitet, mellom samfunnets og sluttbrukernes interesser i løpet av byggeverkets levetid og hensynet til en effektiv byggeprosess sett fra byggebransjens aktører. Emnet omfatter byggeprosessen og prosjektorganisasjon for byggeprosjekter, reelle beslutningsprosesser, begrenset rasjonalitet og regelbaserte beslutninger. Makt og avmakt, konflikt og samarbeid er sentrale dimensjoner som drøftes.

Pensumlitteratur:

Per Eikeland: Teoretisk analyse av byggeprosessen

James G. March: A Primer on Decision Making

Tilleggs litteratur etter avtale.

**BA8600 DEKKEKONSTRUKSJONER**  
**Dimensjonering av dekkekonstruksjoner**  
**Pavement design**

Faglærer: Professor Ivar Horvli  
 Uketimer: Høst: 3F- 2Ø- 12S = 10,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TE

Emnet undervises høsten 2004.

Emnet forutsetter emne SIB4010 Investering og drift av samferdselsanlegg og SIB4020 Veg- og jernbanebygging eller tilsvarende kunnskaper. Emnet tar sikte på å gi en bred innføring i dimensjonering av dekkekonstruksjoner. Følgende emner tas opp: dimensjoneringmetoder og systemanalyse for dimensjonering, belastninger og påkjenninger på veg- og flyplassdekker, materialelegenskaper, spennings- og deformasjonsanalyser, nedbrytningsmekanismer, dimensjoneringskriterier, dimensjonering av asfaltdekker, nedbøyningsmåling i felt, etterrekning av materialparametre, metoder for kartlegging av bæreevne på eksisterende vegnett, laboratorieundersøkelser for måling og tolkning av fundamentale materialparametre, forsterkning av dekkekonstruksjoner.

Øvinger gis i tilknytning til forelesningene. Som selvstendig øving utføres et prosjektarbeid. Både øvinger og prosjektarbeid er obligatoriske.

Pensumlitteratur:

Kurskompendium bestående av forelesningsnotater og utvalgte tidsskriftartikler.

**BA8601 GEOMETRISK UTFORMING**  
**Geometrisk utforming av vegger og gater**  
**Geometric Design of Highways and Streets**

Faglærer: Professor Asbjørn Hovd  
 Uketimer: Vår: 3F- 2Ø- 12S = 10,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TE

Emnet undervises våren 2004.

Emnet forutsetter emne SIB4005 Veg, jernbane og miljø og SIB4015 Vegplanlegging eller tilsvarende kunnskaper. Emnet tar sikte på å gi en grundig innføring i geometrisk utforming av vegger og gater.

Følgende emner tas opp:

Dimensjoneringsgrunnlag, dimensjonerende fart, horisontal- og vertikalkurvatur, sikt, linjeføring, tverrprofil-utforming, rekkverk, kryss og tilpasning til omgivelsene.

Øvinger gis i tilknytning til forelesningene. Som selvstendig øving utføres et prosjektarbeid. Både øvinger og prosjektarbeid er obligatoriske.

Pensumlitteratur:

Forskningsrapporter, forelesningsnotater og tidsskriftartikler.

**BA8602 TRANSPORTØKONOMI**  
**Transportøkonomi: Prissetting, investeringsvurdering**  
**og økonomisk metode i transportplanlegging**  
**Transport economics: Pricing, evaluation, and**  
**economic method in transport planning**

Faglærer: Professor Tore Sager  
 Uketimer: Vår: 3F- 1Ø- 13S = 10,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TEØ

Emnet undervises annet hvert vårsemester, 2005, 2007 osv.

Det forutsettes kunnskap i transportøkonomi tilsvarende emne SIB8010 Transportanalyser og SIB4010 Investering/drift.

Emnet tar sikte på å gi en oversikt på videregående nivå over bidrag som sosialøkonomisk metode har gitt til trafikkplanlegging. Undervisningen omfatter blant annet modeller for atferd som bestemmer transportterspørsel, teori for indirekte virkninger og fellesgoder, regler for prissetting og investeringsbeslutninger under forskjellige betingelser, samt økonomisk vurdering av planvirkninger. Øvingsarbeidet vil vesentlig bestå i utarbeiding av et notat der et transporttema blir behandlet ved hjelp av økonomisk metode. Temaet skal presenteres på seminarer for medstudenter og undervisningspersonell.

Pensumlitteratur:

Pensum blir bestemt særskilt for hvert kurs.

Aktuelle bøker er:

Grøvdal, A. & Hjelle, H. (1998): Innføring i transportøkonomi.

Gomez – Ibanez, J.A., W.B. Tye og C. Winston (red.) (1999): Essays in Transportation Economics and Policy.

Hensher, D.A. og K.J. Button (red.) (2000): Handbook of Transport Modelling.

### **BA8603 TRAFIKKAVVIKL TEORI** **Trafikkavviklingsteori** **Traffic Management Theory**

Faglærer: Professor Stein Johannessen

Uketimer: Høst: 3F- 3Ø- 11S = 10,5Sp

Øvinger: O

Karakter: TEØ

Emnet undervises annet hvert høstsemester, 2004, 2006 osv.

Emnet forutsetter kunnskaper tilsvarende emne SIB8005 Trafikkregulering, samt viktige deler av fordypningsemne Veg og samferdsel.

Emnet tar sikte på å gi en utvidet innsikt i de mekanismer som virker i trafikkavviklingssystemet, og å koble dette mot de muligheter og krav moderne trafikkavvikling står overfor. I emnet vil inngå videregående trafikkavviklingsteori, analysemetoder og vurderingskriterier, illustrert bl.a. gjennom bruk av trafikk- og simuleringsmodeller. Andre sentrale temaer er statistiske metoder og teknologi for innsamling av trafikkdata, og nyere teknologi for informasjonsoverføring og styring av biltrafikk og kollektivtrafikk på makro- og mikronivå. Menneske/system-problematikken behandles med særlig tanke på muligheter og belastning som følge av ny teknologi, inklusive mulige positive og negative trafiksikkerhetseffekter. Det obligatoriske øvingsarbeidet vil bl.a. omfatte utarbeidelse av notat for presentasjon og diskusjon på seminarer for medstudenter og undervisningspersonell.

Pensumlitteratur:

Pensumlitteratur blir bestemt særskilt for hvert kurs.

Aktuell grunnbok er:

Revised Monograph on Traffic Flow Theory, Transportation Research Board (TRB), 1999.

### **BA8604 SATELITTGRAVEMETRI** **Satellitt-gravimetri og - altimetri** **Satellite Gravimetry and Altimetry**

Faglærer: Førsteamanuensis Hossein Nahavandchi

Uketimer: Vår: 2F- 3Ø- 12S = 10,5Sp

Øvinger: O

Karakter: TØ

Emnet bygger på fordypningsemnet SIB60AF Geometrisk satellittgeodesi (GPS) og SIB60AE Fysikalsk geodesi.

Innhold: Oversikt over klassisk mekanikk, gravitasjonspotensialet til Jorda, lave satellittbaner, perturbasjonsteori, banebestemmelse, baneanalyse, bestemmelse av parametre for Jordas gravitasjonsfelt, oversikt over prosjekter innen satellittaltimetri, altimetermålinger, middelvannstand, topografi for vannstand (SST), anvendelse (for eksempel havsirkulasjon).



Kurset er basert på et antall prosjektarbeider.

Pensumlitteratur:

Vanicek and Krakiwsky (1986) Geodesy, The concepts

Seeber (2002) Satellite Geodesy

Nahavandchi (2003) Satellite gravimetry

Tidsskriftartikler

**BA8605 VIDEREGÅENDE GPS**  
**Videregående global satellitt-posisjonering (GPS)**  
**Advanced Global Positioning System (GPS)**

Faglærer: Førsteamanuensis Hossein Nahavandchi

Uketimer: Vår: 2F- 3Ø- 12S = 10,5Sp

Øvinger: O Karakter: TØ

Emnet bygger på fordypningsemnet SIB60AF Geometrisk satellittgeodesi (GPS).

Innhold: Referansesystemer, matematiske modeller for posisjonering, fasebrudd deteksjon, heltallsbestemmelse, flerveisinferens, atmosfæriske forsinkelser, utjevning av matematiske GPS-modeller, utjevning av nettverk, transformasjon av GPS-resultater, GPS og Galileo.

Kurset er basert på et antall prosjektarbeider.

Pensumlitteratur:

Hofmann-Wellenhof et al. (2001) GPS, Theory and Practice

Nahavandchi (2002) GPS

Kaplan (1996) Understanding GPS

Leick (2003) GPS satellite surveying

Tidsskriftsartikler

## INSTITUTT FOR ENERGI- OG PROSESSTEKNIKK

**EP8100 VARMETRANSPOR MTR**  
**Varme- og massetransport i porøse materialer**  
**Heat and Mass Transfer in Porous Materials**

Faglærer: Førsteamanuensis Ole Melhus

Uketimer: Høst: 2F- 2Ø- 8S = 7,5Sp

Øvinger: F Karakter: TE

Emnet undervises normalt annet hvert år når et rimelig antall studenter melder seg, neste gang høsten 2004, eventuelt etter avtale.

**Mål:** Emnet er en innføring i de fysikalske modeller som benyttes ved studium av varme- og massetransport i porøse materialer, og vil danne grunnlag for forståelse av transportmekanismene.

**Forutsetning:** Grunnleggende kunnskap i varme- og massetransport.

**Innhold:** Fysikalsk-kjemiske effekter ved kontakt mellom fluid og porevegg. Adsorpsjon/desorpsjon, energiomsetning. Kapillartrykk, kapillarstrømning. Diffusjon, diffusivitet. Varme- og massetransport med og uten kjemisk reaksjon, diffusjon, konveksjon og stråling i porene. Fenomenologisk betraktning. Karakteristiske faser. Sideeffekter som krymping/svelling, deformasjon, spenningstilstand. Praktiske eksempler fra tekniske prosesser.

**Undervisningsform:** Forelesninger. Kollokvier.

**Kursmaterieell:** Forelesningsnotater, tidsskriftartikler/utdrag av annen faglitteratur som er relevant til fagtemaene og som angis i forelesningene.

**Eksamensform:** Skriftlig alternativt skriftlig/muntlig.

## EP8101 FORBRENNINGSFYSIKK Combustion Physics

Faglærer: Førsteamanuensis Ivar Ertesvåg  
 Uketimer: Vår: 3F- 2Ø- 7S = 7,5Sp  
 Øvinger: F Karakter: TE

**Mål:** Emnet skal gje grundig kjennskap til og forståing for viktige sider ved forbrenning som fysisk fenomen. Dette skal gje grunnlag for vidare arbeid med forbrenning i energitekniske eller andre prosessar.

**Føresetnad:** Emnet byggjer på kunnskapar som svarar til emne SIO1030 Termodynamikk 2.

**Innhald:** Termodynamisk grunnlag, kjemisk kinetikk, transportfenomen, grunnlikningar og modellar for transport av stoff og varme. Forblanda og uforblanda flammer. Turbulens og turbulente flammer. Slokning og tenning. Danning av ulike ønska eller uønska stoff (kjemiske produkt eller forureining) i kjemiske reaksjonar. Forbrenningsmodellar.

Individuelt tilpassa særernne.

Friviljuge rekneøvingar og evt. laboratorieøvingar.

**Kursmateriell:** Pensum kan utformast individuelt.

Aktuell grunnbok (utgjer ca 50% av faget): Warnatz, Maas & Dibble: "Combustion, Springer 1996.

**Eksamensform:** Muntlig alternativt skriftlig.

## EP8102 SYSTEMTEKNIKK Systemteknikk - prinsipielt grunnlag og praksis System Engineering Principles and Practice

Faglærer: Professor II Hans Jørgen Dahl  
 Foreleser: Professor II Hans Jørgen Dahl/Professor II Ole Jørgen Hansen  
 Uketimer: Høst: 2F- 2Ø- 8S = 7,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TEØ

**Mål:** Emnet skal gi studentene en innføring i det teoretiske og metodiske fundament for systemteknikk, samt anvendelse på utvalgte områder innenfor forskning, industriell virksomhet m.m.

**Forutsetning:** Ingen spesielle.

**Innhold:** Emnet vil gi studentene en god innføring i systemdesign og systemutvikling, med basis i systemtekniske prosesser og metoder. Emnet vil gjennomgå en kjerneprosess basert på elementer som systemadferd, interessentanalyser, ulike mål for systemeffektivitet i forhold til brukerkrav, modellering av systemadferd og systemstruktur, avveining mellom ulike behov og krav (trade-off-analyser) og systemanalyser med fokus på modellering av systemer og simulering av ytelse. Emnet vil også gi studentene innføring i sentrale verktøy for analyse av livssyklusvurderinger, livssyklusvurderinger knyttet til miljø og ressurser.

**Undervisningsform:** Forelesninger, seminarer og prosjektarbeid.

**Kursmateriell:** Oliver et al. 1997: Engineering Complex Systems with Models and Objects. Computing McGraw-Hill. Blanchard & Fabrycky 1990: Systems Engineering and Analysis. Prentice Hall, New Jersey (utvalgte kapitler). Asbjørnsen, O.A. 1992: Systems Engineering Principles and Practice. Skarpodd Forlag (utvalgte deler).

**Eksamensform:** Muntlig + øvinger.

## EP8103 TERMISKE KRAFT/VARME Termiske kraft/varme-prosesser Thermal Power Cycles and Cogeneration

Faglærer: Professor Olav Bolland  
 Uketimer: Høst: 2F- 3Ø- 7S = 7,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TE

**Mål:** Emnet skal gi en grundig kjennskap til og forståelse for termodynamiske sykluser samt oppbygging og virkemåte på komponenter som inngår. Både det teoretiske grunnlaget og beregningsmessig kompetanse skal læres.

**Forutsetning:** Forutsetter grunnkunnskaper i termodynamikk og noe innsikt i termiske sirkelprosesser.

**Innhold:** Termodynamisk grunnlag for kraft/varmeprosesser gjennomgås. Modeller og design-praksis for komponenter som gassturbiner, dampturbiner, kjeler og kondensatorer blir behandlet. Det vil bli lagt vekt på emner som valg av type system, økonomiske vurderinger, tilpasning av komponenter, off-design oppførsel av systemer. Bruk av alternative arbeidsmedia som erstatning for luft i Brayton-prosesser, og som erstatning for vann i Rankine-prosesser blir behandlet. Avanserte og videreførte prosesser blir gjennomgått. Regulering av dynamisk oppførsel av termiske kraft-varmeprosesser behandles. Miljøaspekter og metoder for reduksjon av forurensede utslipp vil bli behandlet. Prosesser med fjerning av Co<sub>2</sub> fra forbrenningsproduktene blir presentert.

**Undervisningsform:** Forelesninger og obligatoriske regneøvinger og øvingsoppgaver på datamaskin. Kursmaterieill: **Angis under kurset.**

**Eksamensform:** Skriftlig.

## EP8104 FASTE BRENSLER

### Termokjemisk omvandling av faste brenslers Solid Fuels

Faglærer: Professor Johan E. Hustad

Uketimer: Vår: 2F- 4Ø- 6S = 7,5Sp

Øvinger: O

Karakter: TE

**Mål:** Formålet med emnet er å gi en oversikt over ulike faste brenslers (som kull, biobrenslers og avfall) karakteristiske egenskaper som er viktige i termokjemiske omvandlingsprosesser som forbrenning, gassifisering og pyrolyse. Videre å se på perspektiver, muligheter og ulike teknologier for termokjemisk omvandling i forbindelse med energianvendelser i nåtid og fremtid.

**Forutsetning:** Emnet forutsetter gode grunnkunnskaper i varme- og masseovergang samt kunnskaper om kjemisk kinetikk.

**Innhold:** Følgende hovedtemaer behandles mer inngående:

- karakterisering av ulike faste brenslers
- pyrolyse og gassifisering
- oppvarming og antennelse
- avgivelse og forbrenning av flyktige bestanddeler
- utbrenning av koksrest/trekull
- utvikling av porøsitet og porestruktur
- kjemisk kinetikk og reaksjonshastigheter
- varme- og masseovergang
- diffusjon
- miljø

**Undervisningsform:** Forelesninger og obligatoriske regneøvinger.

**Kursmaterieill:** Forelesningsnotater, bøker og artikler.

**Eksamensform:** Skriftlig.

## EP8105 GASSTURBIN FORBR

### Gassturbin forbrenning Gas Turbine Combustion

Faglærer: Professor Johan E. Hustad

Uketimer: Vår: 3F- 6Ø- 3S = 7,5Sp

Øvinger: O

Karakter: TEØ

**Mål:** Emnet skal gi innsikt i det fysikalske grunnlag ved forbrenning. Det tar for seg de essensielle kravene for gassturbin brennkammere og beskriver generelt de forskjellige typer og konfigurasjoner av brennkammer som benyttes i fly- og industrielle gassturbiner.

**Forutsetning:** SIO1073 Varme- og forbrenningsteknikk.

**Innhold:** De prinsipielle geometriske og aerodynamiske egenskapene som er vanlige for de fleste typer av brennkammer blir gjennomgått, med hovedvekt på drivstofftilførsel og kjøling. Følgende hovedtemaer behandles mer i detalj:

- Grunnleggende forbrenning (flammetyper – diffusjon/forblandet, flammegrenser, turbulens, antenning).
- Diffusorer (trykkbevaring).
- Aerodynamikk (strømningsegenskaper, miksing av drivstoff/luft, swirl).
- Forbrenningseffektivitet (flammestabilisering, antenningsmekanismer).
- Tilførsel av drivstoff/brensel (injektorkonfigurasjoner, gassforming/flytende brensel).
- Forbrenningsstøy.
- Varmetransport (kjøling av brennkammer/injektor, materialer).
- Utslipp (lav-emisjons brennkammer konfigurasjoner, metoder for begrensning av utslipp – NO<sub>x</sub>/CO).

**Undervisningsform:** Forelesninger og selvstendig prosjektarbeid.

**Kursmaterieill:** Lefebvre, A.H.: Gas Turbine Combustion, utgitt av Edwards Brothers, Ann Arbor, MI, USA 1998.

**Eksamensform:** Skriftlig + øvinger.

## **EP8106 GASSTURB OG KOMPR** **Gassturbiner og kompressorer** **Gas Turbines and Compressors**

Faglærer: Professor Lars E. Bakken

Uketimer: Vår: 2F- 3Ø- 7S = 7,5Sp

Øvinger: 0

Karakter: TE

**Mål:** Målet med emnet er i gi en grundig forståelse av oppbygging, virkemåte og drift av gassturbiner og turbokompressorer. Maskiners integrasjon, kapabilitet og stabilitet i prosessanlegg, anlegg for kraftproduksjon, utvinning og foredling av olje og gass vektlegges.

**Forutsetning:** Emnet forutsetter gode grunnkunnskaper i termodynamikk og strømningslære.

**Innhold:**

- Teoretisk og praktisk grunnlag for dimensjonering av maskiner.
- Estimering av viktige ytelsesparametre ved varierende driftsforhold.
- Prosessintegrasjon og systemanalyse (maskin – system).
- Testing. Termodynamisk tilstandsanalyse.
- Optimal serie- og paralleldrif. Drift og vedlikeholdsaspekter.
- Regulering av termiske maskiner i større systemer.
- Anti surge kontroll.
- Dynamisk analyse/respons i et integrert system.
- Metoder for reduksjon av miljøutslipp fra gassturbiner.

**Undervisningsform:** Forelesninger og regneøvinger.

**Kursmaterieill:** Forelesningsnotater, bøker og artikler.

**Eksamensform:** Skriftlig.

## **EP8107 GASSMARKEDER** **Gassmarkeder – teknisk og økonomisk regulering** **Natured Gas Market – technical and economic regulations**

Faglærer: Professor II Hans Jørgen Dahl

Foreleser: Professor II Hans Jørgen Dahl/Førsteamanuensis Asgeir Tomasgard

Uketimer: Høst: 2F- 2Ø- 8S = 7,5Sp

Øvinger: 0

Karakter: TEØ

**Mål:** Emnet skal gi studenten en innføring i hvordan liberaliserte gassmarkeder fungerer, med særlig vekt på det Europeiske markedet.

**Forutsetning:** SIS1010 Mikroøkonomi og optimering og SIO1008 Grunnleggende fluid mekanikk, eller tilsvarende forkunnskaper.

**Innhold:** Forskjellige type modeller for regulering av salg og transport av naturgass. Beskrivelse av det europeiske gassmarkedet. Tariffer, adgangsregimer og systemdrift. Behandling av knapp kapasitet og flaskehalsler.

**Undervisningsform:** Forelesninger, seminarer, prosjektarbeid og ekskursjon.

**Kursmaterieill:** Artikler og utvalgt faglitteratur. Oppgis ved semesterstart.

**Eksamensform:** Muntlig + øvinger.

## **EP8200 VARME/MASSEOVERGANG** **Varme- og masseovergang ved konveksjon** **Convective Heat and Mass Transfer**

Faglærer: Professor Otto K. Sønju

Uketimer: Høst: 3F- 2Ø- 7S = 7,5Sp

Øvinger: O

Karakter: TE

Emnet undervises normalt hvert andre år, neste gang i studieåret 2004/2005.

**Mål:** Emnets formål er å gi en videregående behandling av varme- og masseovergang ved konveksjon knyttet til prosess teknisk utstyr.

**Forutsetning:** Forutsetter gode grunnkunnskaper i varmeovergang og fluidmekanikk.

**Innhold:** Emnet inneholder følgende deler:

1. del: Konserveringsligningene, viskositet og spenningsledd, grensesjiktligningene.
2. del: Impuls og varmeovergang for laminære grensesjikt, laminære strømninger i rør/kanaler, turbulente grensesjikt, turbulent strømning i rør/kanaler og innflytelse av temperaturavhengige fluidegenskaper.
3. del: Masseovergang for grensesjikt. Tvungen og fri konveksjon.

