

Produktutvikling og produksjon

Informasjon til deg som skal velge
studieretning og fagområde

2011/2012



Innhold

Innledning.....	3
Studieretning Produktutvikling og materialer	4
Fagområde Produktutvikling, beregning og bearbeiding	6
Fagområde Materialer	7
Institutt for produktutvikling og materialer.....	9
Studieretning Energi-, prosess- og strømningssteknikk	11
Fagområde Termisk energi.....	12
Fagområde Industriell prosesssteknikk.....	14
Fagområde Strømningssteknikk	16
Fagområde Energiforsyning og klimatisering av bygninger.....	17
Institutt for energi- og prosesssteknikk.....	18
Studieretning Produksjons- og kvalitetsteknikk.....	21
Fagområdet Produksjonssystemer	24
Fagområdet Produksjonsledelse	25
Fagområdet Sikkerhet, pålitelighet og vedlikehold.....	26
Institutt for produksjons- og kvalitetsteknikk	27
Studieretning Industriell mekanikk	29
Fagområde Anvendt mekanikk	32

Innledning

Du som leser denne brosjyren har allerede valgt å studere ved Produktutvikling og Produksjon (PuP). I de to første årene har alle fag vært obligatoriske, og du har ikke hatt stor mulighet til å forme ditt studieløp i henhold til dine egne interesser. Det har du imidlertid sjansen til i løpet av de neste årene, både gjennom valg av studieretning i 3. årskurs, fagområde i 4. årskurs og til slutt fordypning i 5. årskurs.

Målet med 3. årskurs er fortsatt å gi en bred grunnutdanning med mange obligatoriske grunnleggende emner. Valgfriheten blir derimot mye større i 4. og 5. årskurs. Her kan du velge en rekke emner du synes virker spennende. For å gjøre valget enklere, spesielt i 4. årskurs, har vi definert noen fagområder (profiler) hvor anbefalte emner er satt sammen. 5. årskurs omfatter både et fordypningsprosjekt og et fordypningsemne og til slutt en individuell masteroppgave.

Det kan være vanskelig å vite hva man vil, og ikke minst hva de ulike retningene og fagområdene innebærer. Hva ønsker du å jobbe med etter studiet? Vi har forsøkt å samle en del informasjon som kan være til nytte når du skal ta disse viktige valgene. I denne brosjyren presenteres de ulike studieretningene. For hver av studieretningene er det beskrevet fagområder, altså ulike profiler du kan velge innenfor studieretningen. Et fagområde beskriver en fagprofil og type jobb du utdanner deg til.

Beskrivelse av emnene finner du på: <http://www.ntnu.no/studier/emner>

Vi vil oppmuntre deg til å ta kontakt med de vitenskapelig ansatte på instituttene om du lurer på noe. Derfor har vi satt opp kontaktpersoner som gjerne svarer på spørsmål fra deg, eller kan henvise deg til noen som vet mer om det du spør om.

Innenfor PuP kan du velge mellom følgende fire studieretninger:

- Energi-, prosess- og strømningssteknikk
- Produksjons- og kvalitetsteknikk
- Produktutvikling og materialer
- Industriell mekanikk

Fristen for å velge studieretning og emner er 15. mai. Dersom det inngår valgbare emner i en studieretning, kan du endre valget innen 15. september for høsteksamen og 15. februar for våreksamen. Lurer du på noe av organisatorisk art kan du kontakte Ruth Morch ved IVT-fakultetet (ruth.morch@ntnu.no eller tlf. 73593703)

Lykke til med valget!

Programutvalget for Produktutvikling og produksjon

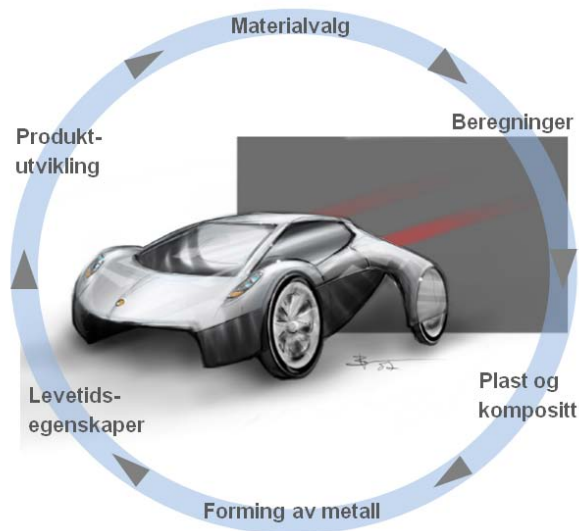
Studieretning Produktutvikling og materialer

