

## FAKULTET FOR MASKINTEKNIKK

Fakultet for maskinteknikk består av:

Institutt for mekanikk, termo- og fluiddynamikk  
 Institutt for maskinkonstruksjon og materialteknikk  
 Institutt for produksjons- og kvalitetsteknikk  
 Institutt for termisk energi og vannkraft  
 Institutt for klima- og kuldeteknikk  
 Institutt for produktdesign

Fakultet for maskinteknikks forskningsutvalg skal være rådgiver for fakultetsstyret i spørsmål som angår forskning og dr.ing.-utdanning. Dette inkluderer også behandling av søknader om opptak til dr.ing.studiet samt studieplaner for dr.ing.-studiet. Utvalget har følgende sammensetning:

Professor Marvin Rausand (leder)  
 Professor Bjørn F. Magnussen  
 Professor Ingvald Strømmen  
 Professor Sigurd Støren  
 Professor Otto K. Sønju  
 Dr.ing.-student Thor Kamfjord

### Generelt om dr.ing.studiet.

Emneområdet for avhandlingen vil normalt ligge innen de forsknings- og utviklingsarbeider som foregår ved instituttene. Nærmere orientering om aktuelle emner er gitt under avsnittene om de enkelte institutter. Søkere med interesse innen andre emner enn de som er beskrevet, bes ta kontakt med vedkommende institutt for å diskutere nærmere muligheten for en avhandling innen ønsket område.

Det endelige pensum i hovedfag og støttefag utformes i samråd mellom kandidaten og instituttet, avhengig av emneområdet for avhandlingen og kandidatens individuelle behov og ønskemål. Støttefaget skal velges slik at det underbygger og utfyller hovedfaget, og avdelingen anbefaler at matematisk/naturvitenskapelige grunnlagsfag prioriteres.

### Hovedfag

Fakultetet tilbyr hovedfag på følgende områder:

#### 10 Mekanikk, termo- og fluiddynamikk

A Strømningsteknikk  
 B Varme/forbrenning  
 C Faststoffmekanikk

#### 20 Maskinkonstruksjon og materialteknikk

A Produktutvikling  
 B Maskinanalyse  
 C Overflateteknologi  
 D Bruddmekanikk og sammenføyningsteknologi  
 E Bearbeidingsteknologi

#### 30 Produksjons- og kvalitetsteknikk

A Produksjonssystemer  
 B Informasjonsteknologi  
 C Adm. styresystemer  
 D Sikkerhet/pålitelighet

#### 49 Termisk energi og vannkraft

A Energi og prosess  
 B Forbrenning og miljø  
 C Hydrauliske strømningsmaskiner  
 D Oljehydrauliske kraft- og styresystemer

**70 Klima- og kuldeteknikk**

A Energi- og innemiljø

B Kulde- og næringsmiddelteknikk

C Flerfaseteknikk

**80 Produktdesign**

A Designmetodikk

B Menneske/Maskin samspill

C Miljøriktig produktdesign

**Fakultet for maskinteknikk tilbyr følgende dr.ing. emner:**

Emnenr	Emnetittel	Sem	Høst				Vår				Bt	Vt	Kar
			F	Øu	Øs	D	F	Øu	Øs	D			
DIO1001	VARMETRANSP POR MATR	H00	2		3	6					13	2,5	TE
DIO1002	FORBRENNINGSFYSIKK	V00					2	3		6	13	2,5	TE
DIO1003	ANALYT MET FLUID DYN	V02					2		4	5	13	2,5	TE
DIO1004	AEROTERMODYNAMIKK	V00					2	3		6	13	2,5	TE
DIO1005	TIDSAVH TERMOFLU DYN	V01					2		3	6	13	2,5	TE
DIO1006	TENSORANALYSE	H99	3		3	4					13	2,5	TE
DIO1007	VIDEREG FLUIDMEKANIKK	V00					3	2		5	13	2,5	TE
DIO1008	VID NUM STRØMN MEK	V01					3	1	1	5	13	2,5	TE
DIO1010	KONTINUUMSMEKANIKK	V00					3	1	2	4	13	2,5	TEØ
DIO1011	REOLOGI IKKE-NEW FL	H00	3	1	2	4					13	2,5	TE
DIO1012	PLASTISITETSTEORI	H00	3	1	2	4					13	2,5	TE
DIO1013	FLERFASEMODELLERING	V01					3	1	1	5	13	2,5	TE
DIO1014	TURBULENS	V00					2	1	2	6	13	2,5	TE
DIO2001	MASKINSIMULERING 2	V00					2		4	6	14	3	TE
DIO2002	SVINGNINGSANALYSE	V00					2		3	6	13	2,5	TE
DIO2003	KONSTR METODIKK	V00					2	1	2	6	13	2,5	TØ
DIO2004	VIDEREG TRIBOLOGI	H99	2	3		6					13	2,5	TE
DIO2005	ROTORDYNAMIKK	V00					2	3		6	13	2,5	TE
DIO2007	KORROSJON	99/00	2	1		4	2		1	4	18	4	TE
DIO2008	PLASTKOMPOSITTER	H99	3		2	5					13	2,5	TE
DIO2009	EKSTRUDERING/FORMING	H99	3		3	4					13	2,5	TEØ
DIO2010	MEKANISK INTEGRITET	H99	2	1	2	6					13	2,5	TE
DIO2011	MODELLERING AV BRUDD	V00					2	2	1	6	13	2,5	TEØ
DIO3002	INDUSTRIROBOTER	V00					2		4	6	14	3	TE
DIO3003	VERKTØYM KAPABILITET	H99	2	4		6					14	3	TEØ
DIO3004	MATERIALAVV BEARB	H99	2	4		6					14	3	TE
DIO3005	MASK ANV KUNNSK TEKN	V00					2	4		6	14	3	TE
DIO3006	PRODUKSJONSTEK OPTIM	V00					2	1	3	6	14	3	TEØ
DIO4901	VARME/MASSEOVERGAN	H99	2		3	6					13	2,5	TE
DIO4902	VARMETR STRÅL/KOND	V00					2		3	6	13	2,5	TE
DIO4903	VID IND VARMETEK	V00					2		3	6	13	2,5	TE
DIO4904	SYSTEMTEKNIKK	H99	2		3	6					13	2,5	TEØ
DIO4905	TERMISKE KRAFT/VARME	H99	2		3	6					13	2,5	TE
DIO4906	FASTE BRENSLER	V00					2		3	6	13	2,5	TE
DIO4907	REG AV VANNKRAFTVERK	V00					2		3	6	13	2,5	TE
DIO7002	FORØK VARMEOVERGANG	V00					2	3		6	13	2,5	TE
DIO7004	NATURLIG KONVEKSJON	H00	2	1	2	6					13	2,5	TE
DIO7005	ENERGI/KLIMATEKN MOD	V00					2	3		6	13	2,5	TE
DIO7006	TERMISKE SYSTEMER	V00					2	3		6	13	2,5	TE
DIO7007	INDUSTRIVENTILASJON	V01					2	1	2	6	13	2,5	TE

V er våsemester.