**Undervisningsform:** Forelesning og obligatoriske regneøvinger.

**Kursmaterieill:** W.M. Kays, M.E. Crawford: Convective Heat and Mass Transfer, McGraw-Hill Book Company, New York, 1993.

**Eksamensform:** Skriftlig.

## **EP8201 VARMETR STRÅL/KOND** **Varmetransportberegninger ved stråling og** **konduksjon i varmeteknikk utstyr** **Thermal Radiation and Conduction in Heat** **Transfer Equipment**

Faglærer: Professor Otto K. Sønju

Uketimer: Høst: 3F- 2Ø- 7S = 7,5Sp

Øvinger: O

Karakter: TE

Emnet undervises normalt hvert andre år, neste gang i studieåret 2003/2004.

**Mål:** Emnets formål er å gi en videregående behandling av varmetransport og beregningsmetoder ved konduksjon og termisk stråling i tilknytning til varmeteknikk utstyr.

**Forutsetning:** Emnet forutsetter gode grunnkunnskaper i varmetransport tilsvarende emne SIO1033 Varme- og massetransport.

**Innhold:** Følgende hovedemner behandles:

- Konduksjon: Konduktivitet i faste stoffer, væsker og gasser. Stasjonær konduksjon inkl. finner/ribber. Beregning av kontakt-motstand. Ikke-stasjonær konduksjon. Smelting/størkning.
- Termisk stråling: Strålingsegenskaper for faste stoffer, væsker og gasser. Stråling mellom legemer. Stråling i absorberende medier. Varmeoverføring ved stråling i kombinasjon med konduksjon og/ eller konveksjon. Forenklete metoder for beregning av stråling i lukkede rom.

**Undervisningsform:** Forelesning og obligatoriske regneøvinger.

**Kursmaterieill:** Forelesningsnotater og litteratur som angis under kurset.

**Eksamensform:** Skriftlig.

**EP8202 VID IND VARMETEK**  
**Videregående industriell varmeteknikk**  
**Advanced Industrial Heat Engineering**

Faglærer: Professor Otto K. Sønju  
 Uketimer: Vår: 3F- 2Ø- 7S = 7,5Sp  
 Øvinger: O

Karakter: TE

Emnet undervises normalt hvert andre år, neste gang i studieåret 2003/2004.

**Mål:** Emnets formål er å gi en videregående behandling av varmetransport ved koking og kondensasjon i prosessutstyr. Varmeteknisk design av denne typen utstyr inngår også.

**Forutsetning:** Forutsetter gode grunnkunnskaper i varmeovergang og fluidmekanikk.

**Innhold:** Følgende hovedemner behandles:

- Kondensasjon: Grunnleggende teori for varme- og massetransport.  
Kondensasjon av blandinger. Strømningsforhold, trykktap og varmetransport i kondensatorer.  
Design av kondensatorer.
- Koking: Grunnleggende teori for varmeovergang. Kritisk varmefluks.  
Koking av blandinger. Trykktap og varmetransport i prosessutstyr, inklusive dampkjeler.  
Selvsirkulasjons- og tvangssirkulasjonssystemer. Design av utstyr.

**Undervisningsform:** Forelesninger og obligatoriske øvinger.

**Kursmaterieill:** Forelesningsreferater og litteratur som angis under kurset.

**Eksamensform:** Skriftlig.

**EP8203 KOMPAKTVARMEVEKSLERE**  
**Kompaktvarmevekslere**  
**Compact Heat Exchangers**

Faglærer: Professor Il Geir Owren  
 Professor Jostein Pettersen  
 Koordinator: Professor Jostein Pettersen  
 Uketimer: Vår: 2F- 3Ø- 7S = 7,5Sp  
 Øvinger: O

Karakter: TE

**Mål:** Målsetningen for emnet er å lære grunnlaget og prinsippene for design og optimalisering av kompaktvarmevekslere, og grunnleggende metoder for å oppnå forøket varmeovergang.

**Forutsetning:** Nødvendig forkunnskap innen flerfase.

**Innhold:** Emnet omfatter følgende hovedtema:

- Introduksjon til kompaktvarmevekslere og forøket varmeovergang
- Evalueringsmetoder for forøket varmeovergang
- Plate-finne flater, utvendige finner og lameller
- Metoder for økning av innvendig enfase varmeovergang ved strømning i rør og kanaler
- Metoder for forøket varmeovergang ved fordampning og kondensasjon
- Konstruksjonsprinsipper og klassifikasjon av kompaktvarmevekslere
- Prinsipper for design og optimalisering av kompaktvarmevekslere

Undervisningsform: **Kollokvier, forelesninger, seminarer, selvstudium.**

**Kursmaterieill:** Utdrag fra bøker, kopier av artikler.

**Eksamensform:** Skriftlig, men muntlig ved færre enn fire deltakere.

**EP8204 FLERFASE TRANSPORT**  
**Flerfase transport**  
**Multiphase Transport**

Faglærer: Professor Ole Jørgen Nydal  
 Uketimer: Høst: 2F- 3Ø- 7S = 7,5Sp  
 Øvinger: O

Karakter: TE

**Mål:** Fordypning innenfor flerfasestrøm med vekt på anvendelse mot olje-gass transport i rørledninger.

**Forutsetning:** Nødvendig forkunnskap innen flerfase.

**Innhold:** Emnet legges opp for fordypning av utvalgte emner innenfor flerfase rørtransport av hydrokarbon gass/væske-blandinger tilpasset studentenes spesielle interesser. Undervisningen baseres på selvstudium av åpen litteratur, sammenligning med tilgjengelige data og gjennomgang av modellene i kollokvier med studenter og faglærere.

**Undervisningsform:** Forelesninger, laboratoriedemonstrasjoner, gjesteforelesere, kollokvier.

**Kursmaterieill:** Samling av relevante vitenskapelige artikler.

**Eksamensform:** Muntlig.

## EP8300 NATURLIG KONVEKSJON

### Naturlig konveksjon i bygninger

### Natural Convection Flows in Buildings

Faglærer: Førsteamanuensis Per O. Tjellflaat

Uketimer: Høst: 3F- 2Ø- 7S = 7,5Sp

Øvinger: F Karakter: TE

Emnet foreleses annet hvert år, neste gang høsten 2004.

**Mål:** Å lære deltakerne metoder for design av naturlig ventilasjon, kaldrassikring etc.

**Forutsetning:** Emnet forutsetter kunnskaper tilsvarende emne SIO1066 Viskøse strømminger og turbulens, (se studieplan for siv.ing. studiet).

**Innhold:** Emnet tar for seg forskjellige strømmingssituasjoner i bygninger hvor naturlig konveksjon inngår. Strømningene vil ha betydning for ventilasjon og oppvarming av bygninger. Eksempler er strømminger i rom som skyldes skorsteinseffekt og vindpåvirkning for bygninger og indre kaldras og varmekilder. Analytiske løsninger, empiriske relasjoner og numeriske beregningsmetoder presenteres.

**Undervisningsform:** Forelesninger, regneøvinger, laboratorieoppgaver, prosjektoppgaver.

**Kursmaterieill:** Kompendier og utdrag fra litteratur.

**Eksamensform:** Skriftlig, men muntlig ved mindre enn fire deltakere.

## EP8301 ENERGI/KLIMATEKN MOD

### Energi og klimateknisk modellering

### Modelling Energy and Indoor Environmental Systems

Faglærer: Førsteamanuensis Kjell Kolsaker

Uketimer: Vår: 2F- 3Ø- 7S = 7,5Sp

Øvinger: O Karakter: TE

**Mål:** Emnet skal gi en grunnleggende forståelse av fysikken bak effekt- og energibruken i en bygning. Kandidaten skal bli i stand til å bruke resultater fra effekt- og klimaberegninger på en fornuftig måte som et ledd i planleggingen av nybygg, rehabilitering eller energiforsyning.

**Forutsetning:** SIO1033 Varme- og massetransport eller tilsvarende. Kjennskap til numeriske metoder er å foretrekke.

**Innhold:** Numeriske modelleringsteknikker for bygninger og bygningskonstruksjoner med vekt på finite differansemetoder. Effektiv løsning av de ligningssystemer som oppstår. Beregning/bearbeiding av ytre påvirkninger som sol og uteklime. Interne laster. Transient varmeledning. Kortbølget strålingsutveksling. Langbølget strålingsutveksling. Vinduer og glasskonstruksjoner. Avskjerming. Konveksjon. Temperaturfordeling i rommet. Strømningsbalansen i bygget og ventilasjonssystemet. Sammensatte rom-modeller. Dimensjonering av enkeltkomponenter.

**Undervisningsform:** Gruppeundervisning der studentene presenterer stoffet. Prosjektbasert øvingsopplegg i samarbeid med faglærer.

**Kursmaterieill:** J.A. Clarke: Energy Simulation in Building Design, samt aktuelle publikasjoner.

**Eksamensform:** Muntlig.

**EP8302 TERMISKE SYSTEMER**  
**Simulation and Optimization of Thermal Systems**

Faglærer: Professor Vojislav Novakovic  
 Uketimer: Vår: 2F- 3Ø- 7S = 7,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TE

Emnet foreleses annet hvert år, neste gang i vårsemesteret 2005.

**Mål:** Emnets formål er å gi et verktøy for å finne frem til alternative utførelser av termiske systemer som ved siden av å gi den ønskede funksjon, også er optimal ut fra de forutsetninger som blir gjort.

**Forutsetning:** Emnet forutsetter kunnskaper tilsvarende emne SIO1033 Varme- og massetransport.

**Innhold:** Emnet innledes med en kort repetisjon av økonomi og statistikk og metoder for ligningstilpasning. Videre behandles systemsimulering samt forskjellige optimaliseringsmetoder. Av disse kan nevnes Lagrange-metoden, søkemetoden, dynamisk programmering, geometrisk programmering og lineær programmering. I emnet inngår også modellering av termiske tilstandsstørrelser, simulering av store systemer og probabilistisk dimensjonering.

**Undervisningsform:** Faglærerseminarer – regneøvinger. For adgang til eksamen forlanges samtlige øvinger utført.

**Kursmaterieill:** W.F. Stoecker: Design of Thermal Systems, Mc Graw-Hill 1989.

**Eksamensform:** Skriftlig/muntlig.

**EP8303 INDUSTRIVENTILASJON**  
**Industrial Ventilation**

Faglærer: Professor Per O. Tjelflaat  
 Uketimer: Høst: 3F- 2Ø- 7S = 7,5Sp  
 Øvinger: F Karakter: TE

Emnet foreleses annet hvert år, neste gang høsten 2003.

**Mål:** Å lære deltakerne metoder for design og etterprøving for å kunne etablere tilfredsstillende termiske forhold og tilfredsstillende luftkvalitet for arbeidstakere i industrien. Samtidig bør kostnader for installasjoner, drift og vedlikehold av tiltak/utstyr benyttet for dette formål holdes på lavest mulig nivå.

**Forutsetning:** Forkunnskaper tilsvarende siv.ing.utdanning innen Klimateknikk.

**Innhold:** Emnet tar for seg designprosedyren for industriventilasjon med bruk av beregningsverktøy både for prosjektering og for verifikasjon. Det gis en innføring i yrkeshygieneiske forhold som basis for kravspesifikasjoner for termiske og atmosfæriske forhold. Størstedelen av emnet omhandler forenklete og avanserte beregningsmetoder basert på grunnleggende strømnings- og varmeteknikk. Numeriske beregningsprogrammer, fysiske modeller og måleteknikk blir også berørt.

**Undervisningsform:** Forelesninger, regneøvinger, laboratorieoppgaver, prosjektoppgaver, ekskursjoner.

**Kursmaterieill:** E. Tähti and H.D. Goodfellow: Industrial Ventilation Design Guidebook, Academic Press, New York, 2000.

**Eksamensform:** Skriftlig, men muntlig ved mindre enn fire deltakere.

**EP8400 ANALYT MET I FLUIDDYN**  
**Analytiske metoder i fluiddynamikken**  
**Analytical Methods in Fluid Dynamics**

Faglærer: Førsteamanuensis Skjalg Haaland  
 Uketimer: Vår: 2F- 2Ø- 8S = 7,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TE

Emnet undervises annet hvert år, neste gang våren 2004.

**Mål:** Emnet gir en innføring i noen moderne metoder som brukes for å finne tilnærmede løsninger i fluiddynamikken.

**Forutsetning:** Elementære kunnskaper i ordinære og partielle differensialligninger.



**Innhold:** Tilnærmede ligninger. Metoder for å finne similaritetsløsninger. Regulær og singulær perturbasjon. Metoder for å løse singulære perturbasjonsproblemer – strekkede koordinater, flerskalametoder, matchede utviklinger. Fluiddynamiske anvendelser.

**Undervisningsform:** Blanding av forelesninger og problembasert læring (PBL), hvor innlæring av stoffet baseres på utstrakt egenaktivitet i form av løsning av øvingsoppgaver.

**Kursmateriell:** A.W. Bush: Perturbation Methods for Scientists and Engineers.

**Eksamensform:** Skriftlig.

**EP8401 TIDSAVH FLUIDDYN**  
**Tidsavhengig fluiddynamikk**  
**Unsteady Fluid Dynamics**

Faglærer: Førsteamanuensis Skjalg Haaland

Uketimer: Vår: 2F- 2Ø- 8S = 7,5Sp

Øvinger: O

Karakter: TE

Emnet undervises annet hvert år, neste gang våren 2005.

**Mål:** Emnet gir en innføring i tidsavhengig fluiddynamikk.

**Forutsetning:** Ingen spesielle.

**Innhold:** Bulk strømming, konvektiv forplantning og bølgebevegelse. Konservasjonslover og sjokkbølger. Karakteristikkmetoden. Numeriske løsninger av tidsavhengige problemer. Spesielle anvendelser.

**Undervisningsform:** Blanding av forelesninger og problembasert læring.

**Kursmateriell:** G. B. Whitham: Linear and Nonlinear Waves, Wiley.

L. Debnath: Nonlinear Partial Differential Equations, Wiley.

F.J. Moody: Intr. to Unsteady Thermofluid Mechanics, Wiley.

**Eksamensform:** Muntlig.

**EP8402 VIDEREG FLUIDMEKANIKK**  
**Videregående fluidmekanikk**  
**Advanced Fluid Mechanics**

Faglærer: Professor Tor Ytrehus

Uketimer: Høst: 3F- 3Ø- 6S = 7,5Sp

Øvinger: F

Karakter: TE

Emnet undervises annet hvert år, neste gang høsten 2003.

**Mål:** Emnet har som mål å gi en samlet fremstilling av strømningsmekanikk på et videregående nivå.

**Forutsetning:** Et typisk emne i strømningsmekanikk ut over grunnleggende nivå; eksempelvis SIO1066 Viskøse strømninger og turbulens.

**Innhold:** Kurset inneholder et bredt spekter av strømningsmekaniske problemstillinger som analyseres ut fra både eksakte og kvalitative matematiske betraktninger: Fundamentale konserveringslover for Newtonsk fluid. Potensialteori, klassisk analyse for sub- og supersonisk strømming. Lydbølger, sjokkbølger og sjokkstruktur, grensesjikt og singulære perturbasjoner. Klassifisering av 2. ordens PDL, karakteristikk, rand- og initialproblemer. Cauchy problemer for Navier-Stokes' ligninger. Differanseformuleringer, von Neumann-stabilitetsanalyse. Eksempler fra hydraulikk, gassdynamikk og to-fase strømming.

**Undervisningsform:** Forelesninger, frivillige regneøvinger.

**Kursmateriell:** P.A. Thompson: Compressible Fluid Dynamics, Mc Graw-Hill

R. Chevray & J. Mathieu: Topics in Fluid Mechanics, Cambridge University Press

**Eksamensform:** Skriftlig.

**EP8403 VID NUM STRØMN MEK**  
**Videregående numerisk strømningsmekanikk**  
**Advanced Computational Fluid Dynamics**

Faglærere: Førsteamanuensis Reidar Kristoffersen  
 Uketimer: Vår: 3F- 3Ø- 6S = 7,5Sp  
 Øvinger: F Karakter: TE

Emnet undervises annet hvert år, neste gang våren 2005.

**Mål:** Kurset skal gjøre studentene kjent med et utvalg av avanserte emner i CFD.

**Forutsetning:** Kunnskaper tilsvarende emne SIO1054 Numeriske beregninger.

**Innhold:** I kurset bygges det opp nødvendig kunnskap for å foreta og anvende videregående numeriske beregningsteknikker i strømningsmekanikk. Vekten legges på numeriske løsningsalgoritmer for stasjonære og ikke-stasjonære strømningsproblemer. Metoder for friksjonsfrie, viskøse og turbulente strømningsregimer vil bli forelest. Disse er anvendbare både for to- og tre-dimensjonale konfigurasjoner.

**Undervisningsform:** Forelesninger, frivillige regneøvinger og simuleringsoppgaver.

**Kursmateriell:** Etter avtale.

**Eksamensform:** Skriftlig.

**EP8404 FLERFASEMODELLERING**  
**Modelling of Multiphase Flow**

Faglærer: Professor Tor Ytrehus  
 Professor II Stein Tore Johansen  
 Uketimer: Høst: 3F- 3Ø- 6S = 7,5Sp  
 Øvinger: F Karakter: TE

Emnet undervises annet hvert år, neste gang høsten 2004.

**Mål:** Emnet skal gi innsikt og ferdigheter i mekanistisk modellering av flerfasestrømning.

**Forutsetning:** Noe bakgrunn i teoretisk strømningsmekanikk, inklusive turbulens, ut over grunnleggende nivå; eksempelvis SIO1066 Viskøse strømninger og turbulens.

**Innhold:** Emnet omhandler grunnleggende trekk ved detaljert mekanistisk modellering av flerfasestrømninger, samt numeriske beregningsteknikker anvendt på typiske eksempler av slike strømninger i teknologisk sammenheng. Emner som spesielt blir tatt opp: Konserveringslover og interfasebetingelser, midlingsteori, lokale og globale formuleringer, dispergert strømning og turbulens, hydrodynamisk vekselvirkning mellom faser, beregning av distribuerte effekter i to- og tre dimensjoner, bølger og stabilitet av interfaseflater, driftfluks og to-fluid modeller.

**Undervisningsform:** Forelesninger og øvinger.

**Kursmateriell:** Kursnotater og deler av bøker.

**Eksamensform:** Skriftlig.

**EP8405 TURBULENS**  
**Turbulence**

Faglærer: Professor Helge Andersson  
 Uketimer: Høst: 2F- 2Ø- 8S = 7,5Sp  
 Øvinger: F Karakter: TE

Emnet undervises annet hvert år, neste gang høsten 2003.

**Mål:** Emnet skal gi inngående kunnskaper i noen utvalgte emner for derved å oppnå en dypere innsikt i teori og matematiske modeller for turbulente strømninger.

**Forutsetning:** Emnet forutsetter et godt grunnlag i strømningsmekanikk og noe kjennskap til turbulens.

**Innhold:** Følgende hovedtema behandles:

- Turbulensstruktur og dynamikk: anisotropi, virvling, trykkets betydning, massekrefter og rotasjon.
- Avanserte beregningsteknikker: direkte- og large-eddy simulering, rapid-distortion teori.
- Modellering i fysisk og spektralt rom: Transportmodeller for Reynolds-spenningene, algebraiske

forenklinger, nær-vegg modellering, elliptisk relaksasjon, spektral modellering.

**Undervisningsform:** Forelesninger, seminarer, selvstudium.

**Kursmateriell:** Kursnotater, tidsskriftartikler, bokkapitler (alt på engelsk).

**Eksamensform:** Muntlig.

**EP8406 REG AV VANNKRAFTVERK**  
**Regulering av vannkraftverk**  
**Hydro Power Plant Control**

Faglærer: Professor Torbjørn Nielsen

Uketimer: Vår: 3F- 2Ø- 7S = 7,5Sp

Øvinger: F

Karakter: TE

**Mål:** Emnet tar sikte på en innføring i stabilitetsanalyse av kontrollsystemer for kraftverk og trykkregulering av pumper. Hovedmålet er å kunne beregne trykkstøt i rør og analysere hastighetsregulering og effektregulering av hydrauliske turbiner etter å ha fullført emnet.

**Forutsetning:** Eksamen i emne SIE3040 Reguleringsteknikk med el. kretser.

**Innhold:** Kurset presenterer strukturmatrisemetoden for matematisk modellering av hydro-elektriske kraftverk og pumpesystem tilkoplede kompliserte rørledning- og/eller tunnelsystem inkludert ventiler, akkumulatorene og reguleringsystem. Teorien bygger på en ikke-lineær friksjonsdemping av oscillerende strøm i tunneler og rør og innvirkningene fra turbin og pumpekarakteristikk i systemer for turbin og pumpekraftverk eller pumpesystem. Frekvensresponsmålemetoder for å bestemme stabiliteten av kraftverk beskrives. Matematisk modellering av tunnel, rør, turbin, vannstandsregulering, generator og elektrisk nett i frekvensplanet gjennomgås. Øvelser med en 300 m lang prøvesløyfe inngår som laboratorieøvelser sammen med matematisk simulering ved hjelp av datamaskin for det samme system.

**Undervisningsform:** Forelesninger og frivillige øvinger.

**Kursmateriell:** Hermod Brekke: A Stability Study on Hydro Power Plant Governing.

Li Xin Xin: Hydropower System Modelling by the STRUCTURE MATRIX METHOD, HOG Report.

**Eksamensform:** Skriftlig.

**EP8407 HØYTR VANNKR MASK**  
**Høytrykks vannkraftmaskiner**  
**High Pressure Hydraulic Machinery**

Faglærer: Professor Torbjørn Nielsen

Uketimer: Høst: 3F- 3Ø- 6S = 7,5Sp

Øvinger: O

Karakter: TE

**Mål:** Emnet tar sikte på en grunnleggende studie av turbinding design for turbiner med fallhøyde over 100 meter. Konstruksjon montasje og materialvalg er inkludert i studiet.