Studiet Produktutvikling og Materialer (PuMa) har et teknisk-naturvitenskapelig tyngdepunkt samtidig som kreativitet og innovasjon dyrkes. Målet er å utdanne fremtidens ingeniører for vår vareproduserende industri (såkalt teknologiindustri) og oljeindustri. Studiet balanserer fag innen produktutvikling og konstruksjon med materialteknikk og produksjonsprosesser. Se også <http://www.ntnu.no/ipm> for ytterligere informasjon.

Studiet omfatter følgende fagområder:

- **Produktutvikling, beregning og bearbeiding:** Fokuserer på utvikling av produkter og maskiner, fra ide til ferdig produkt. Fagområdene produktutvikling, konstruksjon, modellering, simulering og miljøaspekt, plastisk forming, støping og sveising inngår.
- **Materialer:** Fokuserer på plast og komposittmaterialer, lettmetaller og på forhold som påvirker produkters styrke og levetid. Kjerneområdet er utvikling av produkter hvor materialenes egenskaper tilpasses produktets unike krav, samt beregning av de mekaniske, termiske og kjemiske belastninger og dimensjonering mot alle former for svikt i konstruksjoner (brudd, utmatting, korrosjon, slitasje, etc.).

Tilsammen representerer dette i hovedsak hvordan et produkt blir til, fra utvikling, konstruksjon, materialer, bearbeiding og styrkeberegning. Utviklingsprosessen vil ikke være lineær, men omfatte tett interaksjon mellom de ulike områdene.



Progresjon/fagbeskrivelser:

I 3. årskurs skal alle i studieprogrammet ha PUP5 og PUP6 samt Teknologiledelse 1, Regulerings-teknikk og Matematikk 4N.

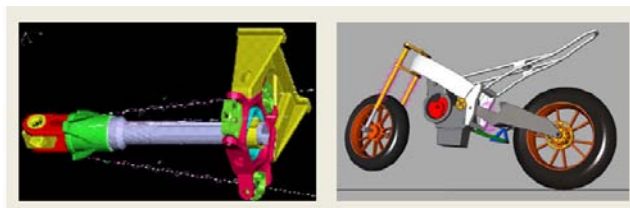
For alle PuMa-studenter er studiet likt i 5. og 6. semester, fagene TMM4135 Dimensjonering GK, TMM4112 Maskindeler og TMM4140 Plastisk deformasjon og brudd er obligatoriske på PuMa. Fagene "PuMa7" – Maskinkonstruksjon og Mekatronikk (TMM4150) og "PuMa 8" – Produktutvikling og Materialer (TMM4155) er obligatoriske fag for alle PuMa-studenter i 7. og 8. semester.

PuMa 7 omfatter utvikling og konstruksjon av mekaniske og mekatroniske produkter. Utviklingsprosessen er i fokus. Faget tar utgangspunkt i nye produkter hvert år. Vi har arbeidet med maskiner til å forme aluminiumsprofil,



motoriserte ”hoppestav”, ny type snøscooter (uten motor), rollerblades med fjæring til å kunne hoppe, utstyr for fiskeforedling, drinkmiksere, intelligente biltilhengere, Lego-sorteringsmaskiner osv.

PuMa 8 er et verktøyfag som kombinerer undervisning i teori og bruk av avanserte IT-verktøy til utvikling av miljøvennlige transportmidler.



Vi har definert to fordypningsområder som

Sem.	7,5 stp	7,5 stp	7,5 stp	7,5 stp
10 Vår	Masteroppgave			
9 Høst	Kompl. emne	Fordypning og prosjekt		
8 Vår	Eksperter i team	Ingeniøremne - fra annen studieretn.	PuMa 8 TMM4155 Produktutvikl. og materialer	Valgbart studieretn.
7 Høst	Valgbart studieretn.- emne	Komplementært emne	PuMa 7 TMM4150 Maskinkonstr. og Mekatronikk	Valgbart studieretn.
6 Vår	Regulerings- teknikk TTK4105	TMM4140 PDF	TMM4112 Maskindeler	Energi og prosess TEP4215
5 Høst	Matematikk 4N TMA4130	Teknologi- ledelse 1 TIØ4258	TMM4135 Dimensjonering GK	Produksjons-systemer TPK4145

anbefaler støttefag til din ønskede fagprofil. I 7. til 8. semester velger du fag som støtter den fagprofil du ønsker å få.