H er høstsemester.

**Eksempel på studieopplegg:**

Fakultet for maskinteknikk

**Vitenskapelig avhandling - tittel:**

Tapsanalyse av sentrifugalpumper

**Hovedfagsbetegnelse:**

Termisk energi og vannkraft - Hydrauliske strømningsmaskiner

**Emneopplegg for hoved- og støttefag:**

Emnenr	Emnetittel	Emne- type	H/S	Uketimer			Vt
				F	Ø	D	
61162	NUM MASSE- OG VARMETR	ORD	H	2	3	2	2,0
61167	AERODYNAMIKK	ORD	H	2	3	2	2,0
DIO1003	AN MET I FLUIDDYN	DR	H	2	4	5	2,5
DIO1007	VID FLUIDMEKANIKK	DR	H	3	2	5	2,5
DIO1008	VID NUM STRØMNINGSMEK	DR	H	3	2	5	2,5
DIO1014	TURBULENS	DR	H	2	3	6	2,5
61169	EKSP STR OG VARMETEKN	ORD	S	2	3	2	2,0
75048	MAT MODELLERING	ORD	S	4	4	2	3,0
00992	ARTIKKELSKRIVING	ORD	S	2	6		2,0
	SAMLET TIMETALL: HOVEDFAG			14	17	25	14,5
	STØTTEFAG			8	13	4	7,0
	HOVED- OG STØTTEFAG						21,5

Følgende typebetegnelser skal brukes:

DR for dr.ing.emner

ORD for emner fra NTNUs ordinære studieplan for sivilarkitekt- og sivilingeniørstudiet

LS for emner som tas i form av ledet selvstudium og som ikke er oppført

i NTNUs studieplaner

EKS for emner som tas ved eksterne institusjoner

EEU for Eksamensrettede etterutdanningskurs

**INSTITUTT FOR MEKANIKK, TERMO- OG FLUIDDYNAMIKK**

Professor Helge Andersson

Professor Iver Brevik

Professor Fridtjov Irgens

Professor Per-Åge Krogstad

Professor Magne Lamvik

Professor Bjørn F. Magnussen

Professor Helge Nørstrud

Professor Bjørn Skallerud

Professor Tor Ytrehus

Professor II Stein Tore Johansen

Professor II Karl Sjøen

Professor Kjell Holthe

Førsteamanuensis Tor Bjørge

Førsteamanuensis Erling Nardo Dahl

Førsteamanuensis Ivar Ståle Ertesvåg

Førsteamanuensis Skjalg Haaland

Førsteamanuensis Reidar Kristoffersen

Førsteamanuensis Ole Melhus

Førsteamanuensis Lars R. Sætran

## Avhandling

Avhandlingen kan utføres innenfor hele emneområdet som dekkes av instituttet, og den vil normalt ha tilknytning til stabens løpende forskningsvirksomhet, til dels i samarbeide med tilknyttet SINTEF-avdeling.

Det er vanlig at avhandlingen baseres både på eksperimentell og teoretiske studier. Hovedområder for avhandlingen er:

- Strømningsteknikk
- Varme/forbrenning
- Faststoffmekanikk

## Strømningsteknikk

### Turbulensmodellering

Forskningen innebærer utvikling og bruk av avanserte turbulensmodeller som algebraiske og fulle Reynoldsspenningsmodeller. Modellene implementeres i numeriske algoritmer og testes på enkle strømningsproblemer mot eksperimentelle data og resultater fra direkte numeriske simuleringer av turbulens.

### Viskøse strømnings og grensesjikt

Anvendelser av teoretiske modeller og numeriske beregningsteknikker for strømning av Newtonske og ikke-Newtonske media, primært i forbindelse med teknologiske problemstillinger. Aktuelle eksempler er: Sekundæreffekter induisert ved lekkasjer i turbiner, strømning i rør og kanaler, grensesjiktproblemer i aerodynamiske systemer og industrielt prosessutstyr, oppstarting av sentrifuger og separator, strømningsmaskiner og viskøs demping av mekaniske svingninger.

### Aerodynamikk

Fagfeltet aerodynamikk har bred anvendelse f.eks. innenfor transport (båt, bil, fly, romfart) og bygningskonstruksjoner (tunneler, broer, bygninger, flyplasser), og til en mindre industriell grad har aerodynamikk også fått sin plass innenfor diverse sportsformer og miljøproblematikk. Aerodynamiske studier er nært knyttet til vindtunnelteknikk og numeriske beregninger.

### Gassdynamikk

Gassdynamikk innebærer tradisjonelt behandling av høyhastighets strømning i kompressible omgivelser, med dannelse av sjokkbølger og relaksasjonsfenomener og avvik fra termodynamisk likevekt. Typiske anvendelser finnes innenfor luft- og romfart, men også innenfor prosess- og energiindustri som ved lagring, transport og spredning av gasser.

### Numerisk strømningsmekanikk

Virksomheten er basert på numerisk løsning av diskretiserte versjoner av strømningsmekanikkens grunnlikninger på ulike nivåer (potensial-, Euler-, grensesjikt-, Navier-Stokes) for å gi mest mulig realistiske simuleringer av aktuelle strømningsfenomener. Generering av beregningsnett og bruk av turbulensmodeller er sentrale elementer i behandling av praktisk viktige problemer, eksempelvis fra aerodynamikk, forbrenningsteknikk og flerfasestrømning. - En særlig utfordrende del av virksomheten er direkte simulering av turbulens gjennom detaljert numerisk oppløsning av Navier-Stokes likning ned til små lengde- og tidsskalaer. Simuleringene fungerer som et numerisk laboratorium og krever utstrakt bruk av superdatamaskiner.