**Forutsetning:** Emne SIO4042 Turbomaskiner.

**Innhold:** Den viktigste delen av pensum er en inngående teoretisk analyse for å optimalisere den hydrauliske utformingen av et løpehjul. De viktigste parametrene er reaksjonsgrad og trykkbalansering av blad ved hjelp av bladhelning. Dette for å unngå kavitasjon og oppnå høy virkningsgrad og dynamiske problemer på dellast.

**Undervisningsform:** Forelesninger.

**Kursmateriell:** Kompendium.

**Eksamensform:** Skriftlig.

## INSTITUTT FOR GEOLOGI OG BERGTEKNIKK

### **GB8100 VID MIN OG PETR** **Videregående mineralogi og petrologi** **Advanced Mineralogy and Petrology**

Faglærer: Professor Tore Prestvik  
 Uketimer: Høst/Vår: 2F- 2Ø- 10S = 9Sp  
 Øvinger: O Karakter: TEØ

I mineralogidelen vil det bli lagt vekt på mineralgrupper som er av spesiell betydning for de aktuelle kandidaters forskningsfelt. Gruppenes struktur, kjemisk variasjon, stabilitetsområder etc. gjennomgås. Dernest diskuteres genese i relasjon til prosesser som forvitring, diagenese, hydrotermalomdanning, magmatiske og metamorfose. I petrologi gjennomgås generelle aspekter som fasevekt, anatexe, differensiasjonsprosesser, fordeling av elementer mellom ulike faser isotopgeokjemi og prinsippene for mineralske geotermometre og -barometre. Pensum vil variere fra år til år, avhengig av studentenes bakgrunn og hovedfagsområde. Nyere tidsskriftlitteratur vil utgjøre en sentral del av pensum.

Undervisningen vil hovedsakelig foregå som individuelt lesepensum, herunder øvinger, med innlevering av inntil tre rapporter.

### **GB8200 VG SEDIMENTOLOGI** **Videregående sedimentologi** **Advanced Sedimentology**

Faglærer: Førsteamanuensis Sverre Ola Johnsen  
 Uketimer: Høst: 2F- 10S = 7,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TE

Emnet undervises annet hvert år, neste gang høsten 2004.

Emnet tar for seg faciesbegrepet og sammenhengen mellom tektonikk og avsetning. De prosessene som virker, og de resulterende facies og faciesassosiasjoner i moderne avsetningsmiljø gjennomgås. Videre gjennomgås hvordan facies og faciesassosiasjoner kan brukes for å tolke gamle avsetninger fra alle kontinentale og marine avsetningsmiljø.

Pensumlitteratur:

Reading, H.G.: Sedimentary Environments Processes, Facies and Stratigraphy, Blackwell Scientific Publications.

### **GB8201 STRUKTURGEO TEKTONIKK VK** **Strukturgeologi og tektonikk, videregående kurs** **Structural Geology and Tectonics, Advanced Course**

Faglærer: Professor Stephen Lippard  
 Uketimer: Vår: 2F- 10S = 7,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TE

Emnet undervises annet hvert år, neste gang våren 2005.

I emnet inngår bestemmelser og analyse av tøyning- og spenningsforhold i deformerte bergarter med bl.a. balanseringsteknikker og rekonstruksjoner av profiler og kart. 3D strukturelle analyser ved hjelp av GIS. Emnet vil vise sammenheng mellom små, mellom-stor og stor-skala strukturer og deres forhold til tektonikk. Tektonikkdelen vil bl.a. diskutere fjell- og bassengdannelse i forbindelse med ekstensjon, kompresjon og laterale bevegelser.

Emnet forutsetter kunnskaper tilsvarende SIG0520 Strukturgeologi.

Pensumlitteratur:

Ramsay & Huber: The techniques of modern structural geology, Vol. 1 & 2.

**GB8300 BETONGTILSLAG**  
**Tilslagsmaterialer for betong**  
**Aggregates for Concrete**

Faglærer: Professor II Svein W. Danielsen  
 Uketimer: Høst: 2F- 2Ø- 13S = 10,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TEØ

Emnet undervises etter avtale, dersom et tilstrekkelig antall kandidater melder seg.

Emnet gjennomgår det teknologiske grunnlag for kvalitetsvurdering, optimalisering og bruk av tilslagsmaterialer, basert på den kombinerte forståelse av ingeniørgeologi, forekomstdrift/produksjonsteknikk og betongteknologi.

Av aktuelle emner kan nevnes:

- Forekomst og produksjon av tilslagsmaterialer, geologiske forutsetninger, utvinning, foredling.
  - Egenskaper i betong, støpelighet/produksjonsøkonomi, resepttilpasning, bruk av knuste materialer, interaksjoner i herdet betong, langtidsegenskaper/bestandighet.
  - Undersøkelser, kontroll og kvalitetssikring, metoder, opplegg, tilpasning til lokale, geologiske forhold.
- Det gjennomføres laboratorieøvinger, bl.a. mikroskopiering av tilslag/betong, ekskursjon til type-lokaliteter, samt litteraturoppgave over utvalgt emne.

Emnet vil bli gjennomført ved kollokvier og ledet selvstudium. Pensum dekkes med utdrag av lærebøker, samt artikler og forskningsrapporter.

**GB8301 ING GEOL UNDERS MET**  
**Ingeniørgeologiske undersøkelsesmetoder**  
**Engineering Geological Investigation Methods**

Faglærer: Professor Einar Broch  
 Uketimer: Høst: 2F- 2Ø- 13S = 7,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TEØ

Emnet undervises andre eller tredje hvert år, neste gang høsten 2004.

Gjennom forelesninger og kollokvier vil de nyeste metoder og metodikk for undersøkelser av bergarter, bergmasser, løsmasser og grunnvann bli gjennomgått.

Metoder for undersøkelse både i felten og i laboratoriet inngår. Det er en forutsetning at studentene også selv skal arbeide praktisk og teoretisk med metodene. Bearbeiding og rapportering av resultater vil inngå som en viktig del av kurset.

Pensum vil bli dekket med utdrag fra lærebøker samt artikler og rapporter med metodebeskrivelser.

Kurset foregår på engelsk dersom ikke alle oppmeldte behersker norsk.

**GB8302 KVARTÆRGEOLOGI**  
**Quaternary Geology**

Faglærer: Professor Kåre Rokoengen  
 Uketimer: Høst: 3F- 3Ø- 13S = 12Sp  
 Øvinger: O Karakter: TEØ

Det gis organisert undervisning i emnet dersom et tilstrekkelig antall kandidater melder seg på.

Det forutsetter forkunnskaper tilsvarende fag SIG0540 Ingeniørgeologi - løsmasser, videregående kurs.

Emnet skal gi studentene innsikt i og oversikt over kvartærgeologiske problemstillinger, spesielt de sedimentologiske prosesser i glasiale miljøer og den regionale kvartærgeologiske utvikling av Norges

land- og kontinentalsokkelområder. Hovedvekten vil bli lagt på de nyere resultater og sammenhengen mellom land og sjø. Emnet vil bli lagt opp som forelesninger, kollokvier, selvstudium samt feltundervisning og demonstrasjoner i felt og lab.

I emnet vil det inngå øvinger som omfatter innsamling og sammenstilling av kvartærgeologiske data.

Pensumlitteratur:

Dawson, A.G. 1992: Ice age earth. Late Quaternary geology and climate, Routledge, London. 200 p.

Hambrey, M.I. 1994: Glacial environments, VCL Press, London, 296p.

Utvalgte tidsskriftartikler og kompendier.

**GB8303 STABIL FJELLSKJÆRING**  
**Stabilitet av fjellskjæringer**  
**Stability of Rock Slopes**

Faglærer: Professor Bjørn Nilsen

Uketimer: Høst: 2F- 2Ø- 8S = 7,5Sp

Øvinger: O

Karakter: TEØ

Emnet undervises annet hvert år, neste gang høsten 2004.

Det forutsettes kunnskaper tilsvarende fag SIG0537 Ingeniørgeologi – berg VK.

Kurset omfatter de grunnleggende problemstillinger i forbindelse med analyse av stabiliteten av fjellskjæringer: 1) Definisjon av potensielt stabilitetsproblem, 2) Kvantifisering av inngangsparametre og 3) Beregningsmetoder. Dekker bl.a. faktorer som innvirker på stabilitetsforholdene, metoder for innsamling av ingeniørgeologiske data, stereografiske projeksjons- og analyseteknikker, kvantifisering/skalaeffekter vedrørende skjærstyrke og sprekkevannstrykk, utrasningstyper, deterministisk kontra probabilitisk analyse, stabilitetsforbedrende tiltak og stabilitetsovervåkning.

Undervisningen vil hovedsakelig foregå som ledet selvstudium/individuell lesepensum. Prosjektrapport innen oppgitt emne skal dessuten utarbeides.

Kurset foregår på engelsk dersom ikke alle oppmeldte behersker norsk.

**GB8304 NUM MODELL BERGTEKNIKK**  
**Numerisk modellering for bergteknikk**  
**Numerical modelling for rock engineering**

Faglærer: Professor Li Ming Lu

Uketimer: Vår: 2F - 4Ø - 10S = 12Sp

Øvinger: O

Karakter: BEØ

Emnet tar sikte på å gi studentene grundig kjennskap til de numeriske analyser for bergmekanikk. Forskjellige numeriske metoder vil bli introdusert, slike som FEM, DEM and FDM. Utgangspunktet er å forstå fundamental teori av applikasjon av metoder på bergteknikk. Kommersiell programvarer UDEC, Phase2 eller FLAC3D skal brukes i øvingene.

Emnet kan gis som et konsentrert kurs.

Kursmateriale tilpasses fordypningsemnet.

**GB8400 IT FOR MINERALUTVINN**  
**Informasjonsteknologi for mineralutvinning**  
**Information Technology for Mineral Extraction**

Faglærer: Førsteamanuensis Erik Ludvigsen

Uketimer: Vår: 1F- 4Ø- 9S = 9Sp

Øvinger: O

Karakter: TEØ

Emnet bygger på emne SIG0550 Geografiske informasjonssystemer for Mineralutvinning. Det utdyper forhold som er knyttet til metoder og utstyr som benyttes til å planlegge, styre og kontrollere utvinning av faste mineralske råstoffer.

Geostatistiske metoder for å estimere forekomsters mengde og verdi inngår som en del av emnet.

**GB8401 VIDEREG MINERALTEKN**  
**Videregående mineralteknikk**  
**Advanced Mineral Dressing**

Faglærer: Professor Knut L. Sandvik  
 Uketimer: Vår: 4F- 15S = 12Sp  
 Øvinger: O Karakter: TEØ

Emnet tar sikte på å gi en fordypning på en del områder av oppredningsteknikken, utvalgt så de passer inn i kandidatenes opplegg for studiet. Aktuelle områder er knusing/maling, klassering, fast/væske-separering, flere typer mineralseparering, flotasjonsteori, økonomiske forhold, miljømessige forhold og resirkulering av råstoffer.

Obligatoriske laboratorieøvinger innen de gjennomgåtte områder og analyse av resultatene.

Pensumlitteratur:

Lynch, A.J.: Mineral Crushing and Grinding circuits, Elsevier 1977. Mular & Bhappu (eds.): Mineral Processing Plant Design, AIME 1978 Lynch, A.J.: Mineral and Coal Flotation Circuits, Elsevier 1981. Mular, A.: Mining and Mineral Processing Equipment Costs., CIM 1982 Weiss, N. (ed.): SME Mineral Processing Handbook, AIME 1985. Ion I. Incullet, Electrostatic Mineral Separation, Wiley 1984. J. Svoboda, Magnetic Methods for the Treatment of Minerals, Elsevier 1987.

R. Burt, Gravity Concentration Technology, Elsevier 1984. L.G. Austin, R.R. Kimpel, P.T. Luckie: Process Engineering of Size Reduction, SME New York 1984.

Jones and Woodcock: Principle of Mineral Flotation Australasian, Inst. Mind. and Met., Victoria, Australia 1984.

Tidsskriftlitteratur etter behov.

**GB8402 PROSESSMINERALOGI**  
**Process Mineralogy**

Faglærer: Professor Terje Malvik  
 Uketimer: Høst: 2F- 4Ø- 6S = 7,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TEØ

Organisert undervisning gis i høstsemesteret annet hvert år, (neste gang høsten 2004) dersom et tilstrekkelig antall studenter melder seg.

Emnet tar sikte på studenter som i sitt dr.ing.arbeide vil få behov for kunnskaper i å undersøke og å beskrive hvordan mineraler opptrer i en ressurs i relasjon til utvinning og økonomisk produksjon av mineralene.

Emnet omfatter vurdering og kvantifisering av mineraltekstur og studier av hvordan mineraler opptrer i prosesser og i mineralprodukter relatert til de prosess- og produktkvaliteter som kan oppnås. Stor vekt legges på trening i forskjellige mikroskoperingsteknikker for å kvantifisere partikkelteksturer og mineralpartikler. Videre omfatter emnet også indirekte metoder til å bestemme kornstørrelse, kornform, overflateegenskaper og andre fysiske størrelser av betydning.

Emnet forutsetter kunnskaper tilsvarende emnet SIG0560 Råstoffoppredning, GK samt kunnskaper i identifisering av mineraler i lysmikroskop.

Pensumlitteratur:

Utvalgte artikler etter anvisning av faglærer.

**GB8403 MODELL AV OPPREDNING**  
**Modellering av oppredningsprosesser**  
**Modelling of Mineral Processes**

Faglærer: Professor Knut L. Sandvik  
Uketimer: Høst: 1F- 14Ø- 2S = 10,5Sp  
Øvinger: O Karakter: TEØ

Emnet går ut på å lære bruken av programmer for stasjonær modelloppbygning av oppredningsprosesser og andre prosesser hvor masse og elementbalansen er viktige, eller hvor kornstørrelsen spiller en viktig rolle. Kurset er basert på bruk av BRGM's USIM PAC og andre programmer som støtter opp under dette. Resultatet av kurset vil bli lagt fram som et arbeid som gjennomgås ved eksamen.

Pensumlitteratur:  
USIM PAC for Windows, Book 1, 2 og 3.  
Echant for Windows  
Bilco for Windows

**GB8500 SPRED MET JORD/VANN**  
**Spredning av tungmetaller i jord og vann**  
**Dispersion Patterns of Heavy Metals in Soil and Water**

Faglærer: Professor Bjarne Brattli  
Uketimer: Vår: 2F- 2Ø- 10S = 9Sp  
Øvinger: O Karakter: TE

Emnet tar sikte på å belyse geokjemiske aspekter omkring spredning og konsentrasjon av tungmetaller i forskjellige vandige miljø (gruveområder, elver og elvesletter, innsjøer og kystnære miljøer). Det vil bli lagt vekt på å forstå fysiske så vel som kjemiske sprednings- og sorpsjonsmekanismer (interaksjoner mellom vann, tungmetaller og partikulært materiale) og hvordan disse påvirkes av geokjemiske og geologiske prosesser. Metoder for prøvetaking i felt og kjemiske analyser i laboratoriet inngår. Øvingstimen benyttes til selvstendig arbeid med et tema innen fagområdet.

Pensumlitteratur:  
Pensum vil bli dekket med utdrag fra lærebøker samt artikler fra internasjonale tidsskrifter.

**GB8501 HMS VED BERGARBEIDER**  
**Helse, miljø og sikkerhet ved bergverksdrift og andre fjellarbeider**  
**Health, Safety and Environment in Mining**

Faglærer: Professor Tom Myran  
Uketimer: Vår-04: 2F- 2Ø- 10S = 9Sp  
Øvinger: O Karakter: BEØ

**Mål:** Emnet tar sikte på å gi en bred innføring og kunnskap om arbeidsmiljø-, vernetekniske- og sikkerhetsmessige forhold relatert til bergarbeider og øvrige fjellarbeider. Forhold knyttet til problemstillinger for det ytre miljø vil også inngå.

**Innhold:** Tradisjonelle miljøfaktorer og eksponeringsforhold i det indre og ytre miljø. Yrkeshygieniske og arbeidsmedisinske problemstillinger. Arbeidsplassundersøkelser og prøvetaking/analyser. HMS-ledelse. Ulykker, eksplosjon og brannvern. Ventilasjon og tiltak (eks. rensing, filtrering, innkapsling, skjerming m.m.). Administrative normer og myndighetskrav.

**Undervisningsform:** Ledet selvstudium, forelesninger, prosjektarbeid og øvinger.

**Kursmaterieill:** Pensum dekkes ved aktuelle lærebøker, artikler og øvrig dokumentasjon.



**GB8502 GEOL ANALYSEMETODER**  
**Geologiske analysemetoder for å evaluere prosessering av grunn forurenset med jern og metaller**  
**Analytical Methods for Geological Research and Reprocessing of Metalliferous Soil**

Faglærer: Førsteamanuensis Maria Thornhill  
 Uketimer: Vår: 1F- 4Ø- 7S = 7,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TEØ

Emnet omhandler datainnsamling for prosessering av metallforurenset jord som baseres på prøvetaking, råte og tørre analyser samt evaluering. Relevante teknikker vil gjennomgå i laboratoriet. Resultatet fremlegges i en større rapport.

Pensumlitteratur:  
 Utvalgte kompendier og tidsskriftartikler.

## INSTITUTT FOR KONSTRUKSJONSTEKNIKK

**KT8100 NEDBRYTN AV BETONG**  
**Nedbrytning av betong**  
**Deterioration of Concrete**

Faglærer: Professor Odd E. Gjørsv  
 Uketimer: Vår: 3F- 14S = 10,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TE

Emnet gir en teoretisk og praktisk innføring i forskjellige nedbrytningsprosesser som kan forårsake skader og vedlikeholds-problemer både på betongprodukter og armerte betongkonstruksjoner. Dette omfatter fysikalsk og kjemisk nedbrytning av betong, såvel som elektrokjemisk nedbrytning av metaller helt eller delvis innstøpt i betong. Emnet omfatter videre levetidsprosjektering av betongkonstruksjoner for gitte miljøbelastninger, samt prinsipper for forvaltning, drift og vedlikehold. Opplegg og utstyr for tilstandskontroll av eksisterende konstruksjoner med skadevurdering samt valg av aktuelle reparasjonsprosedyrer. Uttak av prøver for aktuelle laboratorieundersøkelser. Oversikt over prøvningsmetoder og vurdering av prøvningsresultater.

Obligatorisk prosjektoppgave.

**KT8101 AVANSERT BETONGTEKN**  
**Avansert betongteknologi**  
**Advanced Concrete Technology**

Faglærer: Professor Odd E. Gjørsv  
 Uketimer: Høst: 3F- 14S = 10,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TE

Emnet omfatter grunnlaget for en mer rasjonell og optimal utnyttelse av nye råvareressurser og delmaterialer for betong, samt sammenhengen mellom mikrostruktur og materialegenskaper. Produksjon av betong både for gitte produksjonstekniske, mekaniske og bestandighetsmessige egenskaper. Produksjon av spesialbetong for forskjellige formål så som høyfast betong og lettbetong. Emnet omfatter det betongteknologiske grunnlaget både for prosjektering, utførelse og drift av betongkonstruksjoner. Dette omfatter også kvalitetssikring og kvalitetskontroll.

Obligatorisk prosjektoppgave.



Emnet blir forelest våren 2004 og holdes annet hvert år.

Emnet gjelder vindlast på konstruksjoner og beregning av lastvirkning i deterministiske og stokastiske tilfeller. Middelvind og vinduro. Statistiske mål for samvariasjon i vindfeltet. Lastgenerering på konstruksjoner fra vinduro, virvelavløsning, løft-instabilitet og andre tilfeller med kobling mellom lasten og lastvirkningen. Metoder for beregning av dynamisk respons.

Svingdempende tiltak.

Datagrunnlaget for formfaktorer for broer, tårn og bygninger.

Innvendig vindlast.

Eksperimentelle metoder. Normer.

Øvinger gjennomføres som regneøvinger (obligatoriske) eller som laboratorieøvinger (obligatoriske).

## **KT8201 SEMINAR KONSTR TEKN**

### **Seminar i konstruksjonsteknikk**

### **Structural Engineering Seminar**

Koord: Professor Svein Remseth

Uketimer: Høst: 1F- 3S = 4,5Sp

Øvinger: 0

Vår: 1F- 3S = 4,5Sp

Karakter: TØ

Seminaret vil ta opp en rekke sentrale emner innenfor instituttets løpende strategiske forskningsområder. Bidrag skal gis av dr.ing.studentene ( gjerne tilknyttet avhandlingsområdet), instituttets ansatte og gjesteforelesere. Studentene skal utarbeide skriftlig underlag for det de presenterer. Underlagsmaterialet og presentasjonen vil sammen med rapporterte oppgaver i forbindelse med øvrige deler av seminaret danne grunnlaget for karaktersetting. Maksimalt to semestre eller 3 vekttall kan krediteres for dr.ing.studiet.

## **KT8202 UTMATTINGSANALYSE**

### **Fatigue Analysis**

Faglærer: Professor Per J. Haagenen

Uketimer: Vår: 3F- 10S = 7,5Sp

Øvinger: F

Karakter: TE

Kurset foreleses annet hvert år, neste gang våren 2004, eller etter behov.

Nødvendig forkunnskaper: Emnet SIO2077 Dimensjonering mot utmatting av mekaniske komponenter eller tilsvarende. Kurset gir en videregående behandling av metoder til beskrivelse av syklisk materialrespons, utmattingsstyrke og levetidsberegninger.