Kontaktpersoner: Roy Johnsen: roy.johnsen@ntnu.no, tlf: 73592925
Terje Rølvåg: terje.rolvag@ntnu.no, tlf: 73593762



Fagområde Produktutvikling, beregning og bearbeiding

Det handler om å utvikle produkter og maskiner fra idé til ferdig produkt. Det legges vekt på samspillet mellom kreativitet og ferdigheter og de klassiske ingeniørfagene som materialteknikk og dimensjonering. Målet er å skape produkter og tjenester som har god bruksverdi, er enkle å produsere og gir minimale miljøbelastninger. I dette arbeidet står bruk av datamaskiner sentralt. IT brukes både til kommunikasjon, modellering og simulering. Videre er det viktig å ha solid basiskunnskap om produksjonsprosessene som benyttes ved produkttilvirkning. En konstruktiv løsning egnet for et produkt fremstilt ved en bearbeidingsprosess som støping, kan være direkte uegnet dersom produktet fremstilles ved en annen bearbeidingsprosess som ekstrudering. Dyktige produksjonsteknologer, konstruktører og designere må derfor ha god innsikt i de vanligste bearbeidingsprosessene.

Instituttets aktiviteter innen produktutvikling er konsentrert om disse områdene: produktutviklingsmetodikk, datamaskinassistert konstruksjon (CAE) inkludert beregning og simulering, industriell økologi og bearbeiding av metaller. Produktutviklingsmetodikk omhandler teori om hvordan vi utvikler produkter. En utfordring er hvordan vi kan skape opplevelser og dele informasjon. Innenfor datamaskinassistert konstruksjon fokuserer vi på simulering, geometrisk behandling og det å bruke datamaskiner i produktutviklingsprosessen. Industriell økologi retter spesiell fokus på miljøhensyn som kommer til å bli grunnleggende for produktutvikling i fremtiden. Innenfor bearbeiding av metaller fokuserer vi på formeprosesser og lettmetaller.

Fag

Produktutvikling er et vidt område som tillater stor grad av individuell tilpasning. Du kan sette sammen din egen profil avhengig av personlig interesse. Det er derimot viktig at profilen er konsistent. Er du for eksempel interessert i konstruksjon av mekaniske produkter er det fornuftig å kombinere produktutvikling med fag innen dimensjonering. Simulering og analyse av produkters egenskaper er et annet eksempel på fordypning. Diskuter fagvalg med faglærere.

Eksempel på tidligere masteroppgaver

De fleste masteroppgavene er knyttet til konkrete produktutviklingsoppgaver fra industrien.

- Fotprotese (In-lieu)
- Produktprogram av kontorstoler (Håg)
- Gjenbruk av polypropylen (Tomra)
- Limte rammestrukturer for bil (Hydro)
- Simulering av hjuloppheng (Raufoss)
- Bruk av Virtuell Virkelighet i PU
- Fluefiskesnelle (Backwinder)

Norge er i dag i ekstrem grad avhengig av eksport av råvarer, men salg av slike vil ikke kunne finansiere vårt forbruk i fremtida. Skal vi opprettholde vårt velferdsnivå må vi utvikle produkter for framtidens behov og samtidig med minimale miljøbelastninger. Skal vi klare dette trenger vi gode produktutviklere og konstruktører som kan lære hurtig og utnytte ny kunnskap til nye produkter.

En utfordring for deg?

Samtidig må vi satse på videreforedling av råstoffene. Det er mange interessante jobber innen videreforedling av lettmetaller så vel i Norge som i utlandet.

En utfordring for deg?