### Biostrømningsmekanikk

Virksomheten er dels rettet mot stor-skala strømningsfenomener som turbulente blandingsmekanismer og kjemiske reaksjoner i biosfæren, dvs. i våre nære omgivelser av luft og vann, og dels mot strømninger i levende organismer på mye mindre skalaer og med grensesnitt mot biomedisinsk teknikk. I første kategori behandles problemer som dannelser av fotokjemisk smog, nedbrytning av ozon-laget, vekst og transport av alger i havet, mens i andre kategori utvikles tolkningsmodeller for ultralydmålinger i medisinsk diagnosteknikk.

### Eksperimentell strømningsteknikk

Den endelige fasit på teoretiske beregninger og numeriske simuleringer er kritiske målinger, gjort under kontrollerte forhold i laboratoriet. Eksperimentelle undersøkelser er også utveien der hvor andre metoder er utilstrekkelige. I instituttets forskjellige vindtunneler foregår det forskning fra grunnleggende studier av turbulens og grensesjikt på aerodynamiske konfigurasjoner til vindstrømning

omkring kompliserte industrielle strukturer som oljeplattformer og broer, inklusive terrengeffekter i lokal meteorologisk målestokk.

### **Molekylær gasskinetikk**

Forskningen tar utgangspunkt i kinetisk teori for molekylære transportfenomener i gasser, ved ordinære og ved tettheter.

Anvendelser på ikke-likevektsfenomen nær interfaseflater i fordampning og kondensasjon, og ved lave tettheter i den ytre atmosfæres aerodynamikk.

### **Flerfasemodellering**

Virksomheten inkluderer teoretisk modellering og numerisk simulering av lokalt fordelte effekter både i dispergert strømning av typen gass/faste partikler, væske/bobler og i stratifisert strømning med væske og gass. Typiske anvendelser mot separasjonsprosesser i petroleumsteknologi, mot pulverbehandling i metallurgisk industri og mot strømning i produksjonsbrønner.

### **Varme/forbrenning**

#### **Energiforvaltning**

Arbeidet innenfor dette området sikter mot, med utgangspunkt i termodynamikkens 1. og 2. lov, å utvikle kvantitative metoder for analyse av konsekvenser for energiforbruket av forskjellige metoder for fremstilling av varer og tjenester. Arbeidet tar sitt utgangspunkt i enkle systemer, som delprosesser og mer sammensatte prosesser, men sikter mot analyse av komplekse systemer, som bedrifter og regioner. Det arbeides også med utvikling av tekniske løsninger vedrørende energiproduksjon og energigjenvinning.

#### **Termodynamiske egenskaper**

Arbeidet vil være utvikling og bruk av metoder og apparatur for ekseperimentell bestemmelse av data for termodynamiske egenskaper og transportegenskaper for teknisk anvendte stoffer. Videre gis det høve til teoretiske studier i forbindelse med det eksperimentelle arbeidet.

#### **Turbulent forbrenning**

Utvikling av matematiske modeller og numeriske simuleringer av strømning med turbulent transport og forbrenning, herunder kjemisk reaksjonskinetikk. Også eksperimentelle verifikasjoner av teoretiske resultat. Oppgaver både av grunnleggende teoretisk og praktisk orientert art, eksempelvis forbrenning i fri atmosfære eller brennkammer, brannutvikling, forurensning, eksplosjoner i fri atmosfære og i lukkede rom.

#### **Varme- og massetransport**

Utvikling av turbulente transportmodeller til bruk i forbrenningsproblemer, varmeovergangsproblemer og i problemer med masseovergang mellom faser som typisk forekommer i mange prosess- og petroleumstekniske sammenhenger. Også grunnleggende undersøkelser av molekylære transportmekanismer i laminær strømning vedrørende diffusjonsprosesser i fluide grensesjikt, i porøse materialer, med og uten faseovergang.

## **Faststoffmekanikk**

### **Materialmekanikk**

Dette emneområdet tar seg av makro- og mikromekanisk beskrivelse av materialoppførsel og omfatter teoriutvikling, numerisk simulering og eksperimentelle undersøkelser. Aktuelle anvendelser er simulering av flytforløp ved ekstrudering av aluminium og simulering av store tøyninger og deformasjoner i plastiske og viskoplastiske materialer.

### **Brudd-og skademekanikk**

Forskningen sikter mot en forbedret beskrivelse av skade- og brukkprosesser i metalliske, polymere og keramiske materialer inkl. komposittmaterialer. Det blir lagt særlig vekt på initiering og vekst av mikrosprekk. Aktuelle eksempler er: levetidsberegning og høytemperatur turbinkomponenter, kontaktutmatning i mekaniske forbindelser.

### **Elektromekaniske systemer**

Beregning av dynamisk oppførsel i faste og flytende materialer under påvirkning av elektriske/og eller magnetiske krefter, ned til molekylære skalaer. Eksempelvis stråletrykk på mikroskopiske faste partikler.

## **INSTITUTT FOR MASKINKONSTRUKSJON OG MATERIALTEKNIKK**

Professor Einar Bardal  
 Professor Sven Fjeldaas  
 Professor Claes-Gøran Gustafson  
 Professor Einar Halmøy  
 Professor Hans Petter Hildre  
 Professor Gunnar Härkegård  
 Professor Ole Ivar Sivertsen  
 Professor Sigurd Støren  
 Professor Christian Thaulow  
 Professor Kristian Tønder  
 Professor Henry Valberg  
 Professor II Rolf Birkeland  
 Professor II Per Olav Gartland  
 Professor II Per Gradin  
 Professor II Rolf Marstrander  
 Professor II Unni Steinsmo  
 Professor II Aage Stori  
 Førsteamanuensis Hugo Stordahl

### **Avhandling**

Avhandlingen bør ha tilknytning til de forsknings- og utviklingsarbeider som foregår ved instituttet og den tilknyttede SINTEF-avdeling. Det er vanlig at avhandlingen baseres både på eksperimentelle og teoretiske studier. Hovedområder for avhandlingen er:

- Produktutvikling
- Maskinanalyse
- Bruddmekanikk og sammenføyningsteknologi
- Overflateteknologi
- Bearbeidingsteknologi

### **Produktutvikling**

Instituttets aktiviteter innen produktutvikling er konsentrert om to områder; konstruksjonsmetodikk og datamaskinassistert konstruksjon (CAD/CAE). Innen konstruksjonsmetodikk arbeides det med produktutvikling og konstruksjon som prosess, teamarbeid og flerfaglige aspekter, samt komponentutforming hvor samspill mellom funksjon, utforming, materiale og produksjonsmetode er sentralt.