Emner: Initiating og vekst av utmattingssprekker: Mikromekanismer og modellering v/h av syklisk materialrespons og bruddmekanikk. Lokale spenninger-tøyninger, plastisitet og sprekkvekst i kjerver, Neubers regel. Lav- og høysyklusutmattning. Korte sprekker og sammenheng mellom utmattingsgrensen og terskeeffekter. Virkninger og modellering av restspenninger. Utmattingsprøving og statistisk evaluering. Virkninger av materialfasthet, belastningsforhold, kjerver, overflatetilstand, størrelse og miljø. Flerakset spenningstilstand. Produksjonstekniske forhold, metoder til forbedring av utmattingssegenskaper.

Lastforløp, belastningsspektra, skadeinteraksjon og kumulativ skade. Utmatting av spesielle komponenter, sveiseforbindelser, skru- og boltforbindelser. Levetidsberegninger, ut fra grunnleggende materialdata, fra komponentforsøk, på grunnlag av ekspertsystemer og dimensjoneringsstandarder, spesielt Eurocoder. Skade- og havarianalyse.

Obligatoriske regneøvinger.

Pensumlitteratur:

Egne forelesningsnotater og tidsskriftartikler.

**KT8203 NUM SIM ARM BETONG**  
**Numerisk simulering av armert betong**  
**Numerical Simulation of Reinforced Concrete**

Faglærer: Professor Svein I. Sørensen  
 Uketimer: Høst: 3F- 14S = 10,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TE

Emnet forutsetter grunnlag i elementmetoden. Hovedvekten i emnet legges på ikkelineær beregning av forskjellige typer armerte betongkonstruksjoner basert på elementmetoden. Forskjellige matematiske modeller for beskrivelse av oppførsel av armert betong. Elementmetoden for løsning av ikkelineære problemer. Stivheter, risskriterier, bruddkriterier, effekt av lasthistorie. Bjelker, rammer, skiver, plater, skall, massive konstruksjoner. Obligatoriske øvinger gjennomføres som regneøvinger og bruk av datamaskinprogrammer, og eventuelt også ved at deltakerne redegjør for spesielle emner.

Pensumlitteratur:

Chen, W.F.: Plasticity in Reinforced Concrete.  
 R. de Borst: Computational Methods in Non-linear Solid Mechanics, Part 1+2 Tû-Delft, 1990/91.  
 Kopi av forskjellige tidsskriftartikler.

**KT8204 BETONGSTRUKTUR**  
**Betong: struktur-egenskapsforhold**  
**Concrete: Structure-property Relationship**

Faglærer: Professor Erik J. Sellevold  
 Uketimer: Høst: 3F- 14S = 10,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TEØ

Emnet gir en innføring i dagens status på områdene: 1) kjemisk og fysisk mikrostruktur og porestruktur av herdnet sementpasta, 2) vannets rolle som del av strukturen såvel som i adsorbert tilstand og som porevann, 3) strukturen av overgangssonen mellom tilslag og pasta. Bindemiddelsammensetningens og tilslagstypens betydning for disse forhold tas opp.

Metoder til å bestemme mikrostruktur, porestruktur og feilstruktur (inhomogenitet, riss etc.) dekkes. Forholdet mellom mikro- og porestruktur og sentrale bruksegenskaper som volumstabilitet, fuktransport og bestandighet tas opp. Det vil bli lagt vekt på høyfast betong hvor bruk av silikastøv og høy dosering av tilsetningsstoffer er forutsetninger. Undervisningen vil bli basert på nyere forskningsrapporter og gjennomføres dels i form av forelesninger, dels som kollokvier.

**KT8205 ARMERINGSKORROSJON**  
**Korrosjon av stål i betongkonstruksjoner**  
**Corrosion of Steel in Concrete Structures**

Faglærer: Professor Øystein Vennesland  
 Uketimer: Høst: 2F- 10S = 7,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TE

Emnet undervises annet hvert år (2004, 2006 osv.).

Det forutsettes grunnlag i betongteknologi tilsvarende emnet SIB7045 Betongteknologi. Innføring i elektrokjemi og korrosjonsteori. Mekanismer for skader i betong. Inspeksjon og kontroll av betongkonstruksjoner. Feltmetoder og laboratorieundersøkelser. Vedlikehold og reparasjon av konstruksjoner utsatt for armeringskorrosjon. Emnet legges delvis opp med forelesninger og delvis med litteraturstudium. Gruppestudier.

**KT8206 BEREKN KRYP OG SVINN**  
**Beregningsmetoder for kryp og svinn i betongkonstruksjoner**  
**Creep and Shrinkage in Concrete Structures**

Faglærer: Førsteamanuensis Terje Kanstad  
 Uketimer: Vår: 3F- 14S = 10,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TEØ

Emnet forutsetter grunnlag i betongkonstruksjoner tilsvarende emnene SIB7020 Betongkonstruksjoner 1 GK og SIB7050 Betongkonstruksjoner 2 VK.

Emnet behandler forskjellige materialmodeller og beskrivelser av kryp og svinn i betong, med virkning av forskjellig materialsammensetning, herdebetingelser og omgivelsenes luftfuktighet og temperatur. Videre gir kurset en innføring i forenklete og mer avanserte løsningsmetoder for håndregnetoder og anvendelse i element-metodeprogram. Stikkord her er effektiv E-modulmetode og lineær viskoelastisitet med aldringseffekter.

Emnet legges opp med kollokvier, litteraturstudium og obligatoriske prosjektoppgaver som kan tilpasses den enkeltes interesseområder. Aktuelle tema her er f.eks. beskrivelse av betong i tidlig fase, beregningsmetoder for spennbetongkonstruksjoner og numerisk simulering ved hjelp av element-metoden.

Pensumlitteratur:

Utdrag fra internasjonale lærebøker og kopi av forskjellige artikler fra forskningsmøter og tidsskrift.

**KT8207 IKKELIN EM GRUNNL**  
**Ikkelineære elementmetoder - grunnlag**  
**Nonlinear Finite Element Methods – Basic Principles**

Faglærer: Professor Odd Sture Hopperstad  
 Uketimer: Høst: 3F- 1Ø- 12S = 10,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TEØ

Emnet er det første i en serie på tre kurs innen ikkelineære elementmetoder og gir et grunnlag i kontinuumsmekanikk og matematisk modellering av materialer.

*Kontinuumsmekanikk:* Tensoranalyse, deformasjon og bevegelse, tøyingsmål, spenningsmål, bevaringslover.

*Matematiske modeller av materialer:* Hypo- og hyperelastiske materialer, elastoplastiske materialer, elastoviskoplastiske materialer, materialer med skade, objektivitet og invarians, termodynamiske restriksjoner, numerisk implementering av materialmodeller.

Obligatorisk prosjektarbeid.

Pensumlitteratur:

T. Belytschko, Wing Kan Liu and Brian Moran: Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures, Wiley 2000.

**KT8208 IKKELIN EM LØSMET**  
**Ikkelineære elementmetoder – Løsningsmetoder for dynamiske og statiske problemer**  
**Nonlinear Finite Element Methods – Solution Methods for Dynamic and Static Problems**

Faglærer: Professor Svein Remseth  
 Uketimer: Vår: 3F- 1Ø- 12S = 10,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TEØ

Dette emnet erstatter det tidligere DIB7955 Beregningsmetoder i konstruksjonsdynamikk og DIB7957 Ikkelineære analyser av konstruksjoner.

Emnet undervises første gang våren 2003 og deretter annet hvert år.

Emnet er det andre i en serie på tre kurs innen ikkelineære elementmetoder og dekker:

*Beskrivelse av bevegelse:* sterk og svak form av feltligningene; oppdatert, total og korotert Lagrange beskrivelse.

*Løsningsmetoder:* eksplisitt og implisitt tidsintegrasjon (inkrementering); linearisering; stabilitetsanalyser av løsningsalgoritmer.

*Modellering av dempning.*

*Kontakt-støt:* grenseflateligninger for kontakt; friksjonsmodeller; elementdiskretisering.

Obligatorisk prosjektarbeid.

Pensumlitteratur:

T. Belytschko, Wing Kan Liu and Brian Moran: *Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures*, Wiley 2000.

Notater/tidsskriftsartikler.

**KT8209 IKKELIN EM TEKNOLOGI**  
**Ikkelineære elementmetoder – Elementteknologi**  
**Nonlinear Finite Element Methods – Element Technology**

Faglærer: Professor Kjell Magne Mathisen

Uketimer: Høst: 3F- 1Ø- 12S = 10,5Sp

Øvinger: O

Karakter: TEØ

Dette emnet erstatter det tidligere DIB7956 Videregående elementmetoder.

Emnet undervises annet hvert år, neste gang høsten 2004.

Emnet forutsetter eksamen i emne DIB7989 Ikkelineære elementmetoder – Grunnlag.

Emnet er det siste i en serie på tre kurs innen ikkelineære elementmetoder og gir et grunnlag i formulering av elementer for ikkelineære analyser.

*Kontinuumselementer basert på alternative variasjonsformuleringer.* Svak form for blandede og hybride elementer, elementer basert på antatte tøyninger, konvergens og nøyaktighet, underintegrete elementer, stabilitet og "timeglass" kontroll.

*Bjelker og skall:* Bjelketeorier, kontinuums-og resultantbaserte elementer, skjær- og membranlåsning, elementer basert på antatte tøyninger, underintegrete elementer med ett-punkts integrasjon.

*Feilestimering og adaptivitet:* Postprosessering og feilestimat, kvalitet og nøyaktighet av feilestimat, regenerering av elementnett og adaptivitet.

Obligatorisk prosjektarbeid.

Pensumlitteratur:

T. Belytschko, Wing Kan Liu and Brian Moran: *Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures*, Wiley 2000.

Notater/tidsskriftsartikler.

**KT8210 TREMATERIALTEKNIKK**  
**Trematerialteknikk**  
**Wood Material Technology**

Faglærer: Professor Kjell Arne Malo  
 Professor Kristiina Oksman  
 Professor Per Jostein Hovde

Koordinator: Professor Kjell Arne Malo

Uketimer: Vår: 3F- 14S = 10,5Sp

Øvinger: O

Karakter: TEØ

Kurset skal gi kunnskap, forståelse og beskrivelse av trematerialer på mikroskopisk- og makroskopisk nivå. Kurset undervises annet hvert år, neste gang våren 2005.

Kurset tar opp følgende emner; trematerialenes anatomi, fysiske og mekaniske egenskaper, bruksegenskaper (fuktegenskaper, branntekniske egenskaper), mulige anvendelser (for eksempel kompositter m.m.) og trematerialenes bestandighet og levetid. Halvparten av kurset gjennomføres som kollokvier/forelesninger, mens den andre halvparten består av en obligatorisk temaoppgave rettet mot egen spesialisering.

Pensumlitteratur:

Utdrag fra internasjonale lærebøker og artikler, endelig liste utgis ved kursstart. Aktuell lærebok er: Jozsef Bodig & Benjamin A. Jayne: Mechanics of Wood and Wood Composites

### **KT8300 TENSORANALYSE** **Tensor Analysis**

Faglærer: Professor Fridtjov Irgens  
Uketimer: Vår: 3F- 3Ø- 6S = 7,5Sp  
Øvinger: O

Karakter: TE

Emnet undervises annet hvert år, neste gang våren 2004.

**Mål:** Emnet presenterer tensoranalyse i to og tre dimensjonale rom og anvendelser av tensorer i kontinuumsmekanikken.

**Forutsetning:** Kunnskaper tilsvarende grunnkurs i Mekanikk og Fasthetslære eller Fluidmekanikk.

**Innhold:** Tensorer og vektorer i kartesiske og generelle koordinatsystemer: indeksnotasjon, matriser, indeksfri notasjon, basisvektorer, fundamentalstørrelser, metrikk, kovariante og kontravariante tensorkomponenter, tensorfelt, absolutt-derivert, kovariant-derivert. Kontinuumsmekanikk: kinematikk, materiell-derivert, bevegelseslikninger, spenningsanalyse, deformasjonsanalyse, deformasjonskinematikk, mekanisk energilikning. Konstitutive likninger for solider og fluider. Elastiske bølger i solider og fluider.

**Undervisningsform:** Forelesninger, obligatoriske regneøvinger. 2/3 av øvingene kreves godkjent for å få adgang til eksamen.

**Kursmateriell:** Fridtjov Irgens: Kontinuumsmekanikk, (Norsk eller engelsk) kompendium.

Fridtjov Irgens: Tensoranalyse, Tapir, forlag.

**Eksamensform:** Skriftlig.

### **KT8301 KONTINUUMSMEKANIKK** **Continuum Mechanics**

Faglærer: Professor Fridtjov Irgens  
Uketimer: Vår: 3F- 3Ø- 6S = 7,5Sp  
Øvinger: O

Karakter: TE

Emnet undervises annet hvert år, neste gang våren 2005.

**Mål:** Emnet gir en grunnleggende beskrivelse av termomekanikken for kontinuerlige media og har til hensikt å gi et fundament for matematisk modellering av materialer ved konstitutive likninger.

**Forutsetning:** Kunnskaper tilsvarende grunnkurs i Mekanikk og Fasthetslære eller Fluidmekanikk.

**Innhold:** Tensoranalyse i kartesiske koordinater. Kinematikk. Bevegelseslikninger. Generell spenningsanalyse. Generell deformasjonsanalyse, små og store deformasjoner, deformasjonskinematikk. Generelle prinsipper for oppbygging av konstitutive likninger. Materialsymmetri. Isotrope og anisotrope materialeegenskaper. Lineære og ikke-lineære elastiske materialer. Bølger i elastiske materialer. Viskøse fluider. Viskoelastisitet. Plastisitet og viskoplastisitet. Reologiske materialer. Termodynamikk.

**Undervisningsform:** Forelesninger, obligatoriske regneøvinger. 2/3 av øvingene kreves godkjent for å få adgang til eksamen.

**Kursmateriell:** F. Irgens: Kontinuumsmekanikk. Norsk eller engelsk. Kompendium.

**Eksamensform:** Skriftlig.

### **KT8302 REOLOGI IKKE-NEW FL** **Reologi og ikke-Newtonske fluider** **Rheology and Non-Newtonian Fluids**

Faglærer: Professor Fridtjov Irgens  
Uketimer: Høst: 3F- 3Ø- 6S = 7,5Sp  
Øvinger: O

Karakter: TEØ

Emnet undervises annet hvert år, neste gang høsten 2003.

**Mål:** Emnet tar sikte på å gi en introduksjon til reologi, som er læren om deformasjon og strømning av materialer: væsker og faste stoffer med fluid respons.

**Forutsetning:** Kunnskaper tilsvarende grunnkurs i Mekanikk og Fluidmekanikk.

**Innhold:** Klassifikasjon av fluide materialmodeller. Strømningsfenomener for ikke-newtonske fluider. Termodynamikkens grunnlikninger for strømning. Deformasjonskinematikk. Viskometriske strømninger. Strekkstrømninger. Viskometre og reometre: sylindere-, kapillar-, parallell-plate og konus-plate-viskometre. Materialmodeller: generalisert Newton-fluid, lineære og ikke-lineære viskoelastiske modeller, viskoplastiske modeller, korrotasjonelle modeller. Granulære materialer. Anvendelser av modellene på strømning i rør, kapillarer, spalter, ringsrom (annuli), konvergerende kanaler og dyser. Filmstrømning. Ekstrudering. Filmblåsing.

**Undervisningsform:** Forelesninger, obligatoriske regneøvinger. 2/3 av øvingene kreves godkjent for å få adgang til eksamen.

**Kursmaterieill:** F. Irgens: Reologi og ikke-Newtonske fluider. Kompendium.

Barnes, H.A., Hutton, J.F., Walters, K.: An Introduction to Rheology. Rheology series, Vol. 3. Elsevier 1989.

**Eksamensform:** Skriftlig + øvinger.

### KT8303 PLASTISITETSTEORI Plasticity Theory

Faglærer: Professor Kjell Holthe

Uketimer: Høst: 3F- 3Ø- 6S = 7,5Sp

Øvinger: O

Karakter: TE

Emnet undervises annet hvert år, neste gang høsten 2004.

**Mål:** Gi kunnskap om hvordan metalliske materialer oppfører seg etter at flytning inntre og hvordan oppførselen til materialet kan beskrives analytisk og numerisk.

**Forutsetning:** Kunnskaper tilsvarende emne SIO1040 Kontinuumsmekanikk.

**Innhold:** Emnet vil gi en innføring i klassisk plastisitetsteori. I tillegg vil det bli tatt med bl.a. syklisk plastisitet, viskoplastisitet, plastisk anisotropi, glidelinjeteori, plastisk instabilitet og kombinasjonen plastisitet og store tøyninger. Det vil bli gitt en gjennomgang av state-of-the art for numerisk beskrivelse av plastiske beregninger og løsningsteknikker med hovedvekt på en elementmetodeformulering.

**Undervisningsform:** Forelesninger, obligatoriske regneøvinger. Obligatorisk dataøving som består av selvlaget kode som skal inkluderes i et eksisterende program.

**Kursmaterieill:** Utdelte notater. Utvalgte emner fra de to bøkene: M.A. Crisfield: Non-linear FE Analysis of Solids and Structures, volume 1 og 2 (Wiley, 1991 and 1997).

Khan & Huang: Continuum Theory of Plasticity, (Wiley, 1995).

**Eksamensform:** Skriftlig (eller muntlig).

### KT8304 IKKE-LIN ELEMENTMET Ikke-lineær analyse med elementmetoden: Grunnleggende prinsipper og praktisk bruk Nonlinear Analysis with Finite Elements: Basic Principles and Applications

Faglærer: Professor Bjørn Skallerud

Uketimer: Vår: 3F- 3Ø- 6S = 7,5Sp

Øvinger: F

Karakter: TE

Emnet foreleses annet hvert år, neste gang våren 2004.

**Mål:** Kurset skal gi en detaljert bakgrunn for forståelse av ikke-lineære elementanalyser.

**Forutsetninger:** Grunnkunnskaper i fasthetslære, lineær algebra og elementmetoden (lineært).

**Innhold:** Utgangspunkt tas i den kontinuum-mekaniske beskrivelsen av forskjellige ikke-lineære effekter. Deretter blir de viktigste numeriske løsningsmetodene behandlet. Kurset vil fokusere på geometrisk og materiell ikke-linearitet, men vil til en viss grad omhandle ikke-lineære randbetingelser



(kontakt) og termomekanisk analyse. Utgangspunktet er beskrivelse av forskjellige spennings- og tøyingsbegreper som er hensiktsmessige i forskjellige anvendelser. Elastisitet/plastisitet/viskoplastisitet blir behandlet i tillegg til termomekaniske ligninger. Basis for diskretisering via energiprinsipper blir beskrevet. Diskretisering og frihetsgrader (forskyvninger og rotasjoner). Løsningsmetoder for de globale beregninger (likevekt) og lokale beregninger (oppdatering av variable).

**Undervisningsform:** Forelesninger, frivillige øvinger.

**Kursmaterieill:** Kompendium.

**Eksamensform:** Muntlig.

## INSTITUTT FOR MARIN TEKNIKK

### MR8100 TEORI FOR PROSJEKT Teori for marin prosjektering Theory of Marine Design

Faglærer: Professor Torbjørn Digernes

Uketimer: Vår: 2F- 4Ø- 6S = 7,5Sp

Øvinger: O

Karakter: TEØ

Tilbys i år med like årstall, neste gang våren 2004.

Følgende emner forutsettes tatt på forhånd: SIN0540 Prosjekteringsmetoder og SIN0549 Fartøyprosjektering eller SIN0101 Eksperter i team eller tilsvarende emne godkjent av faglærer.

Emnet skal gi dem som gjennomfører det på en tilfredsstillende måte evne til å planlegge et prosjekteringsarbeid ut fra den generelle viten og innsikt som manifesteres i teoretiske prosjekteringsmodeller.

Følgende emner behandles i kurset:

- Utdyping av prosjekteringsbegrepet
- Abstraksjon, ideutvikling og bearbeidelse
- Kriterier for systeminndeling og avgrensing
- Etablering av bakgrunn og underlag for marine prosjekter.
- Modellering av prosjekteringsprosessen
- Modell som kommunikasjonsverktøy
- Nytteverdien av prosjekteringsmodeller.

Obligatorisk øving: Utarbeidelse av emnerapport.

Pensumlitteratur:

Oppgis ved kursstart.

### MR8101 AKTIVE FISKEMETODER Active Fishing Methods

Faglærer: Førsteamanuensis Ludvig Karlsen

Uketimer: Høst: 2F- 3Ø- 5S = 6Sp

Øvinger: O

Karakter: TE

Emnet gis annet hvert år, neste gang høsten 2004.

Nødvendige forkunnskaper:

Emne SIN0545 Prosjektering av fiskefartøy og mindre fartøy eller tilsvarende.

Emnet omfatter aktive fiskemetoder (Snurrevad, snurpenot, pelagisk trål og bunntål). Fiskens adferd og redskapens selektivitet belyses.

Hydrodynamiske påvirkninger og beregninger av motstand gjennomgås. Redskapens konstruksjon, materialer og styrkeforhold, oppbygging, vedlikehold, økonomi og praktisk bruk under fiske behandles. Videre gjennomgås redskaps-behandlingsutstyr, og samvirket mellom fartøy og redskap i driftsfasene.

Obligatoriske regneøvinger.

Pensumlitteratur:

Fridman, A.L. and Carrothers, P.J.G.: Calculation for fishing gear designs, FAO 1986.  
 Karlsen, L.: Redskapsteknologi i fiske, Universitetsforlaget, 1989.  
 Karlsen, L.: Redskapslære og fangstteknikk, Landbruksforlaget, 1997.  
 Karlsen, L.: Tråldynamikk, Kurskompendium, 2002.

**MR8102 ULYKKESANALYSE**  
**Undersøkelse og analyse av ulykker**  
**Investigation and Analysis of Accidents**

Faglærer: Professor Svein Kristiansen  
 Uketimer: Høst: 3F- 6Ø- 3S = 7,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TEØ

Kurset gis første gang høsten 2003.

Nødvendige forkunnskaper: Grunnleggende risikoanalyse og arbeidslivsfag.

Hovedtemaer: Grunnleggende begrep for å forstå ulykkers hendelsesforløp og årsaksmekanismer. Menneskelig adferd i ulykkesituasjoner. Estimering av menneskelig pålitelighet (HEP). Betydningen av organisering og ledelse for å forstå ulykker. Hvordan inkorporere menneskelige og organisasjonsmessige faktorer i risikoanalysemodeller.

Øving: Essay om aktuelt tema innenfor faget.

Pensumlitteratur:

Hollnagel, E., 1998: Cognitive Reliability and Error Analysis Method. Elsevier (kap: 1-7).  
 Johnson, Chr.: Viewpoints and Bias in Accident Reports. ESREL 2000. A.A. Balkema.  
 Koht, H., 1993: Administrative Breakdown. NKSH – notat nr 93-6. NKHS & NotaBene.  
 Reason, J., 1990: Human Error. Cambridge University Press (kap. 1-3, 7-8)  
 Reason, J., 1997: Managing the Risks of Organizations Accidents. Ashgate (kap. 7 & 9)  
 Ware, J.R. et al., 1989: Modeling of Human Behavior for Marine Safety. USCG (CG-D-18-80)  
 Wilson, J.R. & E.N. Corlett, 1990: Evaluation of Human Work. Taylor & Francis (kap. 28).

**MR8200 KONSTR PÅLITELIGHET**  
**Konstruksjoners pålitelighet**  
**Structural Reliability**

Faglærer: Professor Torgeir Moan  
 Uketimer: Vår: 3F- 6Ø- 9S = 12Sp  
 Øvinger: O Karakter: TEØ

Kurset gis annet hvert år, neste gang våren 2004.

Nødvendige forkunnskaper: SIN1548 Sjøbelastningsstatistikk eller tilsvarende.

Hensikten med emnet er å gi en innføring i sannsynlighetsteoretisk analyse av konstruksjoners oppførsel og sikkerhet. Det vil bli lagt vekt på skip, flytende og faste plattformkonstruksjoner, rør- og flytebroer. Emnet omfatter følgende: Sannsynlighetsteoretisk beskrivelse av stokastiske laster og lastvirkninger. Sannsynlighetsteoretisk beskrivelse av konstruksjonskomponenters kapasitet mot sprø og duktile brudd og utmatting.

Ulike mål for pålitelighet av enkle konstruksjonskomponenter, inklusive FORM/SORM, integrasjons- og simuleringsmetoder. System-pålitelighet. Bayes' oppdatering av påliteligheten ved bruk av resultater fra prøvebelastning, inspeksjon etc. Dimensjoneringsregler basert på sannsynlighetsteoretiske metoder. Inspeksjonsplanlegging. Probabilistisk risikoanalyse av konstruksjoner.

Obligatoriske regneøvinger. Et mindre prosjektarbeide.

Pensumlitteratur:

T. Moan: Structural Reliability and Risk Analysis, Lecture Notes 1996.  
R.E. Melchers: Structural reliability, Ellis Horwood Ltd. New York, 1999.  
Tidsskriftartikler.

**MR8201 STOK MET MAR KONSTR**  
**Stokastiske metoder anvendt i analyse av marine konstruksjoner**  
**Stochastic Methods Applied in the Analysis of Marine Structures**

Faglærer: Professor Torgeir Moan  
Uketimer: Høst: 2F- 3Ø- 6S = 7,5Sp  
Øvinger: O Karakter: TE

Kurset vil bare bli forelest annet hvert år, neste gang høsten 2004.

Anbefalte forkunnskaper. SIN1548 Sjøbelastningsstatistikk eller tilsvarende.

Emnet tar sikte på å gi en innføring i følgende områder:

- Generell innføring i flerdimensjonale (vektor-) stokastiske prosesser
- Anvendelse på beregning av respons av lineære og ikke-lineære systemer (en og flere frihetsgrader)
- Monte Carlo simulering av en og flerdimensjonale prosesser. Ekvivalent linearisering, pertubasjonsmetoder, Voltera-rekker
- Lastvirkning for dimensjonering mot sammenbrudd og utmatting
- Analyse av målte eller simulerte tidsrekker for lastvirkning (filtrering, valg av modeller, parameterestimering)

Emnet er rettet mot analyse av marine konstruksjoner utsatt for stokastiske belastninger. Det vil bli lagt vekt på anvendelse av metodene på aktuelle eksempler innen marin konstruksjonsteknikk.

Pensumlitteratur:

Utvalgte deler av:

M.K. Ochi: Applied Probability and Stochastic Processes, John Wiley & Sons, New York  
J.B. Roberts and P.D. Spanos: Random Vibration and Statistical Linearization, Wiley, Chichester, VK, 1990.

Egne forelesningsnotater og tidsskriftartikler.

**MR8202 BRUDDMEK SVEIS KONST**  
**Bruddmekanisk dimensjonering av sveiste konstruksjoner**  
**Fracture Mechanics Design of Welded Structures**

Faglærer: Professor Stig Berge  
Uketimer: Høst: 3F- 3Ø- 8S = 7,5Sp  
Øvinger: O Karakter: TEØ

Kurset foreleses i regelen annet hvert år, neste gang høsten 2004.

Det forutsettes emne SIN1047 Dimensjonering av marine konstruksjoner mot utmatting og brudd eller tilsvarende forkunnskaper. Grunnlag i bruddmekanikken. Elastiske og elastiskplastiske bruddparametre ( $K_{IC}$ , J-integral, CTOD, R-kurve). Bruddmekanisk dimensjonering med hovedvekt på CTOD-metoder. Utmatningsberegning ved bruddmekaniske metoder. Beregning av spenningsintensitetsfaktorer. Terskeeffekter. Kumulativ skade, vekselvirkningseffekter. Praktiske beregningsprosedyrer. Regneøvinger, laboratorie-demonstrasjoner. Obligatorisk prosjektarbeid.

Pensumlitteratur:

T.L. Anderson: Fracture Mechanics-Fundamentals and Applications, særtrykk, forelesningsnotater.

**MR8203 SLANKE MARINE KONSTR**  
**Dynamisk oppførsel av slanke marine konstruksjoner**  
**Dynamic Behaviour of Slender Marine Structures**

Faglærer: Professor Carl M. Larsen  
 Uketimer: Vår: 3F- 3Ø- 8S = 7,5Sp  
 Øvinger: F Karakter: TE

Kurset foreleses annet hvert år, neste gang våren 2004.

Emnet foreleses på engelsk dersom studenter som ikke behersker norsk ønsker å følge undervisningen. Emnet forutsetter gode kunnskaper i dynamikk og elementmetode. Emnet omfatter beskrivelse av endel slanke, marine konstruksjonstyper, så som stigerør, strekkstag og rørledninger, samt analysemodeller for beregning av dynamisk oppførsel av disse.

Følgende tema blir tatt opp:

- elementmodeller
- virkning av trykk, oppdrift og indre strømning
- hydrodynamiske lastmodeller
- virvelinduserte svingninger
- metoder for stokastisk, dynamisk analyse i tids- og frekvensplan
- beregning av utmatting og ekstrem respons
- optimalisering av stigerør

Pensumlitteratur:

Kompendium, artikler og regelverk. All pensumlitteratur foreligger på engelsk.

**MR8204 ULYKKESLASTER**  
**Analyse og dimensjonering av marine konstruksjoner**  
**under ulykkeslaster**  
**Accidental Loads**

Faglærer: Professor Jørgen Amdahl  
 Uketimer: Vår: 3F- 6Ø- 8S = 10,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TEØ

Kurset gis annet hvert år, neste gang vår 2004.

Formålet med kurset er å gi en innføring i metoder for analyse og dimensjonering av marine konstruksjoner som skip og plattformer under ulykkesbelastning. Ulykkeslaster fra skipskollisjon (mot skip, plattformer, bruer), grunnstøting, fallende last, eksplosjon, brann vil bli behandlet, sammen med abnormale miljølaste og reststyrke av konstruksjon i skadet tilstand. Dimensjoneringsfilosofi med særlig referanse til dagens regelverk vil bli gjennomgått. En innføring i grunnleggende teori for elasto-plastisk og ideell plastisk analyse ved store deformasjoner vil bli gitt. Teorien bak det ikke-lineære rammeprogrammet USFOS vil bli gjennomgått. Det vil bli lagt stor vekt på å presentere praktisk anvendbare metoder. Stoffet vil bli belyst med hyppig bruk av eksempler. Regneøvingene vil dels bli utført på datamaskin med bruk av USFOS.

Grunnlaget for dimensjonering mot ulykkeslaster i henhold til NORSOK, regler vil bli gjennomgått i detalj.

Regneøvinger (2/3 godkjent), obligatorisk prosjektarbeid.

Pensumlitteratur:

Forelesningsnotater og særtrykk.

**MR8300 HYDRODYN MAR KONST 1**  
**Hydrodynamikk for marine konstruksjoner 1**  
**Hydrodynamic Aspects of Marine Structures 1**

Faglærer: Professor Odd Faltinsen  
 Uketimer: Vår: 3F- 5Ø- 9S = 10,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TE

Emnet foreleses annet hvert år, neste gang i vårsemesteret 2004.

Kunnskaper tilsvarende pensum i emne SIN1540 Sjøbelastninger og bevegelser av marine konstruksjoner. Emnets hoveddeler er: Kilde og dipolmetoder anvendt på hydrodynamiske problem for marine konstruksjoner. Effekt av bølger og strøm. Konvensjonelle skip og hurtiggående fartøy i stille vann og bølger. Ikkelineære hydrodynamiske belastninger på marine konstruksjoner. Bølgedriftskrefter i irregulær sjø. Bølgedriftsdempning. Sum-frekvens effekter. Slamming. Sloshing.

Obligatoriske regneøvinger.

Pensumlitteratur:

O.M. Faltinsen: Lecture notes about sink-source methods and wave-induced loads. Diverse tidsskriftartikler. O.M. Faltinsen: Sea Loads on Ships and Offshore Structures, Cambridge University Press, 1990.

**MR8301 HYDRODYN MAR KONST 2**  
**Hydrodynamikk for marine konstruksjoner 2**  
**Hydrodynamic Aspects of Marine Structures 2**

Faglærer: Professor Odd Faltinsen  
 Uketimer: Vår: 3F- 5Ø- 8S = 10,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TE

Emnet foreleses annet hvert år, neste gang våren 2005.

Emnets hoveddeler er hydrofoilteori og styring og manøvrering av skip. I hydrofoilteori blir behandlet: To-dimensjonal hydrofoilteori. Løftelinjeteori, Løfte-flateteori, Kaviterende strøm, Kaviterende løftende flater, Ikke-stasjonær hydrofoilteori.

I styring og manøvrering av skip blir behandlet:

Slankskipsteori, Manøvrering på dypt og grunt vann.

Obligatoriske regneøvinger.

Pensumlitteratur:

J N Newman: Marine Hydrodynamics, MIT Press.  
 Diverse tidsskriftartikler.

**MR8302 HYDRODYN MAR KONST 3**  
**Hydrodynamikk for marine konstruksjoner 3**  
**Hydrodynamic Aspects of Marine Structures 3**

Faglærer: Professor Odd Faltinsen  
 Uketimer: Høst: 3F- 5Ø- 9S = 10,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TE

Emnet foreleses annet hvert år, neste gang høstsemesteret 2003.

Kurset dreier seg spesielt om grenseskikt og en avløst strømming rundt brutte legemer. Det er lagt vekt på anvendelser i marin hydrodynamikk. Kursets deler er: stasjonære og ikke-stasjonære løsninger av Navier-Stokes ligninger og to-dimensjonale grensesjiktlikninger for laminære problem. Turbulente grenseskiktlikninger og løsning av disse. Modeller for beregning av turbulente, todimensjonale grenseskikt, effekt av ruhet og trykkgradient. Separasjon. Fri skjærlagstrømming rundt sylindre ved

høye Reynolds tall. Effekt av sylinderform. Numerisk løsning av Navier-Stokes ligninger i to dimensjoner.

Obligatoriske regneøvinger.

Pensumlitteratur:

H. Schlichting: Boundary Layer Theory 7th Ed. 1979 McGraw-Hill.

Diverse tidsskriftartikler.

**MR8303 OVERFLATEB KIN DYN**  
**Overflatebølgers kinematikk og dynamikk**  
**Kinematics and Dynamics of Ocean Surface Waves**

Faglærer: Professor Dag Myrhaug

Uketimer: Høst: 3F- 5Ø- 9S = 10,5Sp

Øvinger: O

Karakter: TE

Emnet foreleses annet hvert år, neste gang høsten 2004.

Emnet alternerer med et tilsvarende emne DIB7910 Havbølger på Fakultet for bygg- og miljøteknikk.

Hensikten med emnet er å gi grunnleggende kunnskap om og forståelse av havbølger.

Forkunnskaper tilsvarende pensum i emne SIN1501 Marin hydrodynamikk og konstruksjonsteknikk GK1. Emnet tar for seg deterministisk beskrivelse av tyngdedrevne overflatebølger. Emnets hoveddeler er:

Forplantning av transiente bølger. Cauchy-Poisson problemet.

Trykkforstyrrelse på en strøm. Skipsbølger. Dybde- og strømsrefleksjon av bølger.

Analogi med geometrisk optikk. Konservering av bølgevirksomhet. Ikke-lineære bølger på dypt og grunt vann. Ikke-lineære egenskaper ved bølger med liten amplitude. Ikke-lineære bølge teorier. Brytende bølger.

Obligatoriske regneøvinger.

Pensumlitteratur:

C.C. Mei: The Applied Dynamics of Ocean Surface Waves, World Scientific Publishing Co., Singapore, 1989.

Diverse tidsskriftartikler.

**MR8400 MOD OG AN AV MASK 1**  
**Modellering og analyse av maskinsystemer 1**  
**Modelling and Analysis of Machinery Systems 1**

Faglærer: Førsteamanuensis Eilif Pedersen

Uketimer: Høst: 3F- 7Ø- 9S = 12Sp

Øvinger: O

Karakter: TE

Emnet foreleses annet hvert år, neste gang høstsemesteret 2004.

Emnet bygger på kunnskaper tilsvarende emne SIN2040 Modellering, simulering og analyse av dynamiske systemer.

Emnet behandler videregående modellering av maskinsystemer og gir en videreføring av formulering av tilstandsrommodeller ved bruk av båndgrafer. Følgende hovedemner omhandles:

Multiport generalisering av grunnleggende elementer. Modellformulering av termofluidsystemer, med eksempler fra dampkjeler, stempel-kompressorer og varmevekslere. Formulering av båndgrafmodeller av kontinuerlige system basert på modal analyse med eksempler fra hydrauliske og strukturelle systemer. Praktisk anvendelse av datamaskin for systemsimulering.

Obligatoriske regneøvinger.

Pensumlitteratur:

Karnopp D., Margolis D. and Rosenberg: System Dynamics: A Unified Approach.

**MR8401 MOD OG AN AV MASK 2**  
**Modellering og analyse av maskinsystemer 2**  
**Modelling and Analysis of Machinery Systems 2**

Faglærer: Professor Harald Valland  
 Uketimer: Vår: 3F- 5Ø- 9S = 10,5Sp  
 Øvinger: O

Karakter: TEØ

Emnet foreleses annet hvert år, neste gang i vårsemesteret 2004.

Emnet tar sikte på innføring i analyse av dynamiske prosesser i termiske systemer med reelle arbeidsmedier. Eksempler som belyser metodene vil hovedsaklig tas fra dieselmotorer og dampsystemer.

Følgende tema behandles:

- Tilstandsligninger for reelle medier
- Faselikevekt og kjemisk likevekt
- Termodynamiske relasjoner
- Elementer i en simuleringsmodell for en dieselmotor: forbrenning, varmetransport, massestrøm og ladningsveksling
- Simulering av dieselmotorprosesser
- Parameterestimering, analyse av prosesser basert på målte tilstandsforløp
- Dynamiske prosesser i væskedampsystemer

Obligatoriske regneøvinger.

Pensumlitteratur:

Kompendium.

Diverse artikler fra konferanser og tidsskrifter.

**MR8402 MEK SVINGNINGER**  
**Mekaniske svingninger**  
**Mechanical Vibrations**

Faglærer: Professor Maurice F. White  
 Uketimer: Høst: 3F- 5Ø- 9S = 10,5Sp  
 Øvinger: O

Karakter: TE

Det er en fordel å ha tatt emnet SIN20AB Maskindynamikk, eller tilsvarende. Emnet tilsikter en innføring i spesielle emner innen mekaniske svingninger, herunder både kontinuerlige og diskrete systemer, og med eksempler fortrinnsvis hentet fra roterende maskineri. Emnet omfatter følgende tema:

- Mekaniske, elektriske og hydrodynamiske belastninger
- Systemrespons og overføringsfunksjoner
- Matrisemetoder og overføringsmatriser
- Kritiske turtall og modal analyse
- Elementmetoder anvendt i rotordynamikk
- Ustabilitet og hvirvling av rotorsystem
- Dynamiske egenskaper av lagre og tetninger
- Svingningsmålinger og diagnostikk

Obligatoriske regneøvinger og prosjektoppgaver.

Pensumlitteratur:

Tidsskriftartikler/forelesningsnotater.

## MR8403 VEDLIKEHOLDSSTYRING 2 Maintenance Management 2

Faglærer: Professor Magnus Rasmussen  
 Uketimer: Vår: 2F- 4Ø- 6S = 7,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TEØ

Emnet foreleses annet hvert år, neste gang våsemesteret 2004. Forkunnskaper tilsvarende pensum i emnene SIN2010 Driftsteknikk, grunnkurs og SIN20AE Vedlikeholdstyring.

Hensikten med emnet er å utvikle et faglig grunnlag for formulering og analyse av modeller for reparasjon og vedlikehold av utstyr i situasjoner hvor det opptrer usikkerhet i parametrene og hvor det er konflikt mellom ulike mål.

Emnets hoveddeler er:

- Pålitelighet og tilgjengelighetskarakteristikk av utstyr og systemer med spesiell vekt på modellering av reparerbare systemers pålitelighet og tilgjengelighet
- Teori for optimale intervaller for inspeksjon og vedlikehold under ulike scenarier og med ulik tilgang på tilstandsinformasjon
- Modeller for vedlikehold og utskrifting av multi-utstyr-systemer, hvor utstyret har avhengighetsforhold til hverandre
- Modellering av alternative angrepsmåter for forsyning og lagring av reservedeler for ulike scenarier for vedlikehold og reparasjon

Obligatoriske øvinger og prosjektarbeid. Disse teller 50% på karakteren i emnet. Eksamen teller 50%.

Pensumlitteratur:

Ascher & Feingold: Repairable Systems Reliability, Marcel Dekker Inc.  
 Diverse tidsskriftartikler

## INSTITUTT FOR MASKINKONSTRUKSJON OG MATERIALTEKNIKK

### MM8100 PRODSIM 2 Produktsimulering 2 Product Simulation based on the Finite Element Method 2

Faglærer: Professor Ole Ivar Sivertsen  
 Uketimer: Vår: 2F- 3Ø- 7S = 7,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TEØ

Emnet undervises annet hvert år i våsemesteret, neste gang våren 2004. Ved færre enn 5 studenter kjøres kurset som ledet selvstudium.

**Mål:** Emnet skal gi grunnleggende forståelse for teori bak simuleringssystemer samt hvordan simuleringssystemer fungerer sammen.

**Forutsetning:** Kurset forutsetter fordypningsemne "Produktsimulering" eller tilsvarende kunnskap.

**Innhold:** Emnet behandler modellerings- og simuleringsteknikker for transmisjoner, friksjon og regulering samt integrasjonsmetoder for ikke-lineære strukturproblemer. Optimaliseringsteknikker, sensitivitetsanalyse og noen ikke-lineære elementmetodeteknikker behandles. Det blir også en kortfattet diskusjon omkring emnene rekursive algoritmer, symbolsk koding, visualisering, brukergrensesnitt, oa. For å gå opp til eksamen kreves innlevering på prosjektarbeid godkjent.

**Undervisningsform:** Forelesning, selvstudium og prosjektarbeid.

**Kursmateriell:** Oppgis ved kursets start.

**Eksamensform:** Muntlig. Karakteren settes fra muntlig eksamen (2/3 vekt) og prosjektarbeid (1/3 vekt).



**MM8101 KONSTR METODIKK**  
**Konstruksjonsmetodikk**  
**Design Methodology**

Faglærer: Professor Hans Petter Hildre

Uketimer: Vår: 2F- 5Ø- 5S = 7,5Sp

Øvinger: O

Karakter: BØ

Emnet undervises som sommerkurs et sted i Europa.

**Mål:** Formålet med emnet er å gjøre deltakerne i stand til å betrakte konstruksjonsaktiviteten fra et vitenskapelig standpunkt. Innsikt i konstruksjonsteori og modeller skal understøtte teoretisk fundament. Velge forskningsmåte på grunnlag av oversikt i konstruksjonsforskning.

**Forutsetning:** Dr.ing.student innen relevant fagområde. Det anbefales sterkt at kandidaten allerede har gjennomført ett års studium.

**Innhold:** Av emner som blir gjennomgått kan nevnes: konstruksjonsteori og ulike skoler, forskning i konstruksjonsmetodikk, konstruksjon i industrien, datamaskiners rolle i konstruksjon, modellering i forskning, "design thinking", dr.ing.forskning.

**Undervisningsform:** Emnet undervises i to konsentrerte perioder, vanligvis i juni og august, med forelesninger og gruppearbeid. Det kreves forarbeid til hver samling samt en refleksjonsrapport etter siste samling.