Innen datamaskinassistert konstruksjon arbeides det med datamaskin-assistert spesifisering, formgivning, dimensjonering og beskrivelse av mekaniske produkter samt konstruksjonssystemer og konstruksjonsdata-baser. Ett sentralt område er optimalt bruk av CAE i konstruksjonsprosessen.

Instituttet har også en betydelig aktivitet innen geometrisk modellering og visualisering med animering. Innenfor Produkt-Basert-Læring (PBL) legges det stor vekt på bygging av mange prototyper som en integrert del av produktutviklingen. Instituttet er derfor i gang med å etablere et "CAE-prototypelaboratorium" i forlengelse av den store UNIX arbeidsstasjonsparken som er etablert ved "Perleporten". Laboratoriet utstyres med lett utrustning for "Rapid Prototyping", fresing i plast, utskjæring av plateprofiler, oppmåling av 3D-modeller samt maskin og programvare for "Virtual Prototyping". Laboratoriet bygges opp 1. halvår 1998.

### **Maskinanalyse**

For analyse av maskinsystemer og komponenter utvikler og anvender instituttet moderne CAE-verktøyer, som i hovedsak bygger på element-metoden. Viktige arbeidsområder er:

- elementmetoden anvendt på styrke- og varmeledningsproblemer
- spenningsanalyser av maskindeler med isotropt og anisotropt materiale
- analyse av mekaniske svingninger
- dynamisk simulering av sammensatte maskiner (maskinsimulering)

Innen mekanisk integritet (forutsigelse av styrke og levetid) studeres maskiners og maskindelers oppførsel mht. ulike sviktmekanismer, f.eks. utmatting og kryp. Aktuelle forskningsområder er:

- kumulativ utmatting inkl. registrering og analyse av belastningsforløp
- initiering og vekst av utmattingssprekker i skiveforbindelser
- tøyings- og spenningskonsentrasjon i viskoplastiske materialer
- krypsprekkvekst i gassturbinskiver
- akseptkriterier for støpegods, særlig presisjonsstøpte gassturbinskovler
- mekanisk integritet til keramikkbelagte gassturbinskovler

### **Bruddmekanikk og sammenføyningsteknologi**

Sammenføyning og egenskaper til forbindelser er sentralt. Grunnmaterialet har som regel oppnådd sine egenskaper gjennom kontrollerte produksjonsprosesser, disse forholdene endrer seg radikalt gjennom den termiske syklusen som f.eks. sveising representerer. Ved hjelp av brudd- og skademekanikk i samspill med mekanisk prøving, søker man å etablere kvantitative sammenhenger mellom mikroprosessen og den resulterende makroskopiske bruddoppførselen. Et viktig hjelpemiddel er FE-beregninger.

De viktigste sammenføyningsteknikkene er sveiseteknikk, men det er også forskningsaktivitet innen limte forbindelser. Sveiseforskningen består av teoretisk modellering og simulering samt eksperimentell utprøving og videreutvikling av metoder og prosedyrer for økt produktivitet og pålitelighet. Hyperbarisk undervannssveising er et spesialområde.

Videre bedrives forskning innen brudd- og skademekanikk av plastbaserte kompositter. Blant annet avlegges for tiden en dr.ing. vedrørende skademekanikk på viklede kompositstruktur ved instituttet. Andre forskningsområder er analyser vedrørende bruddrisiko for viklede trykkflasker der hensikten også er tatt til tidlige autofrettinge av linerer.

### **Overflateteknologi**

Området omfatter tribologi, korrosjon og beleggteknologi: friksjon mellom flater, med studie av mekanismer, bekjempelse (smøring og materialbehandling) i bevegelige deler i maskineri. Smørings-teknologi og teori. Økning av friksjon, bremses, kløtsjer, bildekk, ski osv.

Nedbryting av overflater i form av slitasje, korrosjon og kombinasjoner av kjemiske og mekaniske nedbrytningsprosesser (tribokorrosjon, korrosjonsutmatting mm.) og beskrivelse av de mekanismer som inngår. Overflatestudier og prøving av overflateegenskaper. Vern av overflater mot kjemisk, fysisk og mekanisk nedbryting gjennom materialvalg, konstruktiv utforming, elektrokjemisk og kjemisk behandling, belegg og smøring.

### **Bearbeidingsteknologi**

Bearbeidingsteknologi omfatter bearbeidingsmetoder, maskiner, verktøy og materialenes bearbeidingssegenskaper tilknyttet fremstilling av komponenter gjennom støping, plastisk forming av metaller og plastbearbeiding. Det omfatter også komponentdesign og komponenters funksjonalitet, levetidsanalyser, økologi og gjenbruksstrategier. Det er etablert forskningsgrupper som er tilknyttet de enkelte laboratorier.

*Laboratorium for plastisk forming av metaller:*

Omfatter smiing, valsing, plateforming, ekstrudering, bøyning og forming av aluminiumprofiler, rørtrekking og flytpressing. En 8MN hydraulisk presse med full instrumentering og hjelpeutrustning danner kjernen til laboratoriet. Bøyeutrustning og utstyr for rørtrekking er under oppbygging. Hovedaktiviteten innen dr.ing.forskning er orientert mot simulering av ekstrudering, bøyning, valsing og trekking tilknyttede laboratorieforsøk og industriprosjekter.

#### *Støperilaboratoriet*

Omfatter produksjon av støpegods i jern, stål og ikke-jern metaller, med spesiell aktivitet rundt støping av aluminium- og magnesiumlegeringer. Laboratoriet arbeider spesielt med numerisk beregning og eksperimentelle studier av strømningsforhold, temperaturfordeling og størkning under støpeprosessen. Det arbeides også med konstruksjonsstøttesystemer for støpte komponenter.

#### *Plastlaboratoriet*

Emneområdet dekker hele produksjonsprosessen fra plastråstoffer og fibre frem til ferdig produkt. Ved laboratoriet finnes to viklemaskiner. Den større 5 aksete maskinen har kapabilitet for fremstilling av komposittstrukturer med både herdeplast og termoplastmatriks. Den mindre 4 aksete maskinen brukes til fremstilling av rotasjonsymetriske legemer av termoplastbaserte kompositter ved hjelp av IR oppvarming. Et annet viktig utstyr er en blandingekstruder for fremstilling av polymere legeringer/blandinger og reaktiv modifisering av polymerer. Man arbeider bl.a. med modifisering av polymeren for å få optimal heft til fibre og bearbeidbarhet ved etterfølgende prosesser som profiltrekking og vikling og med korrelasjon til resulterende sluttegenskaper ved termoplastbaserte komposittprodukter. Andre aktuelle områder er modellering/simulering av termoplastiske bearbeidingsprosesser som sprøytstøping og ekstrusjon.