**Kursmateriell:** Oppgis ved kursstart.

**Eksamensform:** Rapporter evalueres.

**MM8200 EKSTRUDERING/FORMING**  
**Aluminium teknologi; ekstrudering og forming**  
**Aluminium Technology; Extrusion and Forming**

Faglærer: Professor Sigurd Støren

Professor Il Torgeir Welo

Koordinator: Professor Sigurd Støren

Uketimer: Høst: 2F- 4Ø- 6S = 7,5Sp

Øvinger: O

Karakter: TEØ

**Mål:** Skal gi praktisk og teoretisk kunnskap og forståelse av prosesser, legeringer og produkter tilknyttet ekstrudering av tynnveggede aluminiumprofiler og videre bearbeiding av profilene gjennom bøyning og forming til ferdige komponenter.

**Forutsetning:** Materialteknologi grunnlag og fasthetslære/kontinuumsmekanikk.

**Innhold:**

- *Introduksjon til ekstruderingspraksis:* Pressverket. Ekstruderingspressen og grunnleggende prosessparametre. Profil- og verktøydesign. Prosess- og produktinnovasjon.
- *Ekstruderingssteori.* Eksperimentelle teknikker. Termoplastisk analyse. Flytstabilitet. Friksjon og overflatedannelse i bærekanalen. Numerisk modellering og simulering. Metallurgiske prosesser og egenskaper til ekstruderte profiler.
- *Plastisitetsteori, konstitutive ligninger og formbarhet.*
- *Industrielle bøye- og formeprosesser.* Eksempler fra bilindustrien.
- *Teori og praksis for bøyning og forming.* Utvikling av ligninger for bøyemoment og elastisk tilbakefjæring. Interaksjon mellom bøyemoment og aksielle krefter. Lokal bukling og innsynk. Prinsipper for verktøydesign. Prinsipper for utforming av profilform, prosessforløp og sluttprodukt med sikte på presisjon, vektbesparelse og kostnadseffektivitet.

**Undervisningsform:** Parallelt med forelesningene bearbeides individuelle semesteroppgaver tilknyttet teoretiske aspekter av ekstrudering, bøyning og forming. Semesteroppgaven teller 50% av den endelige karakter i emnet. Kurset kan, hvis ønskelig, gies i form av konsentrerte forelesninger i en uke i begynnelsen av semesteret. Deretter bearbeides semesteroppgaven i løpet av 6-7 uker. Kurset avsluttes så med 3-4 dagers seminar, med presentasjon av semesteroppgavene og oppsummering av teorigrunnlaget.

**Kursmateriell:** Wagoner, R.H. and Chenot, J.-L.: Fundamentals of Metal Forming, John Wiley & Son, 1997

Støren, S.: Extrusion of Thin-Walled Aluminium Sections (Kompendium)  
 Welo, T.: Bending and Forming of Thin Walled Aluminim Sections (Kompendium).  
 Utvalgte artikler.

**Eksamensform:** Skriftlig/alternativt muntlig + øvinger.

**MM8300 PLASTKOMPOSITTER**  
**Polymerbaserte komposittmaterialer**  
**Composite Materials and Design**

Faglærer: Professor Claes-Göran Gustafson  
 Uketimer: Høst: 2F- 5Ø- 5S = 7,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TE

**Mål:** Gi kunnskap om polymerbaserte komposittmaterialer med hensyn på oppbygning, egenskaper, dimensjonering, konstruksjon og tilvirkning.

**Forutsetning:** Materialteknikk og kontinuumsmekanikk er en fordel.

**Innhold:** Oppbygging og egenskaper til fiber, matriks og kjernematerial. Termiske og mekaniske egenskaper til kompositter: mikromekaniske modeller, laminatteori, skademekanikk og mekanismer, bruddkriterier. Strukturer: Rotasjonssymmetriske, bjelker, skall, sandwich. FE analyse for kompositter med hovedvekt på skallelement. Tilvirkningsmetoder: Manuell og automatisert opplegging, injisering, vikling, pressforming, profiltrekking. Testmetoder.

**Undervisningsform:** Forelesninger tilknyttet øvinger. Utstrakt bruk av dataassistert analyse, simulering og visualisering: Maple, Matlab, Ansys.

**Kursmateriell:** Oppgis ved kursstart.

**Eksamensform:** Skriftlig/alternativt muntlig.

**MM8400 SVINGNINGSANALYSE**  
**Vibration Analysis**

Faglærer: Professor Kristian Tønder  
 Uketimer: Vår: 2F- 4Ø- 6S = 7,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TE

Emnet undervises normalt hvert år i vårsemesteret. Ved færre enn 5 studenter kjøres kurset som ledet selvstudium.

**Mål:** Kurset skal gi innsikt i noen av problemene som skyldes svingninger i flermassesystemer og i kontinuerlige legemer, samt løsning av disse.

**Forutsetning:** Kunnskaper tilsvarende emnet "Mekaniske svingninger".

**Innhold:** Emner som behandles er teorien for svingninger i diverse legemer, som bjelker, akslinger, kabler og plater. Det gis innføring i relevante klassiske og numeriske regnemetoder og i tiltak for å løse praktiske svingningsproblemer.

**Undervisningsform:** Forelesning og selvstudium.

**Kursmateriell:** Oppgis ved kursets start.

**Eksamensform:** Muntlig.

**MM8401 VIDEREG TRIBOLOGI**  
**Videregående tribologi**  
**Advanced Tribology**

Faglærer: Professor Kristian Tønder  
 Uketimer: Høst: 2F- 4Ø- 6S = 7,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TE

Emnet undervises normalt hvert år i høstsemesteret. Ved færre enn 5 studenter kjøres kurset som ledet selvstudium

**Mål:** Kurset skal gi innsikt i problemene som angår flater i relativ bevegelse, dvs. friksjon, slitasje og smøring samt de teoretiske og praktiske konsekvensene av disse.

**Forutsetning:** Kurset forutsetter kunnskaper tilsvarende fordypningsemne "Tribologi".

**Innhold:** Beskrivelse og karakterisering av virkelige overflater. Utledning av teorier for friksjon, slitasje og smøring. Dette sees i sammenheng med egenskapene til aktuelle materialer og til overflatenes oppbygning og mikrostruktur. Videre behandles konsekvensene for opplagrede konstruksjoners dynamiske egenskaper. Andre delemner praktisk design av tribologiske komponenter samt sviktmekanismer og korrektive tiltak.

**Undervisningsform:** Forelesning og selvstudium.

**Kursmateriell:** Oppgis ved kursets start.

**Eksamensform:** Muntlig.

## **MM8402 ROTORDYNAMIKK** **Rotor Dynamics**

Faglærer: Professor Kristian Tønder

Uketimer: Vår: 2F- 4Ø- 6S = 7,5Sp

Øvinger: O

Karakter: TE

Emnet undervises normalt hvert år i vårsemesteret. Ved færre enn 5 studenter kjøres kurset som ledet selvstudium.

**Mål:** Kurset skal gi innsikt i noen av problemene som angår rotorrotorer. Spesielt behandles effekter av opplagringer, idet disse kan ha avgjørende innflytelse på dynamikken og spesielt stabiliteten.

**Forutsetning:** Ingen formelle.

**Innhold:** Emner som behandles er Reynolds' likning dynamiske lagre, selveksiterte svingninger, lagerkoeffisienter; bevegelseslikninger og stabilitet for rotorsystemer. Videre behandles numeriske regnetoder. Andre delemner er korrektive tiltak.

**Undervisningsform:** Forelesning og selvstudium.

**Kursmateriell:** Oppgis ved kursets start.

**Eksamensform:** Muntlig.

## **MM8403 MEKANISK INTEGRITET** **Mekanisk integritet under utmatting og kryp** **Mechanical Integrity under Fatigue and Creep Conditions**

Faglærer: Professor Gunnar Härkegård

Uketimer: Vår: 2F- 3Ø- 7S = 7,5Sp

Øvinger: O

Karakter: TEØ

Kurset gis annet hvert år i vårsemesteret, neste gang 2004.

**Mål:** Gi kunnskap om vurdering av integritet til mekaniske komponenter utsatt for utmatting og kryp.

**Forutsetning:** Grunnleggende utmattingsdimensjonering og plastisitetsteori.

**Innhold:** Global og lokal integritet. Grenselastanalyse. Brudd- og skademåter under mekanisk, termisk og kjemisk belastning. Probabilistisk dimensjonering. Spennings- og tøyningkonsentrasjon. Høy- og lavsyklusutmatting. Transient termisk belastning. Termisk utmatting. Krypdeformasjon og krypeskade. Vekst av utmattingssprekk. Vekst av krypesprekk. Korte sprekker. Sprekker ved kjerver. Frettingutmatting.

**Undervisningsform:** Seminarer og øvinger.

**Kursmateriell:** Oppgis ved kursstart.

**Eksamensform:** Obligatoriske øvinger og muntlig eksamen.

**MM8404 MODELLERING AV BRUDD**  
**Modellering av sprøtt og duktilt brudd**  
**Modelling of Fracture (MOF)**

Faglærer: Professor Christian Thaulow  
 Uketimer: Vår: 2F- 3Ø- 7S = 7,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TEØ

Emnet tilbys neste gang våren 2004

**Mål:** Lære å modellere sprø og duktile brudd i metaller.

**Forutsetning:** Generell siv.ing.utdanning. Det er en fordel med noe grunnleggende kunnskap fra bruddmekanikk og materialteknologi.

**Innhold:** I) Introduksjon. II) Sprøtt brudd. III) Duktilt brudd. IV) Omslagsområdet sprøtt/duktilt.

**Undervisningsform:** Forelesning, gruppearbeid, seminar, computer beregninger.

**Kursmaterieill:** Utvalgte papers.

**Eksamensform:** Muntlig.

**INSTITUTT FOR PETROLEUMSTEKNOLOGI OG ANVENDT GEOFYSIKK**

**PG8100 SEISMISK RESMONITOR**  
**Seismisk reservoarmonitorering**  
**Seismic Reservoir Monitoring**

Faglærer: Professor Martin Landrø  
 Uketimer: Vår: 5F- 2Ø- 11S = 12Sp  
 Øvinger: I Karakter: TE

Emnet undervises annet hvert år, neste gang vårsemesteret 2004.

Sammenheng mellom reservoarparametre og seismiske parametre. Krav til innsamling av repeterte seismiske data. Prosessering av repeterte seismiske data. Repeterbarhet og matching. Hva endrer seg i tillegg til reservoaregenskaper? Sammenheng mellom repeterte brønnlogger og repeterte seismiske data. Kobling til fluidsimulering. Differanseteknikker. Bruk av seismiske havbunnsdata til reservoarmonitorering. Korrelasjonsteknikker til beregning av tidsskift og endring i reservoarkolonne. Monitorering av fluidbevegelser. Metoder for å skille mellom trykk og fluideffekter. Gjennomgang av en del felteksempler.

Pensumlitteratur:  
 Utvalgte tidsskriftartikler.

**PG8101 SEISMISK INVERSJON**  
**Seismisk modellering og inversjon**  
**Seismic Modelling and Inversion**

Faglærer: Professor Bjørn Ursin  
 Uketimer: Høst: 6F- 2Ø- 10S = 12Sp  
 Øvinger: O Karakter: TE

Emnet undervises annet hvert år, neste gang i høstsemesteret 2004, dersom et tilstrekkelig antall kandidater melder seg.

Metoder for å modellere bølgeutbredelse i en-dimensjonale og tre-dimensjonale anisotrope elastiske media. Seismisk inversjon defineres som et modelltilpasningsproblem med ukjente parametre som estimeres ved hjelp av Bayes estimering eller sannsynlighetsmaksimering (maximum likelihood). Numerisk løsning av lineær og ulineære minstekvadratsproblem. En-dimensjonal seismisk inversjon. Parameter estimering og migrasjon i anisotrope elastiske media. Lineære og kvadratiske approksimasjoner av refleksjonskoeffisienter.

Pensumlitteratur:  
Utvalgte tidsskriftsartikler.

**PG8102 VG SEISMISK TOLKNING**  
**Videregående seismisk tolkning**  
**Advanced Seismic Interpretation**

Faglærer: Professor II Ståle Emil Johansen  
Uketimer: Vår: 2F- 2Ø- 8S = 7,5Sp  
Øvinger: O Karakter: TEØ

Emnet undervises i vårsemesteret dersom et tilstrekkelig antall kandidater melder seg. Kurset vil belyse sammenhengen mellom geologiske strata og strukturer og den seismiske avbildningen av de samme strata og strukturer i undergrunnen. Kandidaten skal øke sin innsikt i muligheter og begrensninger i den seismiske metoden som er viktige for tolkningen av de seismiske dataene. Kurset vil også med utgangspunkt i geologi eksponert i blotninger, belyse tolkning av seismiske data ut fra et geologisk perspektiv.

Pensumlitteratur:  
Tidsskriftartikler og utdrag av andre typer læremidler vil bli brukt i kurset. Kandidater og faglærer samarbeider om valg av pensumlitteraturen.

**PG8103 MATEM GEOF**  
**Matematisk geofysikk**  
**Mathematical Geophysics**

Faglærer: Professor Lasse Amundsen  
Uketimer: Høst: 3F- 1Ø- 7S = 7,5Sp  
Øvinger: F Karakter: TE

Kurset avholdes første gang høsten 2003.  
Forutsetning: Studenten bør ha elementær innsikt i feltene differensialligninger og Fourier analyse.  
Kurset starter fra fundamentale prinsipper i anvendt matematikk og bølgeforplantningslære.  
Innhold: Kurset introduserer studenten i en del matematiske aspekter av bølgefeltteori med fokus på seismiske forovermodeller og inversjon av noen av disse. Modellering i horisontalt lagdelte media behandles i detalj. Metodikk for seismisk dataprosessering som for eksempel deterministisk multippelfjerning, deghosting og wavelet estimering kan enkelt utledes fra modelleringsteorien for planlagsmodeller. Kurset behandler videre Green's funksjoner for bølgeligningen som er nyttige for seismiske sprednings- og bølgefeltforplantningsproblemer. Rayleigh's resiprositetsteorem, som er essensielt for å finne bølgefeltsteoretiske løsninger for inhomogene media, utledes. Flere prosesseringsmetoder som kan utledes fra resiprositetsteoremet, tas opp til behandling i kurset.  
Undervisningsform: Forelesninger og øvinger.  
Kursmaterieell: Forelesningsnotater.  
Eksamensform: Muntlig.

**PG8200 FORMASJONSEVALUERING**  
**Formation Evaluation**

Faglærer: Professor II Terje Eidesmo  
Uketimer: Høst: 2F- 2Ø- 8S = 7,5Sp  
Øvinger: O Karakter: TEØ

Undervises annet hvert år, neste gang høsten 2003.  
NMR-teknikk brukt i reservoarkarakterisering. NMR teori. NMR målinger i laboratorium. NMR data fra borehull. Tolkninger.

Pensumlitteratur: Utdrag fra forskjellige tekstbøker og tidsskrifter.

**PG8201 PALAEOMAG OG PLATETEK**  
**Palaomagnetisme og platetektonikk**  
**Paleomagnetism and plate tectonics**

Faglærer: Professor II Trond Torsvik  
 Uketimer: Høst: 2F- 2Ø- 8S = 7,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TEØ

Kurset gis annethvert år i høstsemesteret. Første gang i høstsemesteret 2004.

**Innhold:** Paleomagnetisme, eller studiet av permanent magnetisme i bergarter, er den mest kvantitative metode for å rekonstruere kontinenter i tidligere geologiske tidsepoker. Denne metoden er basert på den grunnleggende antagelse om at jordens magnetiske felt er forårsaket av en geosentrisk aksial dipol (geocentric axial dipole- GAD). Jordens overflate består av et dusin tektoniske plater som enten driver fra hverandre, for å danne ny havbunnsskorpe, eller kolliderer, for å danne fjellkjeder som Himalaya. Noen ganger i geologisk tid, har kontinentene drevet sammen og dannet superkontinent. Dette har hatt en dramatisk effekt på både overflate- og dyp-prosesser i jorden. Dannelse og oppbrudd av superkontinenter er den mest slående demonstrasjon av vår planets ekstemt dynamiske karakter.

**Undervisningsform:** Undervises på norsk eller engelsk.

**Kursmateriell:** Oppgis ved kursstart.

**Eksamensform:** Muntlig

**PG8202 GEOFYSISK TOLKNING**  
**Geologisk anvendelse av gravimetri og magnetometri**  
**Interpretation of combined geophysics. Application of gravimetry and magnetometry in geological models.**

Faglærer: Professor II Jan Reidar Skilbrei  
 Uketimer: Høst: 2F- 2Ø- 8S = 7,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TEØ

Emnet undervises annethvert år, neste gang høstsemesteret 2003.

**Forutsetning:** Emnet krever at SIG4063 Gravimetri og Magnetometri er tatt eller følges parallelt. Det kreves kjennskap til filtrering v.hj. av Fourieranalyse.

**Innhold:** Emnet omfatter anvendt magnetometri og gravimetri, kombinert med seismisk tolkning, på sokkelen. Euler deconvolution, modellering av skorpetykkelse, bassengeometri og flatemorfologi vil bli gjennomgått (inversjon og framovermodellering). Sammenheng mellom isostasi, topografi, geoiden og bassengeometri (geodynamikk). Tolkning av grunnfjellstopografi (bunn av bassenger), forkastninger, Mohotopografi, bergarter på land ('Henkeltolkninger'), malmleting. Noe petrofysikk. Øvelser fra studier i Norge (land og offshore) og Afrika (Etiopia, Mosambik), med studier av geofysiske signaturer i spennvidden fra Kvartære sedimentære lag, paleokanaler, gasskanaler, til metamorfe b.a. fra Arkeisk tid.

**Undervisningsform:** Undervises på norsk eller engelsk.

**Kursmateriell:** Utvalgte artikler, forelesningsnotater.

**Eksamensform:** Muntlig

**PG8300 FORMASJONSFYSIKK**  
**Formasjonsfysikk**  
**Rock Physics**

Faglærer: Professor Rune M. Holt  
 Uketimer: Vår: 3F- 1Ø- 8S = 7,5Sp  
 Øvinger: F Karakter: TEØ

Emnet foreleses annet hvert år, neste gang våren 2004.

Emnet behandler sammenhenger mellom fysiske (primært akustiske, mekaniske og hydrauliske) egenskaper til porøse bergarter og deres mikrostruktur, og effekter av ytre variable, spesielt mekaniske spenninger. Tema som inkluderes i forelesningene vil være: Biot's poroelastisitetsteori. Effektiv medium teori for faste stoff med sprekker/inkludjoner. Beskrivelse av porøse media som kompaktninger. Oppskaleringsteori: fraktaler, selvorganisert kritikalitet.

Forelesninger og regneøvinger. Studentene skal gjennomføre en litteraturstudie over oppgitt tema med muntlig presentasjon, samt gjennomføre et begrenset forskningsarbeid i grupper. Disse øvingene vil telle 25 % ved fastsettelse av karakteren.

Pensumlitteratur:

Kompendium, særtrykk.

**PG8400 MET FOR KUNSTIG LØFT**  
**Metoder for kunstig løft**  
**Methods of Artificial Lift**

Faglærer: Professor Michael Golan

Uketimer: Høst: 3F- 2Ø- 7S = 7,5Sp

Øvinger: O

Karakter: TEØ

Emnet undervises dersom et tilstrekkelig antall kandidater melder seg.

Emnet behandler teknologien bak kunstig løft med spesiell vekt på metoder som kan anvendes på kontinentalsokkelen. Emnet dekker både den fundamentale teorien bak de ulike metoder for kunstig løft samt beregnings- og designmodeller.

Tre høye rate metoder: gassløft, ESP og jetpumper blir grundig diskutert og deres produksjons- og hydrauliske egenskaper gjennomgås. Kriterier for bestemmelse av metode og størrelse blir gitt. Nødvendig utstyr, installasjon og integrasjon med brønnkomplettering behandles. Operasjon, vedlikehold og produksjonsovervåking blir presentert. Kurset introduserer fundamentale emner relevante for teknologi knyttet til kunstig løft, som f.eks. flerfase strømning i rør og analyse av dynamiske strømningssystemer.

Pensumlitteratur:

1. Kompendium: Artificial Lift Methods av M. Golan.

2. Book: Well Performance, 2 ED, av M. Golan og C.H. Whitson, Prentice-Hall.

3. Utvalgte artikler.

**PG8401 BRØNNMEK BRØNNKOMPL**  
**Brønnekanikk og brønnkomplettering**  
**Well Mechanics and Completion**

Faglærer: Professor Michael Golan

Uketimer: Vår: 3F- 2Ø- 7S = 7,5Sp

Øvinger: O

Karakter: TEØ

Emnet undervises dersom et tilstrekkelig antall kandidater melder seg.

Emnet dekker de fundamentale deler av brønnekanikk og design av brønnkomplettering. Det omhandler oppbygging av olje og gass brønner. Videre beskriver kurset mekanikken til de enkelte komponenter som brønnen er bygget opp av, og diskuterer metoder for brønnkomplettering og vedlikehold.

Emnet vil dekke følgende emner:

- Styrkeberegning av tynne rør
- Materialvalg
- Sikkerhet, pålitelighet og vedlikehold av mekaniske systemer
- Forseglingsmekanikk

Kurset gjennomgår videre teknologien bak kompletteringsvæsker, bl.a.: rheologi, filtrering, partikkeltransport, nivå og tapskontroll.

Pensumlitteratur:

Kompendium, samt annet som blir annonsert på kurset.

**PG8402 MODEL FLERFASE STRØM**  
**Modellering av flerfase strømning**  
**Multiphase Flow Modelling**

Faglærer: Professor Michael Golan  
 Uketimer: Høst: 3F- 2Ø- 7S = 7,5Sp  
 Øvinger: O

Karakter: TEØ

Emnet undervises dersom et tilstrekkelig antall kandidater melder seg.

Emnet presenterer grunnleggende ideer i mekanistisk modellering og betydningen av ulike strømningsmønstre, (boblestrøm, slug, etc.) i beregninger av strømnings- og varmeoverføringsparametre.

Det blir lagt vekt på forståelse av transient analyse og numeriske metoder som er bakgrunnen for moderne numeriske beregningsmetoder for to-fase strømning.

Pensumlitteratur:

Tittel: Two-phase Flow; Modeling and Simulation, Course Manual (600 pg), NTNU, 1996.

**PG8403 MOD OG SIM PROD PROS**  
**Modellering og simulering av produksjonsprosesser**  
**Modeling and Simulation of Production Processes**

Faglærer: Professor Michael Golan  
 Uketimer: Vår: 4F- 2Ø- 6S = 7,5Sp  
 Øvinger: O

Karakter: TEØ

Emnet undervises dersom et tilstrekkelig antall kandidater melder seg.

Emnet foreleses på engelsk.

Emnet behandler grunnleggende teori og anvendelser av modellering og simulering i petroleum produksjonsprosesser. Bare stasjonære prosesser blir behandlet. Man beskriver betydningen av simulering i design og drift av produksjons-systemer og går igjennom grunnleggende ligninger, inkludert konserveringsligninger, tilstandsligninger, likevekt og gradientdrevende ligninger og karakteristikk av utstyrskomponenter. Metoder for å innhente relevante fysiske data og andre parametre til bruk i modellering blir behandlet samt matematiske metoder for å lese ligningssett som inngår i simulering av prosessen. Kommersielle prosess- og produksjons-simuleringsprogram vil bli brukt for praktiske eksempler.

Pensumlitteratur:

Vil bli presentert ved kursets start.

Maddox and Erbar: Gas Conditioning and Processing-Volume 3.

Westnberg, Hutchison, Motard and Winter: Process flowsheeting.

**PG8404 PETR PROD - SYSTEMP**  
**Petroleumsproduksjon – et systemperspektiv**  
**Petroleum Production – a System Perspective**

Faglærer: Professor Michael Golan  
 Uketimer: Høst: 2F- 6Ø- 4S = 9Sp  
 Øvinger: O

Karakter: TEØ



Emnet undervises dersom et tilstrekkelig antall kandidater melder seg.  
 Innhold: Emnet gjennomgår systemer for produksjon av olje og gass og diskuterer produksjonsegenskaper og systemytelse. Det blir lagt vekt på intensiver og muligheter for produksjonsoptimalisering og tekniske fasiliteter for automatisk styring av brønner og rørledninger. Fordypningsdelen av emnet handler om å undersøke nye muligheter for forbedring av produksjonsstyring og regulering. Tre Nordsjø oljefelter, Troll, Njord og Brage vil bli brukt for fremstilling av problemområder. Deltakerne i emnet skal lage en felles skriftlig sluttrapport med individuelle bidrag fra hver deltaker basert på den enkeltes spesialiseringsområde. Karakteren baseres på den skriftlige rapporten og en muntlig eksamen over rapporten.  
 Delemner: 1. Generell presentasjon av feltet, 2. Nærbrønnsforhold, 3. Produksjonskontroll, 4. Rateallokering, 5. Strømningsbetingelser, 6. Bruk av kjemikalier.  
 Undervisningsform: Forelesninger, øvinger, selvstudie, prosjektarbeid.  
 Kursmaterieill: Utvalg av artikler etter anvisning fra faglærer.  
 Eksamensform: Muntlig/prosjekt.

**PG8600 NUMERISKE RES MOD**  
**Utvikling av numeriske reservoarmodeller**  
**Development of Numerical Reservoir Models**

Faglærer: Professor Jon Kleppe  
 Uketimer: Vår: 2F- 5Ø- 5S = 7,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TEØ

Emnet forutsetter eksamen i SIG4042 Reservoarsimulering eller tilsvarende. Emnet gjennomgår de vanligste matematiske og numeriske metoder som benyttes i reservoarsimuleringsmodeller. Hovedvekten legges på utviklingen av en 3-dimensjonal, 3-fase "Black Oil", simuleringsmodell, inkl. planlegging, programmering og uttesting.

Pensumlitteratur:  
 Utvalgte deler av boken:  
 C.C. Mattax and R.L. Kyte: Reservoir Simulation, Monograph Series, SPE, Richardson, TX (1990), 13.

**PG8601 SPES RESERVOARMOD**  
**Spesielle reservoarsimuleringsmodeller**  
**Specialized Reservoir Simulation Models**

Faglærer: Professor Jon Kleppe  
 Uketimer: Høst: 2F- 1Ø- 7S = 6Sp  
 Øvinger: O Karakter: TE

Emnet undervises annet hvert år, neste gang høsten 2004.  
 Forutsetter eksamen i 24063/SIG4042 Reservoarsimulering eller tilsvarende. Emnet gir en innføring i formulering og bruk av mer spesielle reservoarsimuleringsteknikker, bl.a. knyttet til metoder for forbedret olje-utvinning.

Emnet omfatter blant annet:

- Komposisjonelle simulatorer
- Modeller for polymerflømming og sporstofftransport
- Modeller for blandbar gassfortrengning
- Modeller for oppsprukne reservoarer

Obligatoriske øvinger.

Pensumlitteratur:  
 Tidsskriftsartikler og utdrag av annen teknisk litteratur eller nærmere beskjed fra faglærer.

**PG8602 NUM MET RESERVOARSIM**  
**Numeriske metoder i reservoarsimulering**  
**Numerical Methods in Reservoir Simulation**

Faglærer: Professor Jon Kleppe  
 Uketimer: Høst: 2F- 1Ø- 7S = 6Sp  
 Øvinger: O Karakter: TE

Emnet undervises annet hvert år, neste gang høsten 2004.  
 Forutsetter eksamen i SIG4042 Reservoarsimulering eller tilsvarende. Emnet gir en utdypning av numerisk-matematiske metoder slik de brukes i moderne reservoarsimulering.

Emnet omfatter blant annet:

- Spesielle differansemetoder
- Kontroll-volum-metoder
- Tidsintegrasjon
- Metoder for løsning av ligningssystemer
- Stabilitet og numerisk dispersjon
- Strømlinjemetoder
- Oppskalering

Obligatoriske øvinger.

Pensumlitteratur:  
 Tidsskriftsartikler og utdrag av annen faglitteratur etter anvisning av faglærer.

**PG8603 FASE-OPPF PETR RES**  
**Fase-oppførsel for petroleum reservoar fluid**  
**Advanced Phase Behavior for Petroleum Reservoir Fluids**

Faglærer: Professor Curtis H. Whitson  
 Uketimer: Vår: 3F- 2Ø- 7S = 7,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TEØ

Emnet undervises annet hvert år, neste gang våren 2004. Emnet foreleses på engelsk.

Emnet vil dekke følgende emner:

- Prøvetaking og testing
- Konvensjonell og spesiell PVT-analyse
- Kubiske tilstandsligninger
- Karakterisering av heptan-pluss fraksjoner
- Gass/væske likevektsberegninger med bruk av tilstandsligninger.

Et bredt utvalg av olje- og gass-systemer vil bli analysert i henhold til de ovenstående emner.

Noe programmering og kjøring på datamaskin er nødvendig, og så vel teoretisk som praktisk rettet prosjektarbeid vil måtte utføres av hver student.

Prosjektarbeidet er obligatorisk.

Pensumlitteratur:  
 Phase Behavior, SPE Monograph, C.H. Whitson and M.R. Brule: Annet skrevet materiale.

**PG8604 ØKT OLJEUTVINNING**  
**Enhanced Oil Recovery**

Faglærer: Koordinator:  
 Professor Curtis H. Whitson  
 Uketimer: Høst: 2F- 2Ø- 8S = 7,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TEØ

Emnet undervises annet hvert år, neste gang høsten 2003. Emnet foreleses på engelsk.

Emnet vil behandle de økte oljeutvinningsmetoder (EOR) som benyttes for å øke utvinningen utover det som kan oppnås ved trykkavlastning. Vanninjeksjon, hydrokarbon (HC) gass injeksjon og kombinert vann/gass injeksjon er de vanligste EOR-metodene som er benyttet i industrien i dag. Andre EOR-metoder (som vanligvis er dyre og teknisk kompliserte) er ikke-hydrokarbon (CO<sub>2</sub> og N<sub>2</sub>) injeksjon, bruk av polymerer, geler, tensider og mikrobielle og termiske metoder. Emnet vil først og fremst ta for seg de reservoartekniske aspekter ved EOR-metoder som benytter HC gass og vann injeksjon. Nøkkelparametre er mikroskopisk fortrenningseffektivitet (Buckley-Leverett teori), areal- og vertikal dekningsgrad. Variasjoner i reservoarbergartsegenskaper (og fluidegenskaper) dvs. heterogeniteter, kan ha avgjørende innvirkning på resultatet av en EOR-prosess. Derfor er nøyaktig geologisk beskrivelse svært viktig. De mer avanserte EOR-metodene vil bli nevnt i forbindelse med eventuelt potensiale for metodene i Nordsjø-reservoarer.

Pensumlitteratur:

S.M. Skjæveland and J. Kleppe (ed.): SPOR Monograph  
Lake, Larry: Enhanced Oil Recovery, Prentice-Hall.

**PG8605 DOBBEL PORØSITET**  
**Dobbel porøsitet reservoarer**  
**Dual Porosity Reservoirs**

Faglærer: Professor Ole Torsæter  
Uketimer: Vår: 3F- 2Ø- 7S = 7,5Sp  
Øvinger: O Karakter: TE

Emnet omhandler metoder for analyse av strømning i reservoarer med dobbel porøsitet. Emnet omfatter bl.a.:

- Klassifikasjon av reservoarer med dobbel porøsitet
- Fysiske egenskaper
- Modeller for en- og to-fase strømning
- Drivmekanismer i dobbel porøsitet reservoarer
- Produksjonsmodeller

Hovedvekten legges på modellparametrene absolutt og relativ permeabilitet og kapillærtrykk. Spontan imbibering er en viktig utvinningsmekanisme i mange dobbel porøsitet reservoarer med vanddriv, og denne prosessen blir behandlet i detalj.

Deler av emnet undervises sammen med emne SIG4083 Oppsprukne reservoarer.

Pensumlitteratur:

Forelesningsnotater og utvalgte artikler.

**PG8606 RES OG PROD-GASS**  
**Reservoar- og produksjonsteknikk for gass**  
**Gas Engineering - Reservoir and Production**

Faglærer: Professor Curtis H. Whitson  
Uketimer: Vår: 4F- 2Ø- 6S = 7,5Sp  
Øvinger: O Karakter: TEØ

Emnet foreleses annet hvert år, neste gang våren 2004.

Emnet vil bli forelest på engelsk.

Emnet vil behandle utvinnings- og produksjonsteknologi for gass med følgende hovedtema:

1. Brønnytelse beregninger med "back-pressor" metoder som modellerer trykktap i reservoar, nærbrønner, produksjonsrør og stigerør.
2. Gass materialbalanse beregninger med vann innstrømning.
3. Produksjonsnedgang.
4. Gass brønntesting.

5. Produksjonsoppførsel for gass felt.
6. Ingeniørmessige betraktninger i utbygging av gass felt.
7. Gass kondensat reservoarer.
8. Høytrykk gass reservoarer.
9. Lagdelte reservoar.

Pensumlitteratur:

C.H. Whitson, 1997: Gas Engineering, kompendium.

## INSTITUTT FOR PRODUKSJONS- OG KVALITETSTEKNIKK

### PK8100 INDUSTRIROBOTER Industriroboter og automatiske handteringssystemer Industrial Robots and Automatic Handling Systems

Faglærer: Professor Terje K. Lien  
Uketimer: Vår: 2F- 4Ø- 6S = 7,5Sp  
Øvinger: O

Karakter: TE

**Mål:** Emnet gir studentene en innsikt i de grunnleggende egenskapene, oppbyggingen av industriroboter og oppbyggingen av styresystemet og støttestrukturer som elektronisk syn og kraftstyring for industrirobotene.

**Forutsetning:** Kunnskaper tilsvarende emnene SIE3040 Reguleringsmekanikk m/el.kretser, SIO3030 Digital styring for mekatronikkssystemer og SIO3053 Produksjonssystemer.

**Innhold:** Definisjon og klassifisering av handteringsautomater (industriroboter), funksjonsprinsipper og anvendelsesområder for disse. Mekanisk oppbygging og egenskaper. Beskrivelse av styresystemenes oppbygging og programmeringsprinsipper. Styresystemenes funksjonsegenskaper, matematisk beskrivelse av de kinematiske struktur og løsningen av det inverskinematiske problem. Industri-roboterts følersystemer (sensorer), elektronisk syn, kraftstyring og "intelligens".

**Undervisningsform:** Forelesninger og seminarer, obligatoriske øvingsarbeider.

**Kursmaterieill:** T.K. Lien: Banestyling for universelle handteringsautomater. Institutt for produksjons- og kvalitetsteknikk.

J.J. Craig: Robotics – Mechanics and Control, Addison-Wesley, 1986.

Utvalgte tidsskrifts- og konferanseartikler (oppgis ved kursstart).

**Eksamensform:** Muntlig.

### PK8101 VERKTØYM KAPABILITET Verktøymaskinens kapabilitet Capability of machine tools

Faglærer: Professor Finn Ola Rasch  
Uketimer: Høst: 2F- 4Ø- 6S = 7,5Sp  
Øvinger: O

Karakter: TEØ

**Mål:** Gi studentene økt innsikt i hvordan verktøymaskiner oppfører seg under last og hvilken betydning dette har for funksjonaliteten til de produkter som maskineres.

**Forutsetning:** Emne SIO3008 Bearbeidingsteknikk og SIO3053 Produksjonssystemer eller tilsvarende.

**Innhold:** Analyse av de krav til verkstedindustriens prosesser og verktøymaskiner som spesifisering av produkttegnegenskaper stiller. Sammenhengen mellom fremstillingskostnader og ulike krav til presisjon. Analyse av de forskjellige former for avvik fra ideell geometrisk tilstand som forekommer i verktøymaskiner. Metoder og teknikker for kalibrering av måleutstyr og myndigheters og bedrifters krav til tilbakeføring av måleresultater. Statistiske metoder for behandling av måleresultater. Kapabilitetstester, prinsipper og opplegging. Gruppering av testmetoder etter praktiske/teoretiske

formål. Hensikten med dynamiske og statiske testmetoder. Svingninger i verktøymaskiner og fundamenter og deres betydning for kapabiliteten. Termiske faktorerens betydning. Bruk av laserinterferometri til verkstedtekniske målinger.

Bruk av laserinterferometriske metoder til bestemmelse av forflytningers nøyaktighet og derigjennom posisjonerings- og repeteringsnøyaktighet.

Bestemmelse av vinkelavvik, planhet og retthet.

**Undervisningsform:** Forelesninger og kollokvier, obligatoriske øvinger.

**Kursmaterieill:** Utvalgte tidsskriftartikler og forskningsrapporter.

G. Spur: Die Genauigkeit von Maschinen. (Utvalgte kapitler).

**Eksamensform:** Muntlig + øvinger.

## **PK8102 MATERIALAVV BEARB**

### **Materialavvirkende bearbeiding**

### **Metal Cutting and Unconventional Processes**

Faglærer: Professor Finn Ola Rasch

Uketimer: Høst: 2F- 4Ø- 6S = 7,5Sp

Øvinger: O

Karakter: TE

**Mål:** Gi studentene utvidet og mer grunnleggende kunnskaper om bearbeidingsprosessene i mekanisk industri.

**Forutsetning:** Emne SIO3008 Bearbeidingsteknikk eller tilsvarende.

**Innhold:** Analytisk behandling av de grunnleggende forhold ved de viktigste sponfraskillende bearbeidingsprosesser. Mekaniske prosesser: Dreining, fresing, boring og sliping. Spondannelse, skjærekrefter og effektbehov, verktøymaterialer og slitasje, kjøle- og smøremidler. Termiske forhold ved spondannelse. Overflatedannelse. Valg av bearbeidingsdata, bearbeidingsøkonomi. Direkte elektriske prosesser: Elektroerosjon og elektrokjemisk bearbeiding. Teori for materialavvirkning, polaritet, elektrodematerialer, elektrodefremstilling, generatorer. Prinsipper for bearbeiding med laser, elektronstråle, ultralyd og abrasivjet.

**Undervisningsform:** Forelesninger og kollokvier, obligatoriske øvinger.

**Kursmaterieill:** Boothroyd and Knight: Fundamentals of machining and machine tools.

Utvalgte forskningsrapporter.

**Eksamensform:** Muntlig.

## **PK8103 MASK ANV KUNNSK TEKN**

### **Maskintekniske anvendelser av kunnskapsteknologi**

### **Artificial Intelligence Applied to Mechanical Engineering**

Faglærer: Professor Kesheng Wang

Uketimer: Høst: 2F- 4Ø- 6S = 7,5Sp

Øvinger: O

Karakter: TEØ

**Mål:** Kurset gir en innføring i maskintekniske anvendelser av kunnskapsteknologi. Problemstillingene hentes fra konstruksjon, produksjon og produksjonsstyring. Kurset vil også gi en innføring i de viktigste datatekniske hjelpemidler for bruk ved kunnskapsteknologi.

**Forutsetning:** Ingen.

**Innhold:** Følgende emner behandles:

Del 1. Introduksjon til intelligente produksjonssystemer

- Hva er intelligente produksjonssystemer
- En oversikt over kunstig intelligens

Del 2. Teknikker

- Grunnleggende begreper i AI
- Representasjon av kunnskap
- Representasjon av kunnskap for produksjonsområdet
- Ekspertsystemer
- Programmeringsspråk, verktøy og "shell"

Del 3. Anvendelser innenfor produksjonsområdet

- Konstruksjon og planlegging

- Sekvensiering og kontroll
- Integriert produksjonssystem

**Undervisningsform:** Forelesninger og seminarer, obligatoriske øvingsarbeider.

**Kursmaterieill:** Kesheng Wang: Artificial Intelligence Applied to Mechanical Engineering.

**Eksamensform:** Muntlig og prosjektarbeid.

**PK8104    PRODUKSJONSTEKN OPT**  
**Produksjonsteknisk ikke-lineær optimering**  
**Production Engineering Nonlinear Optimization**

Faglærer:    Professor Wolfgang H. Koch

Uketimer:        Vår: 2F- 4Ø- 6S = 7,5Sp

Øvinger:         O

Karakter: TEØ

**Mål:** Kurset har blitt utarbeidet spesielt for ingeniør- og ledelsespersonell innen feltet produksjons- og kvalitetsteknikk. Men også for andre interesserte i anvendt ikke-lineær optimalisering legges til rette innsikten i optimaliseringsmodellering, numerisk behandling og i anvendelsen av softwareverktøy for bearbeidingen av tilsvarende problemstillinger i sitt eget fagfelt. Utover utnyttelsen for det kreative ingeniørarbeidet generelt er anvendelsene fokusert på produksjonsteknikk. Basert på dette dannes en optimaliseringsbasert framstillingssystematikk.

**Forutsetning:** Noe kjennskap om maksima og minima i flere variabler, lineær optimalisering. Fordelaktig er kjennskap til forbedringsnødvendigheter og/eller –muligheter i fagfeltene av deltagerne.

**Innhold:** Anvendt ikke-lineær optimalisering i produksjons- og kvalitetsteknikk, definisjon av matematisk optimalisering, oversikt over behandling/løsning av ikke-lineære optimaliseringsproblemer med kontinuerlige variabler, spesielle optimaliseringsoppgaver, grafikk- og optimaliseringsbidrag til kreativt/innovativt ingeniørarbeid (Computer-Aided Engineering), bruk av kunnskapsbaserte systemer, systemanalyse via ikke-lineær optimalisering, Nonlinear Optimisation Software System (**NOSYS**), utvalgte anvendelser i produksjonsteknikk og relaterte felt, derivering av en optimaliseringsbasert framstillingssystematikk.

**Undervisningsform:** Forelesninger, PC-øvinger, seminar- og individuelt prosjektarbeid. Kurset gis på engelsk. Emnet krever en godkjent prosjektrapport over behandlingen av et anvendelsesprosjekt med fagteoretisk og PC-eksperimentelt innhold. Prosjektarbeidet teller 70% ved fastsettelsen av karakter.

**Kursmaterieill:** Koch, W.H.: "Production Engineering Non-linear Optimization", Lecture Notes, NTNU, Trondheim, 2002.

Utvalgte artikler fra vitenskapelige tidsskrifter.

**Eksamensform:** Muntlig + prosjekt.

**PK8105    TIDSKOMPR FREMSTTEKN**  
**Tidskomprimerende fremstillingsteknologier**  
**Time-Compression Manufacturing Technologies**

Faglærer:    Professor Wolfgang M. Koch

Uketimer:        Vår: 3F- 3Ø- 6S = 7,5Sp

Øvinger:         O

Karakter: TEØ

**Mål:** Teoretisk og praktisk innføring i produksjonstilpassete fremgangsmåter for tidskomprimering innenfor fremstillingen av vilkårlig friformede objekter (arbeidsstykker, også i form av verktøyer). Det fokuseres på Rapid Manufacturing og Tooling og særlig de tilhørende IKT-støtterutiner gjennom hele den verdiskapende prosesskjeden inkluderende en innføring i aktuelle forskningsproblemstillinger.

**Forutsetning:** Kunnskaper tilsvarende SIO3008 Bearbeidingsteknikk og SIO3053 Produksjonssystemer.

**Innhold:** Innføring i Rapid Manufacturing / Tooling, integrert i moderne ingeniørarbeidsmetoder som Design for Manufacturing, Concurrent og Concept Engineering, Closed Quality Loop Manufacturing, Virtual/Agile Manufacturing. Teoretisk grunnlag og nødvendig IKT med både maskinvare- og softwareapplikasjoner samt praktiske eksempler fra utvalgte bruksområder.

**Undervisningsform:** Forelesninger, PC-øvinger, seminar- og individuelt prosjektarbeid. Emnet krever en godkjent prosjektrapport hvor et aktuelt problem med å fremtakte et friform objekt løses ved hjelp av

tillegnet kunnskap og PC-verktøy. Prosjektarbeidet teller 50 % ved fastsettelsen av karakter. Kurset gis på engelsk.