### **INSTITUTT FOR PRODUKSJONS- OG KVALITETSTEKNIKK**

Professor Asbjørn Aune  
 Professor Wolfgang Heinz Koch  
 Professor Terje K. Lien  
 Professor Finn Ola Rasch  
 Professor Asbjørn Rolstadås  
 Professor Marvin Rausand  
 Professor Kesheng Wang  
 Professor II Jan Ola Strandhagen  
 Førsteamanuensis Bjørn Andersen  
 Førsteamanuensis Knut A. Egelie  
 Førsteamanuensis Per Schjølberg

#### **Avhandling**

Emneområdet for avhandlingen vil ha tilknytning til de forsknings- og utviklingsarbeider som foregår ved instituttet og tilhørende SINTEF-avdeling. Aktivitetene omfatter interne prosjekter, prosjekter finansiert av Norges forskningsråd og industriprosjekter. Det vanlige er at avhandlingen baseres både på eksperimentelle og teoretiske studier. Hovedområder for avhandlingen er:

- Produksjonssystemer
- Informasjonsteknologi
- Adm. styringssystemer
- Sikkerhet/pålitelighet

#### **Produksjonssystemer**

##### **Bearbeidsteknikk**

Dette omfatter sponnskjærende bearbeidingsprosesser og andre materialavvirkende prosesser som laserbearbeiding, vannstråle-skjæring, elektroerosjon og elektrokjemisk bearbeiding. Sentrale problemstillinger er verktøyslitasjens årsaker, spondannelsesprosessen og begrensende faktorer ved valg av verktøy og bearbeidingsdata. Høyhastighets maskinering av lettmetaller og bearbeidingsmetoder for nyere materialer som metallbaserte og plastbaserte kompositter er andre sentrale problemområder.

#### **Teknologisk planlegging**



Dette omfatter systemoppbygging for teknologisk planlegging, programmeringssystemer for automatisk programmering av numerisk styrte verktøymaskiner og datastyrte produksjonssystemer. Sentralt ligger også oppgaver knyttet til effektiv oppbygging av programvaresystemer samt strukturert analyse. Hovedtyngden av aktivitetene er rettet mot CAD/CAM-systemer.

### **Verkstedsteknisk automatisering**

Dette omfatter bedriftanalyser med henblikk på anskaffelser av verktøymaskiner og industriroboter, verktøymaskinen som system, programmering av verktøymaskiner, metoder for verkstedteknisk automatisering, handteringssystemer og industriroboters virkemåte og anvendelse, numerisk styring av verktøymaskiner og roboter (NC, CNC, DNC-systemer), samt utvikling av adaptive systemer for handtering og bearbeiding, "industrielle" industriroboter. Fleksibel automatisk montasje og FMS-systemer er sentrale problemområder. De bransjer som dekkes er mekanisk industri, trevareindustri, tekstil- og konfeksjonsindustri.

## **Informasjonsteknologi**

### **Maskinteknisk systemteori**

Omfatter grunnleggende og anvendt forskning vedrørende maskintekniske systemer og produkter, med særlig vekt på multidisiplinære forhold (mekatronikk). Herunder inngår matematisk modellering med hensyn på tilfredsstillelse av funksjonskrav samt simulering av produkter og systemers statiske og dynamiske oppførsel. Både maskintekniske produkter og produksjonsutstyr dekkes.

### **Datamaskinintegret produksjon**

Omfatter grunnleggende og anvendt forskning vedrørende integrasjon av produksjonsutstyr til komplette systemer. Herunder inngår makro- og mikromodeller av produksjonssystemer med hensyn på deres oppbygging og styring. Videre omfattes bussystemer og den datatekniske kommunikasjon mellom de enkelte enheter samt oppbyggingen av gode mann/maskinkommunikasjonssystemer.

### **Maskintekniske anvendelser av kunnskapsteknologi**

Omfatter anvendt forskning vedrørende bruk av kunnskapsteknologi innen produksjonsteknologiske emner. Herunder representasjon av kunnskap generelt og representasjon av kunnskap spesielt innen produksjonsområdet. Videre dekkes oppbygging av ekspertsystemer, programmeringssystemer, verktøy og skall. Anvendelsesområdene går spesielt i retning av konstruksjon og planlegging, sekvensstyring og integrerte produksjonssystemer.

## **Adm. styringssystemer**

### **Produksjonsledelse**

Dette omfatter å utvikle systemer for administrativ styring av verkstedtekniske prosesser samt utvikling av nye planleggings-teknikker. Særlig vekt legges på EDB-baserte systemer. Videre omfatter det produktivitetsteknikk, bedriftsanalyser samt modellering av produksjonssystemer, herunder simulering. Dessuten dekkes prosjektstyring, med særlig vekt på nettverksanalyse, kostnadsestimering og usikkerhetsberegninger.

### **Kvalitetsteknikk**

Dette omfatter opplegg for integrert kvalitetsstyring i verkstedindustrien. Av de emner som dekkes er kvalitetsstyringens organisasjon, kvalitetsstyring ved produktutvikling, valg av leverandører, mottakskontroll, prosess- og produktkontroll, målinger og måleusikkerhet.

### **Prosjektstyring**

Emneområdet prosjektstyring omfatter styring og ledelse i alle faser av et prosjekt, det være seg identifisering, evaluering, planlegging og gjennomføring av prosjekter. Instituttet administrerer forskningsprogrammet "PROSJEKTSTYRING ÅR 2000" der en i samarbeid med deltakere fra norsk næringsliv har som visjon å styrke konkurranseevnen til norsk industri ved økt satsing på kompetanseutvikling innen området. Sentrale problemområder er kostnadsestimering, kostnadskontroll, samarbeidsformer og organisering, tidplanlegging, ressurs- og kompetanseplanlegging, fremdriftskontroll og behandling av risiko.

## **Sikkerhet/pålitelighet**

### **Driftssikkerhet**

Instituttets aktiviteter innenfor driftssikkerhet er delt i tre hovedaktiviteter: pålitelighetsteknikk, vedlikeholdsteknikk samt mer generell sikkerhetsteknikk. Ansvaret for utdanning innenfor sikkerhet og pålitelighet ved NTNU er delt mellom tre institutt, hvorav Institutt for produksjons- og kvalitetsteknikk har hovedansvaret for den anvendelsesrettede delen. Instituttets aktiviteter er i hovedsak knyttet til analyse av sikkerhet og driftsregularitet av maskintekniske komponenter og systemer. Et viktig anvendelsesområde er undervanns produksjonssystemer for olje og gass. Innenfor vedlikeholdsteknikk arbeides det med vedlikeholdsplanlegging, spesielt pålitelighetsstyrt vedlikehold (RCM), levetidskostnadsanalyser, samt innsamling, analyse og bruk av drifts- og vedlikeholdsdata.