**Kursmaterieill:** Koch, W.H.: "Time-compression Manufacturing Technologies – Rapid Prototyping & Tooling", Lecture Notes, NTNU, Trondheim, 2003. Utvalgte artikler fra vitenskapelige tidsskrifter.

**Eksamensform:** Muntlig (50 %) + prosjekt (50 %).

## **PK8200 RISIKOMODELLERING**

### **Risikomodellering og risikoindikatorer**

### **Risk Influence Modelling and Risk Indicators**

Faglærer: Professor Marvin Rausand  
Professor II Stein Haugen

Koordinator: Professor Marvin Rausand

Uketimer: Høst: 3F- 3Ø- 6S = 7,5Sp

Øvinger: O

Karakter: TEØ

**Mål:** Emnet vil gi studentene innsikt i hvordan risiko i et komplekst teknisk system kan modelleres, og hvordan ulike faktorer som har innvirkning på risikoen kan beskrives i modeller. Emnet vil videre gi innsikt i hvordan tekniske og organisatoriske risikoindikatorer kan benyttes til å beskrive endringer i risikonivået i driftsfasen.

**Forutsetning:** Kunnskaper tilsvarende emne SIO3020 Industriell sikkerhet og pålitelighet.

**Innhold:** Definisjon og diskusjon av risikobegrepet. Diskusjon av hvordan risiko modelleres og analyseres innenfor offshore-næringen og kjernekraftindustrien. Modeller og metoder som beskriver hvordan organisatoriske faktorer kan inngå i analyse av risiko. Definisjon og drøfting av begrepet risikoindikator. Etablering av mulige risikoindikatorer for et praktisk system. Beskrivelse av koplingen mellom risikoindikatorer og risikoen ved hjelp av influensdiagram. Beregning av risikoinfluens ved hjelp av Bayesianske nettverksmetoder.

**Undervisningsform:** Seminararbeid og individuelt prosjektarbeid. Prosjektarbeidet teller 50% ved fastsettelse av karakter.

**Kursmaterieill:** Utvalgte forskningsrapporter og tidsskrifts- og konferanseartikler (oppgis ved kursstart).

**Eksamensform:** Muntlig + prosjektarbeid.

## **PK8201 PÅL SIKKER KRIT FUNK**

### **Pålitelighet av sikkerhetskritiske funksjoner**

### **Reliability of Safety-Critical Function**

Faglærer: Professor Marvin Rausand  
Professor II Jørn Vatn

Koordinator: Professor Marvin Rausand

Uketimer: Vår: 3F- 3Ø- 6S = 7,5Sp

Øvinger: O

Karakter: TEØ

**Mål:** Emnet vil gi studentene innsikt i modellering og beregning av påliteligheten til sikkerhetskritiske funksjoner. Studentene vil få innsikt i vurdering av ulike typer sikkerhetsbarrierer, hvordan krav til sikkerhetsnivå fastsettes, samt hvordan menneskelige og organisatoriske faktorer innvirker på påliteligheten til sikkerhetskritiske funksjoner.

**Forutsetning:** Kunnskaper tilsvarende emne SIO3020 Industriell sikkerhet og pålitelighet.

**Innhold:** Gjennomgang og drøfting av krav til sikkerhetskritiske funksjoner, med spesiell vekt på IEC61508-standarden. Sikkerhetsbarrierer og sikkerhetsfunksjoner med spesiell vekt på "forsvar i dybden" konseptet. Risikoaksept og SIL-nivå (Safety Integrity Level). Modeller og metoder for beregning av påliteligheten til sikkerhetskritiske funksjoner. Vedlikehold og oppfølging av sikkerhetskritiske funksjoner. Kopling mellom sikkerhet og regularitet. Menneskelige og organisatoriske faktorer knyttet til sikkerhetskritiske funksjoner. Fellesfeil og beskyttelse mot fellesfeil.

**Undervisningsform:** Seminararbeid og individuelt prosjektarbeid. Prosjektarbeidet teller 50% ved fastsettelse av karakter.

**Kursmaterieill:** Utvalgte forskningsrapporter og tidsskrifts- og konferanseartikler (oppgis ved kursstart).

**Eksamensform:** Muntlig + prosjektarbeid.

**PK8202 LOGISTIKKANALYSER**  
**Analyse, modellering og styring av produksjonslogistikk**  
**Analysis, Modelling and Control in Logistics Systems**

Faglærer: Professor II Jan Ola Strandhagen  
 Uketimer: Vår: 3F- 3Ø- 6S = 7,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TEØ

**Mål:** Emnet skal gi studentene innsikt i modellering, analyse og avansert styring av industrielle logistikkssystemer.

**Forutsetning:** Emnet forutsettes kunnskaper tilsvarende SIO3005 Produksjons- og driftsteknikk, SIO3047 Logistikk og styring og SIO3011 Kvalitetsledelse.

**Innhold:** Emnet tar for seg tre hovedtema innen logistikk; metoder for analyse av logistikkssystemer, ulike modelleringsteknikker og verktøy, samt avansert styring av industrielle logistikkssystemer. Innen analyse vektlegges metoder for økonomisk analyse, materialflytanalyse og prosessanalyse. Modellering av systemer basert på prosessmodeller, virksomhetsmodeller og flere typer simuleringsmetoder. Fokus på bruk av diskret hendelsessimulering. Anvendelse av ulike styringsmodeller for styring av logistikk, og de ulike prinsippene og teknikkene for styring. Spesielt vektlegges modeller og prinsipper for styring av logistikk basert på konseptet for masseprodusert skreddersøm. Studenten skal levere en skriftlig oppgave basert på case som utgjør øvingsoppgaven i emnet.

**Undervisningsform:** Seminararbeid og individuelt prosjektarbeid. Prosjektarbeidet teller 50% ved fastsettelse av karakter.

**Kursmaterieill:** Browne: Production Management Systems – a Cim Perspective.

Kreutzer, Wolfgang: Simulation Techniques for Discrete Event Systems

Rolstadås, Andersen: Enterprise Modeling. Kompendium: Styringsmodeller for masseprodusert skreddersøm. Utvalgte vitenskapelige artikler.

**Eksamensform:** Muntlig eksamen (50%) + prosjektarbeid (50%).

## INSTITUTT FOR PRODUKTDESIGN

**PD8100 ØKODESIGN FAKTOR 10**  
**Økoeffektivitet og systemdesign i et Faktor 10 perspektiv**  
**Eco-Effectiveness and Systems Design in a Factor 10 perspective**

Faglærer: Professor II Ole Jørgen Hanssen  
 Uketimer: Vår: 2F- 2Ø- 16S = 7,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TEØ

**Mål:** Emnet skal gi studentene en grundig innføring i det teoretiske og metodiske fundament for Faktor 10 strategier i bedrifter, for nettverkssamarbeid mellom bedrifter langs/mellom verdikjeder og erfaringer knyttet til systemdesign.

**Forutsetning:** Kurs i LCA og Miljøsystemanalyse, Økodesign eller tilsvarende. Kurset er tilgjengelig for dr.grads-kandidater og som del av fordypningsemne for fjerde års studenter.

**Innhold:** Emnet vil gi studentene en god innføring i bedriftsstrategier for Faktor 10 i relasjon til bærekraftig produksjon og forbruk, som et utgangspunkt for utvikling av mer øko-effektive produkter og systemer. Emnet vil beskrive modeller og metoder for økt øko-effektivitet i verdikjeder og nettverk av verdikjeder, basert på systemdesign, scenariometodikk og livssyklusvurderinger.

**Undervisningsform:** Forelesninger, seminarer og prosjektarbeid.

**Kursmaterieill:** Weaver et al. 2000. Sustainable Technology Development. von Weizsäcker et al. 1998. Factor Four Double Wealth Resource Use (utvalgte deler), samt kompendium med artikler.

**Eksamensform:** Øving + muntlig eksamen.



## INSTITUTT FOR VANN- OG MILJØTEKNIKK

### **VM8100 FORSKN POBL IVM** **Forskningsmetoder innen vann- og miljøteknikk** **Research methodology in Hydraulic- and Environmental Engineering**

Faglærere: Professor Wolfgang Schilling, Professor Helge Brattebø, Professor Ånund Killingtveit  
 Koordinator: Professor Wolfgang Schilling  
 Uketimer: Vår: 3F- 4Ø- 5S = 7,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TEØ

Emnet undervises kun dersom det melder seg et tilstrekkelig antall studenter.

Undervisningsspråket er engelsk.

Emnet omfatter utvalgte aktuelle forskningstemaer innenfor vann- og miljøteknikk. Læringsmålet er å formidle hvordan forskning planlegges, gjennomføres og formidles. I løpet av semesteret simuleres forskningsprosessen fra søknad til publisering. Studentene velger en begrenset forskningsoppgave og begrunner valget overfor faglærerne ("søknad"), utarbeider en arbeidsplan, gjennomfører den og formidler resultatene til andre deltakende studenter. Det skal skrives en publikasjon til et anerkjent tidsskrift. Karakter gis på grunnlag av kvaliteten på det produserte materialet: prosjektsøknaden, publikasjonen samt muntlig presentasjon av publikasjonen.

### **VM8101 HYDROLOG MODELLER** **Hydrologiske modeller** **Hydrological Models**

Faglærer: Professor Ånund Killingtveit  
 Uketimer: Høst: 3F- 4Ø- 5S = 7,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TEØ

Emnet undervises annet hvert år, og gis høsten 2003, 2005 osv. dersom det melder seg et tilstrekkelig antall studenter.

Emnet gir en grundigere innføring i modellering av viktige hydrologiske prosesser samt modeller for konsekvensanalyser ved inngrep i vassdrag.

Det vises hvordan matematiske ligninger for enkeltprosesser kan integreres til fysisk baserte hydrologiske modeller. Det blir gitt innføring i oppbygging og bruk av ulike typer slik som nedbør-avløpsmodeller, modeller for vassdragsplanlegging og -drift, samt modeller for miljøkonsekvensstudier i vassdrag. Utvalg av modeller vil tilpasses kandidatens faglige profil.

Av spesielle tema som behandles kan nevnes:

Flomberegninger, beregningsmetoder for ekstrem nedbør og flomavløp i ekstremisituasjoner, flomrouting i vassdrag og magasiner. Hydrologiske modeller brukt til tilsigsprognoser, og til å generere data der målinger mangler. Modellen for simulering av vassdrag og vannkraftsystemer. Modellen for konsekvensanalyser i vassdrag.

Obligatoriske felt- og regneøvinger.

Pensumlitteratur:

Diverse artikler og utdrag av bøker/rapporter.

**VM8102    MODELL FYS VASSDRMILJØ**  
**Modellering av fysisk vassdragsmiljø**  
**Modelling of riverenvironment**

Faglærer: Førsteamanuensis Knut Alfredsen  
 Uketimer: Vår: 3F- 4Ø- 5S = 7,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TEØ

Vassdragsmiljø. Faktorarar som påverkar vassdragsmiljøet. Inngrep i vassdrag og verknadar av inngrep på vassdragsmiljøet. Grensebetingelsar og grunnlag for beregningar. Modellteori, systemomgrepet og modellutvikling. Hydraulisk modellering, modelltyper og anvendelsar. Modellering av vassdragsmiljøvariable, vasskvalitet, temperatur, is, spreining av forureining, erosjon og sedimentering. Samansette simuleringssystem og vassdragsmodellar. Modellering av effekter på det akvatiske økosystemet, modellering av fysisk habitat for fisk og botndyr, populasjonsmodellar. Bruk av modellverky i rehabilitering og restaurering i vassdrag.

Faget vil vere ein kombinasjon av forelesingar, kollokvium, seminar og prosjektarbeide. Øvingar i felt og laboratorium.

Pensum:  
 Utdrag av bøker og artiklar.

Føresetnader: Hydroinformatikk, Vannressursar, Miljøverknader av vassdragsutbyggingar (fordjupingsemne) og hydrologiske modellar (fordjupingsemne) eller tilsvarende kunnskaper.

**VM8103    IKKE STASJ FRISPEILST**  
**Ikke-stasjonær frispeilstrømning**  
**Unsteady free-surface flow**

Faglærere: Professor Haakon Støle, Dr.ing. Lars Jensen  
 Koordinator: Professor Haakon Støle  
 Uketimer: Vår: 3F- 4Ø- 5S = 7,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TEØ

Emnet undervises på engelsk. Emnet undervises annethvert år, første gang i 2005, dersom tilstrekkelig antall kandidater melder seg.

Beregning av vannlinjer (vannstander) i stasjonær strømning. Vannlinjen gjennom konstruksjoner som bruer, kulverter og overløp. Likningene for ikke-stasjonær strømning (St Venants likninger), og ulike forenklinger av likningene. Klassifisering av ikke-stasjonær strømning. Numerisk løysning av St Venants likninger. Bruk av HEC-RAS. Magasinruting, hydrologisk ruting og dynamisk ruting. Beregning av gradvis varierende og hurtig varierende strømning. Beregning av dambruddsparametre som tid, størrelse og form.

Faget vil være en kombinasjon av forelesninger, kollokvium og prosjektarbeide. Det blir egne øvinger og øvinger i laboratoriet.

**VM8200    VIDEREG VANNR TEKN**  
**Videregående vannrenseteknikk**  
**Advanced Water and Wastewater Treatment**

Faglærer: Professor Hallvard Ødegaard  
 Uketimer: Høst: 3F- 4Ø- 5S = 7,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TEØ

Emnet undervises annet hvert år, 2003, 2005 osv. dersom det melder seg et tilstrekkelig antall studenter. Emnet gis som tilbud til de som har gjennomgått SIB5092 VA-teknikk fordypningsemne med spesialisering: Vannrensing eller emnet 34546 Vannrensing fra gammel studieplan, og forutsetter eksamen i dette eller forkunnskaper som tilsvarer nivået i disse. Emnet undervises i form av 5-6 konsentrerte seminarer, dersom det er 3 eller flere studenter. Er det færre, gis individuell undervisning. Emnet gir en grundigere teoretisk innføring i ulike renseprosesser for drikkevann og avløpsvann enn det som gis i fordypningsemnet i det ordinære siv.ing.studiet. Det blir lagt vekt på metoder som det forskningsmessig har vært en stor aktivitet på i de senere år, men som foreløpig er lite kjent og lite brukt her i landet. Som del av øvingsarbeidet skal studentene gjennomføre en utredningsoppgave om et tildelt emne.

Laboratorie- og regneøvinger.

Pensumlitteratur:

Diverse artikler og utdrag av bøker.

### **VM8201 SLAMBEHANDLING Sludge Treatment and Disposal**

Faglærer: Professor Hallvard Ødegaard

Uketimer: Høst: 3F- 4Ø- 5S = 7,5Sp

Øvinger: O

Karakter: TEØ

Emnet undervises annet hvert år, 2004, 2006 osv. dersom det melder seg et tilstrekkelig antall studenter.

Emnet gis som tilbud til de som har gjennomgått SIB5092 VA-teknikk fordypningsemne med spesialisering: Vannrensing eller emnet 34546 Vannrensing fra gammel studieplan, og forutsetter eksamen i dette eller forkunnskaper som tilsvarer nivået i disse. Emnet undervises i form av 5-6 konsentrerte seminarer, dersom det er 3 eller flere studenter. Er det færre, gis individuell undervisning. Emnet gir en grundig teoretisk og praktisk innføring i behandling og disponering av slam fra kommunale kloakkrenseanlegg.

Følgende hovedemner behandles:

Slamkarakterisering, oppkonsentrering av slam, stabilisering og hygienisering av slam, varmebehandling av slam, håndtering av septikslam, deponering og anvendelse av slam. Obligatoriske laboratorieøvinger og en obligatorisk utredningsoppgave.

Pensumlitteratur:

Diverse artikler, kompendier og utdrag av bøker.

### **VM8202 OVERVANNSHÅNTERING Urban Storm Water Management**

Faglærer: Førsteamanuensis Sveinn T. Thorolfsson

Uketimer: Høst: 3F - 4Ø - 5S = 7,5Sp

Øvinger: O

Karakter: TE

Kurset foreleses over to perioder på en uke hver hvis det er flere enn 3 påmeldte.

Målet er å gi grundig innføring i tiltak, med og uten konstruksjoner for overvannshåndtering samt gi ferdigheter i planlegging, prosjektering og analysering av overvannsførende anlegg og systemer.

Innhold: Urbaniseringens innvirkning på vannbalansen. Overvannets mengde og kvalitet. Overvannet som landskapselement. Planlegging og prosjektering av anlegg for vannførings- og forurensningskontroll. Spesielle problemer tilknyttet overvann i kaldt klima, inkl. snøsmelteavrenning. Alternativsvurderinger basert på miljømessige, forurensningsmessige og økonomiske aspekter samt risiko. Bærekraftige overvannsløsninger. Overvannsplaner. Lover, forskrifter, standarder og regulativ.

Undervisningsform: Forelesninger, seminarer, regne-, PC- og feltøvinger, samt en stor delvis selvvalgt prosjektoppgave.

Eksamensform: Muntlig.

Kursmaterieell: Diverse bøker og publikasjoner.

**VM8203 VIDEREG VANN-KJEMI**  
**Videregående vann-kjemi**  
**Advanced Water Chemistry**

Faglærer: Professor Liv Fiksdal  
 Uketimer: Høst: 3F- 4Ø- 5S = 7,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TEØ

Emnet undervises annet hvert år (2004 - 2006 - osv.).

Emnet bygger på emne SIB5015 Vannkjemi grunnkurs og forutsetter eksamen i eller forkunnskaper som tilsvarer nivået i dette emnet. Emnet undervises i form av 6-7 seminarer, dersom det er 3 eller flere studenter. Er det færre gis individuell undervisning.

Følgende hovedemner behandles:

Karbonatsystemet i relasjon til bufferevnen hos naturlige vannmasser og vannkvalitetens innvirkning på sementbaserte VA-konstruksjoner. Utfelling og oppløsning av forbindelser som er viktige i vannkvalitetssammenheng. Oksydasjons- og reduksjonsforhold i vann-masser. Utvalgte emner angående forurensing av naturlige vannmasser.

Obligatoriske laboratorieøvinger og en obligatorisk utredningsoppgave.

Pensumlitteratur:

Utvalg fra bøker og tidsskrifter.

**VM8204 STYRREG URB VANNSYST**  
**Styring og regulering av urbane vannsystemer**  
**Real time control of urban water systems**

Faglærer: Professor Wolfgang Schilling  
 Uketimer: Høst: 3F- 4Ø- 5S = 7,5Sp  
 Øvinger: O Karakter: TE

Emnet undervises kun dersom det melder seg et tilstrekkelig antall studenter.

Undervisningsspråket er engelsk.

Emnet gir oversikt over mulighetene til å drive urbane vannsystemer aktivt gjennom styrings- og reguleringstiltak med tanke på forbedret ytelse av systemet. Driftsmål for urbane vannsystem og sub-systemer defineres, og styringspotensial bedømmes. Forskjellige styringskonsept diskuteres mht nødvendig utstyr (sensorer, pådragsorganer, dataoverføringsystem, etc.), styringsstrategier (lokale, globale, etc.) og driftsorganisasjon. Planleggingstrinnene Forstudie, Detaljstudie, og Implementering gjennomgås. Metodiske hjelpemidler inkluderer numeriske simuleringsmodeller, grunnlag av reguleringsteknikk og matematisk optimering. Emnet illustreres vha eksisterende eksempler og anvendelser.

**VM8300 VIDEREG AVFALL HÅNDT**  
**Videregående avfallshåndtering**  
**Advanced Solid Waste Treatment**

Faglærer: Professor Helge Brattembø, professor II Aage Heie  
 Koordinator: Professor Helge Brattembø  
 Uketimer: Høst: 3F- 4Ø- 5S = 7,5Sp  
 Øvinger: F Karakter: TE

Emnet undervises annet hvert år, første gang høsten 2004. Undervisningsformen tilpasses antall studenter, med mulighet for konsentrerte seminarer i løpet av semesteret. Emnet bygger videre på SIB5045 Restproduktteknikk og fordypningsmodulen SIB50AH Avfallshåndtering. Innholdet omfatter

inngående studier av teori og praksis knyttet til fire temaområder: i) nasjonale og internasjonale rammevilkår for behandling av avfall og restprodukter, ii) deponering av avfall, iii) termisk destruksjon av avfall, iv) biokjemisk omdanning av avfall. Det legges spesielt vekt på kunnskap om moderne tekniske løsninger for å redusere utslipp, miljølemper og kostnader knyttet til deponering og behandling av avfall.

Pensumlitteratur:

Diverse artikler og utdrag av bøker.

**VM8301 IND ØKOL RESIRK**  
**Industriell økologi og resirkulering**  
**Industrial ecology and waste recycling**

Faglærer: Professor Helge Brattebø

Uketimer: Høst: 3F- 4Ø- 5S = 7,5Sp

Øvinger: F

Karakter: TE

Emnet undervises annet hvert år, første gang høsten 2005. Undervisningsformen tilpasses antall studenter, med mulighet for konsentrerte seminarer i løpet av semesteret. Emnet bygger videre på SIB5056 Gjenvinningssystemer og fordypningsmodulen SIB50AI Systemanalyse av gjenvinningssystemer. Innholdet omfatter inngående studier av teori og praksis knyttet til tre temaområder: i) nasjonale og internasjonale rammevilkår for industriell økologi og resirkulering, ii) metoder for vurdering av gjenvinningssystemer, og iii) teknologi og materialkvalitet i gjenvinningssystemer. Det legges spesielt vekt på kunnskap om sammenhengene mellom teknologi, kvalitet, miljø og økonomi innen materialgjenvinning, og helhetlig industriell økologi samarbeid for å oppnå best mulig resultater i slike systemer.

Pensumlitteratur:

Diverse artikler og utdrag av bøker.