### **INSTITUTT FOR TERMISK ENERGI OG VANNKRAFT**

Professor Odd Andreas Asbjørnsen  
 Professor Hermod Brekke  
 Professor Peter J. Chapple  
 Professor Truls Gundersen  
 Professor Johan E. Hustad  
 Professor Otto K. Sønju  
 Professor II Lars Erik Bakken  
 Professor II Jan Tore Billdal  
 Professor II Jan M. Øverli  
 Førsteamanuensis Olav Bolland  
 Førsteamanuensis Mads Grahl-Madsen  
 Førsteamanuensis Ole Gunnar Dahlhaug  
 Førsteamanuensis Morten Kjeldsen

### **Avhandling**

Avhandlingen kan velges innenfor områder der instituttet for tiden arbeider aktivt i samarbeid med tilhørende SINTEF-avdelinger og industri. Instituttets forskningsoppgaver har en sterk industriell tilknytning, og er hovedsaklig rettet mot energi strømnings- og miljøproblematikk. Det er vanlig at avhandlingen baseres både på eksperimentelle og teoretiske studier. Hovedområder for avhandlingen er:

- Energi og prosess
- Forbrenning og miljø
- Hydrauliske strømningsmaskiner og systemer
- Fluidteknikk, oljehydrauliske kraft- og styresystemer

### **Energi og prosess**

#### **Industriell varmeteknikk, prosesser og utstyr**

Omfatter både grunnleggende og anvendt forskning vedrørende varmetekniske prosesser og utstyr. Prosjektering og design av anlegg og komponenter. Analyse av termiske systemer, utarbeidelse av programmer for simulering og tilstandskontroll av enhetsoperasjoner. Aktuelle komponenter er varmevekslere, tanker, inndampere, tørker og destillasjonskolonner. Utvikling og bruk av numeriske simulerings- og designverktøyer for analyse av strømnings- og varmetekniske problemstillinger. Strømning og varmeovergang i kokende systemer. Beleggdannelse og korrosjon i varmeteknisk utstyr. Varme- og masseovergang ved partiell kondensasjon. Laboratorieaktivitet og måleteknikk er ofte sentralt for studiene av komponentene.

#### **Energiteknologi og energisystemer**

Utvikling og implementering av ny teknologi i prosesser og anlegg på land og offshore for å bidra til mer lønnsom og miljøriktig energiutnyttelse. Prosjektering og design av anlegg og komponenter for kraftgenerering. Gassturbiner og kompressorer. Det arbeides med prosesser for produksjon, transport og utnyttelse av naturgass for ulike industriformål. Eksergimessige betraktninger. Forhold knyttet til sikkerhet, miljø, økonomi, drift, vedlikehold, regelverk og myndighetskrav. Livsløpsanalyser er inkludert.

#### **Systemteknikk**

Systemteknikk er et tverrfaglig område der analogi og likhet mellom fenomener, teorier og anvendelser i forskjellige fagfelt utnyttes til utvidet forståelse og stadige forbedringer ved prosjektering,

bygging og drift av prosessstekniske anlegg. Livsløpet for både produksjonen og dens produkter danner et viktig grunnlag for modellering av økonomiske forhold, utslipp til miljø, utnyttelse av materialer og energi, samt grad av bærekraftig produksjon. Utvikling og forskning innen faget forutsetter samarbeid med mange andre fagmiljøer og med industrien i deres anvendelse. Dette realiseres ved prosjektoppgaver, hovedoppgaver og doktorstudier, men også ved å delta i veiledning ved andre institutter og fakulteter. Analogi mellom fagfelt utnyttes særlig ved utvikling av matematiske modeller for simulering og optimalisering i et perspektiv av livsløpet, der økonomi, prosessdynamikk og prosesssteknikk står sentralt.

### **Termiske strømningsmaskiner**

Innenfor fagfeltet Termiske strømningsmaskiner er det en økende forskningsaktivitet, spesielt innenfor numerisk strømningsmekanikk. Fagfeltet omhandler i tillegg til rene forskningsaktiviteter, utvikling og anvendelse av termiske strømningsmaskiner. For Norge er hovedanvendelsene i forbindelse med offshore aktivitetene (turbiner og kompressorer) og en økende aktivitet på anvendelser av gassturbiner for hovedfremdrift av hurtigbåter. Fagfeltet har en sterk internasjonal karakter noe som også gjenspeiles i instituttets kontakflate.

### **Forbrenningsteknikk og miljø**

Termisk omvandling av faste, flytende og gassformige brenslere til utnyttbar varme hvor energi, miljø, økonomi og sikkerhet fokuseres. Forbrenningsteknologi for biomasse og avfall inkludert flytende og fast avfall i forskjellige typer ovner. Forbrenning i frie gasskyer, gassekspløsjoner og detonasjoner. Fluidized bed teknikk. Gassturbinbrennkammer. Gassrensing. Dannelsesmekanismer for forurensende stoffer fra forbrenning. Prediktering og måling av forurensning fra forskjellige forbrenningstekniske prosesser både for landbaserte og offshore anlegg.

### **Hydrauliske strømningsmaskiner**

Fagfeltet omhandler strømningsanalyse og dimensjonering av strømningsmaskiner, konstruksjon og styrkeberegning, vibrasjons-analyse, utmatnings- og levetidsanalyse av alle typer turbiner og pumper, regulering av strømningsmaskiner med innvirkning av turbinkarakteristikkene og rørledninger, strømningsmaskinsystemer og - 95 - væsketransportsystemer er også et sentralt felt. Trykkstøtberegninger med ikke-lineær friksjonsdempning og beregning av væsketransport i forskjellige rørelementer i kompliserte rørrnett er viktige områder. Analyse av kavitasjon og tofase strømning i strømningsmaskiner og ustabiliteter ved drift av maskinene er også inkludert. Det legges stor vekt på industrirelaterte oppgaver med computeranalyser og verifisering av disse i laboratoriet. Vi har tilgang på 3D laser doppler måleutstyr for undersøkelse av strømningsmaskiner.

## **Oljehydraulikk og pneumatikk**

### **Oljehydrauliske kraft- og styresystemer**

Emneområdet omfatter teorigrunnlaget for dimensjonering, konstruksjon og tilpassing av hydrauliske effektoverføringer og styresystemer. Typiske arbeidsfelter er syntese av kretssystemer, modellering, simulering og utprøving av komponent- og systemfunksjoner. Hovedemner forbundet med dette, er utvikling og forbedring av metoder for dynamisk simulering, måle- og eksperimentalkunnskap, undersøkelse og kontroll av forurensning av oljen, systemovervåking, feildiagnose og preventivt vedlikehold. Aktuelle områder for avhandlingen vil være relatert til problemstillinger i anvendelser av oljehydraulikk og pneumatikk i verkstedsindustri, olje- og prosessindustri og innen alle anvendelser av mobilt utstyr.

## **INSTITUTT FOR KLIMA- OG KULDETEKNIKK**

Professor Arne M. Bredesen  
 Professor Sten Olaf Hanssen  
 Professor Ola M. Magnussen  
 Professor Vojislav Novakovic  
 Professor Ole Jørgen Nydal

Professor Geir Owren  
 Professor Ingvald Strømmen  
 Professor II Per H. Fuchs  
 Professor II Oddbjørn Sjøvold  
 Førsteamanuensis Vidar Hardarson  
 Førsteamanuensis Kjell Kolsaker  
 Førsteamanuensis Jostein Pettersen  
 Førsteamanuensis II Sigurd Loe Steinshamn  
 Førsteamanuensis Per Olaf Tjelflaat  
 Førsteamanuensis Rolf Ulseth

## Avhandling

Emnet for avhandlingen vil normalt ha tilknytning til den forsknings- og utviklingsvirksomheten som foregår ved Instituttet og de samarbeidende avdelinger ved SINTEF Energi, Avdeling for klima- og kuldeteknikk og Avdeling for flerfaseteknikk.

Klima- og kuldeteknikk skal være en internasjonal kunnskapsbedrift og en nasjonal drivkraft for undervisning og forskning innenfor våre emneområder. Vi skal bidra til at norsk næringsliv og forvaltning har tilgang til nødvendige kunnskaper på høyt internasjonalt nivå for sin verdiskapning, Vår visjon er "Klima- og kuldeteknikk for et bedre samfunn". Vi arbeider for å bringe fram løsninger som, bidrar til bedre inneklime, mer effektiv og miljøvennlige energisystemer, en ny og renere kuldeteknikk, kvalitetsriktig produksjon, foredling og distribusjon av matvarer, samt bedre utnyttelse av våre olje- og naturgassressurser.

Det er vanlig at avhandlingen baseres både på eksperimentelle og teoretiske studier. Hovedområder for avhandlingen er relatert til faggruppene:

- Energi i bygninger
- Innemiljø
- Kuldeteknikk
- Næringsmiddelteknikk
- Flerfaseteknikk

## Energi i bygninger

Denne faggruppen omfatter fagområdene Energiforsyning, Energibruk, samt Systemsimulering og bygningsautomatisering.

Innsatsen på området Energiforsyning dreier seg om midler (energien) for å oppnå målet (et godt inne-miljø). De konkrete delmål er å bestemme hvilke parametre som påvirker det totale energisystemet, finne frem til løsninger for prosjektering, utførelse og drift av energiforsyningssystemer, bygninger og klima-anlegg, samt utvikle produkter som vil gjøre det mulig å utnytte energien på en miljø- og ressursmessig forsvarlig måte under skiftende forhold i energimarkedet.

Sett i forhold til det totale energisystem, har vi konsentrert vårt arbeide til følgende naturlige fagfelt: energifleksible systemer for oppvarming og klimakjøling, fjernvarme og fjernkjøling, samt aktiv og passiv utnyttelse av solenergien.

*Energibruk* skal bidra til samfunnsøkonomisk utnyttelse av energikildene, til å redusere negative miljøkonsekvenser av energibruken, samt til å stimulere til utvikling og innføring av energieffektiv teknologi. Derved kan sluttbrukerens basale behov - et godt og sikkert innemiljø og arbeidsmiljø - opprettholdes med mindre bruk av energi. Enøk er flerfaglig og bygger på helhetsvurderinger. Vi arbeider spesielt med energiøkonomisering i bygninger.

*Systemsimulering og byggautomatisering* er en viktig side ved ressursøkonomisk klimatisering av bygninger. Dette er felles område for faggruppene Energi og Innemiljø. Vi arbeider med konsepter for interaktiv modellering og simulering av bygninger med klimaanlegg. Disse skal kunne anvendes for løsning av forskjellige typer oppgaver, med mulighet for varierende detaljeringsgrad og tilpasset brukere med ulik kompetansebakgrunn.

*Forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling (FDVU)* av bygninger sett i et livsløpsperspektiv tillegges en stadig større betydning i det moderne samfunn. For vår del er spesielt samspill mellom bygning og klimaanlegg knyttet til energiøkonomisering og innemiljøets betydning for helse og produktivitet av

interesse. Bygningsautomatisering er et fagfelt som har stor betydning for både inneklima og energibruk. I denne forbindelse legger vi vekt på optimal styring, regulering og overvåking (SRO) samt drift og vedlikehold av klimaprosesser ved hjelp av databaserte anlegg for sentral driftskonstroll (SD).

### **Innemiljø**

Emneområdene i denne faggruppen er Innemiljø med Sanitasjon samt Ventilasjon.

Innsatsen på fagområdet *Innemiljø med Sanitasjon* dreier seg for det første om inneklimate og dets relasjon til mennesket. For tiden arbeider vi med å bestemme hvilke parametre som påvirker luftkvalitet, finne fram til anvisninger for prosjektering, utførelse og drift av bygninger og klimaanlegg, samt utvikle produkter som vil gjøre det mulig å oppnå et godt inneklimate.

Sanitasjon omfatter teknologi, metoder og prosesser for å skape gode hygieniske forhold i bygninger og installasjoner. I hovedsak dreier det seg om renholdsteknikk og sanitærteknikk.

*Ventilasjon* er et emneområde som har stor betydning både for inneklimate og energibruk samt personsikkerhet ved brann og eksplosjonsfare. Vi legger vekt på effektive ventilasjonssystemer som skal gi optimale løsninger både under vanlig drift og under ekstreme situasjoner. Innenfor dette fagfeltet vil vi spesielt arbeide med komfort-, brann-, sikkerhets- og industriventilasjon. Våre faglige målsetninger er å komme frem til ingeniør-messig verktøy som kan brukes til dimensjonering, utprøving og evaluering av ventilasjonssystemer.

### **Kuldeteknikk**

Emneområdene innenfor denne faggruppen omfatter kuldeteknikk, varmepumpeteknikk og lavtemperatur prosesseteknikk. Fagområdet Kuldeteknikk legger vekt på termodynamisk analyse, prosessutvikling, samt komponentutvikling med hovedvekt på varmeveksler- og kompressoreffektivisering for kuldeanlegg ned til  $-60^{\circ}\text{C}$ . Videre arbeider vi med databaserte verktøy for dimensjonering og optimal drift av kuldeanlegg, samt avanserte termiske beregninger. Utvikling av teknologi for nye arbeidsmedier er for tiden vår hovedaktivitet.

Innenfor emneområdet Varmepumpeteknikk arbeider vi med termodynamisk analyse, komponent- og systemutvikling, varmepumpebaserte energisystemer, styringsregulerings- og overvåkningssystemer (SRO), samt termisk kraftproduksjon ved moderate og lave temperaturer. Gjennom vårt arbeide skal vi bidra til miljøvennlige og effektive energisystemer og industriell vekst (produkter). Det blir en viktig oppgave fremover å bidra til utvikling av neste generasjon høyeffektive varmepumper for enebolig.

“KFK-fri teknologi for kuldeanlegg og varmepumper” ble utpekt til Satsningsområde av NTNU-SINTEF i 1993, og avhandlinger innenfor dette fagområdet vil bli prioritert i årene fremover. Hovedstrategien er utvikling av og teknologi for naturlige arbeidsmedier.

Innenfor emneområdet Lavtemperatur prosesseteknikk arbeider vi med prosess- og utstyrsutvikling for separering, kondensering, transport og lagring av gasser og gassblandinger, herunder fjellagring og isoleringssystemer for lave temperaturer.

Flytende gass (LNG) er et lovende transportalternativ for våre nordlige gassfelter samt for utbygging av et norsk gassdistribusjonssystem uten stamrørledning. Vi arbeider også med å utvikle nye områder, som energibruk og utslippsreduksjon i oljesektor og prosessindustri, samt hydrogen som energibærer. Gass-separering, gasstransport og LNG blir viktige avhandlingsområder fremover.

### **Næringsmiddelteknikk**

Faggruppen arbeider med anvendt teknologier for prosessering og konservering samt handtering, lagring og distribusjon av matvarer. Hovedaktiviteten er termiske prosesser med vekt på kjøling/frysing og av-vanning (tørking/oppkonsentrering), effekt av prosessering på kvalitet og holdbarhet samt energibruk og –utnyttelse.

Målet er å utvikle og formidle kunnskap, kompetanse og teknologi for foredling og distribusjon av trygg og god mat med riktig pris og energi- og ressursbruk. Viktige områder er systemløsninger, utstyr og teknologi og interaksjon av disse mot varer, mennesker og miljø. Utvikling av kunnskap og kompetanse om prosesser og beregning, simulering, utstyrskonstruksjon for termiske prosesser, varme- og massetransport, energibruk og –utnyttelse er sentrale oppgaver. Det legges vekt på måleutstyr og –teknologier for verifisering av beregninger ved forsøk i laboratorier og bedrifter. Videre vektlegges praktisk anvendelse av kunnskap og kompetanse i industri og næringsliv.

Behandling, foredling, konservering av maritime produkter er naturlig nok et hovedområde i fiskerinasjonen Norge, og vi samarbeider innen den maritime satsning ved NTNU og med SINTEF, Fiskeri og havbruk A/S, som er opprettet fra 1.1.1999. Vi har også prosjekter innen foredling, konservering og distribusjon av bær, grønnsaker, melk og melkeprodukter, kjøttprodukter mv. Våre

kunnskaper innen håndtering, prosessering, termisk behandling, avvanning osv. anvendes innen de fleste bedrifter i bransjen, og vi har godt samarbeid med mange av disse, utstyrsprodusenter og andre forskningsmiljø.

### **Flerfaseteknikk**

Denne faggruppen består av to fagområder: Måling og modellering av flerfasestrøm og Hydrater. Innenfor disse fagområder arbeider vi med måling av tofase rørstrøm i fullskala, modellering av flerfase rørstrøm, hydratdannelse, måleteknikk, samt utviklings-/utprøving av komponenter for flerfase-transport.

Flerfaseteknikken er svært aktuell i forbindelse med flere utbygginger på norsk sokkel (jfr. TROLL). Dette er derfor en nøkkelteknologi som Norge må kunne håndtere. Vi vil gjennom vår virksomhet bidra til at denne transportformen skal kunne utnyttes sikkert og økonomisk. Strømning og inhibitorer for hydrater blir viktige avhandlingsområder fremover.

## **INSTITUTT FOR PRODUKTDESIGN**

Professor Per Boelskifte

Førsteamanuensis Bjørn Baggerud

Førsteamanuensis Mette Mo Jakobsen

Førsteamanuensis Johannes Sigurjonsson

Førsteamanuensis Ole Petter Wullum

### **Avhandling**

Avhandlingen kan utføres innenfor hele emneområdet som dekkes av instituttet, og den vil normalt ha tilknytning til stabens løpende forskningsvirksomhet.

Det er vanlig at avhandlingen baseres både på eksperimentelle og teoretiske studier. Hovedområder for avhandlingen er:

- Designmetodikk
- Menneske/maskin samspill
- Miljøriktig produktdesign - livsløpsvurderinger av produkter

### **Designmetodikk**

Et sentralt område som knytter andre emneområder til selve syntesen i designaktiviteten. Det fokuseres spesielt på hvordan ulike materialer og produksjonsprosesser innvirker på produktets oppbygging og utforming.

### **Menneske/maskin samspill**

Det fokuseres på anvendelser av MMS-kunnskap og utvikling av teorier og metodikk for området. Målet er å integrere MMS-metodikken i designprosessen, utvikle brukbarhetstesting og brukersentrert design som designmetoder og studere anvendelse av estetisk teori i MMS design.

### **Miljøriktig produktdesign**

Målet for forskningen innenfor området er å gjøre verktøy som livsløpsanalyser og miljøregnskap, til en del av designerens/produktutviklerens arbeidsmetodikk. Det arbeides også med utvikling av nye metoder for miljøriktig produktdesign i samarbeid med norsk industri.