Forslag til valgemner

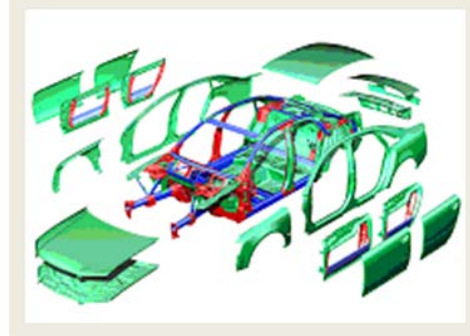
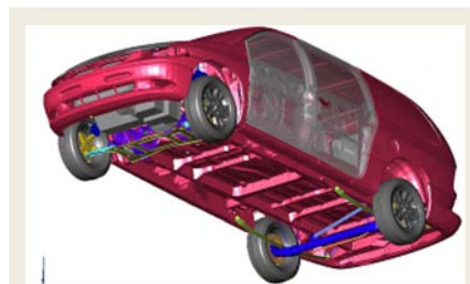
- Alt er mulig! TMM4220
- Støp/Form Metaller, TMM4182
- Bearbeidingsteknikk, TPK4105
- Menneske - Maskin, TPD4130
- PU og IT, TMM4130
- Produktdesign intro, TPD4175
- Markedsorientert PU, TIØ4230
- Polymere/komp, TMM4175
- Industriell økologi, TVM4162
- Mek svingninger, TMM 4185
- Dim. Mot utmatting, TMM4195
- Sammenføyningstek. TMM4165



- Optimalisering av hjuloppheng for sportsbil (Koenigsegg)
- Utvikling av bil for Eco-marathon-konkurransen
- Effektive produktutviklingsprosesser ("lean PU")
- Kaldvalsing av aluminium (Hydro)
- Smiing av aluminium
- Resirkulering av båtskrog i glassfiberarmert plast
- Utvikling av ryggsekk for jegere

Bransjen vi betjener og jobbmuligheter

De aller fleste bedriftene i den vareproduserende industri har produktutviklere og konstruktører. Mange av våre kandidater går til mekatronisk eller mekanisk industri og konsulentfirmaer innen produktutvikling og engineering. Våre bearbeidingsprosesser er sentrale ved for eksempel produksjon av biler og bildeler. Eksempler på produkter er ulike typer automater (mekatronikk), jordbruksmaskiner, skipsutstyr, bildeler, offshore utrustning. Medisinsk utstyr og lette bildeler er satseområder.



Fagområde Materialer

Området omfatter både metaller og plastmaterialer, og dekker forhold som produksjonsprosess, styrke og levetid hos komponenter. Her inngår beregning av de mekaniske, termiske og kjemiske belastninger som påvirker en konstruksjon og dimensjonering mot alle former for svikt i konstruksjoner (brudd, slitasje, utmatting, korrosjon, etc.) En unik mulighet med kompositter er at materialet blir designet som en integrert del av komponenten. For eksempel kan fiber legges akkurat der det er behov for styrke eller stivhet. I noen tilfeller designes også selve produksjonsprosessen samtidig. På denne måten kan en utvikle spennende og unike løsninger med god konkurransekraft.

Å bruke riktig materiale og å bruke det på rett måte, er nøkkelen til gode egenskaper både på komponent- og på produktnivå. Materialene må utvikles, og de som er utviklet må få sine egenskaper grundig undersøkt, slik at vi kan unngå svikt. Svikt kan føre til store skader. Ved å bestemme under hvilke forhold disse problemene oppstår, kan man finne måter å unngå eller redusere skadevirkningene. Til dette kreves teoretiske modeller og grundige eksperimenter. Utformingen av de teoretiske modellene innebærer en utstrakt bruk av dataverktøy for simulering av så vel den aktuelle maskindelen som påkjenningene den utsettes for. Slik kunnskap er nødvendig for å lage en god konstruksjon.

Fag

Et stort antall fag støtter denne type fordypning, se boks til høyre.

Fagområdet sørger for de verktøy som trengs for nøyaktig dimensjonering av og materialvalg for et produkt. Slik unngår man sløsing med knappe råstoffer samtidig som man muliggjør sikker bruk av produktet under dets levetid. Vil du være med å utvikle de verktøy for optimal dimensjonering, som norsk vareproduserende industri trenger for hurtig og presis produktutvikling?
En utfordring for deg?

Samtidig representerer nye komposittmaterialer muligheter både for å forbedre eksisterende produkter fundamentalt, og for å utvikle helt nye løsninger.

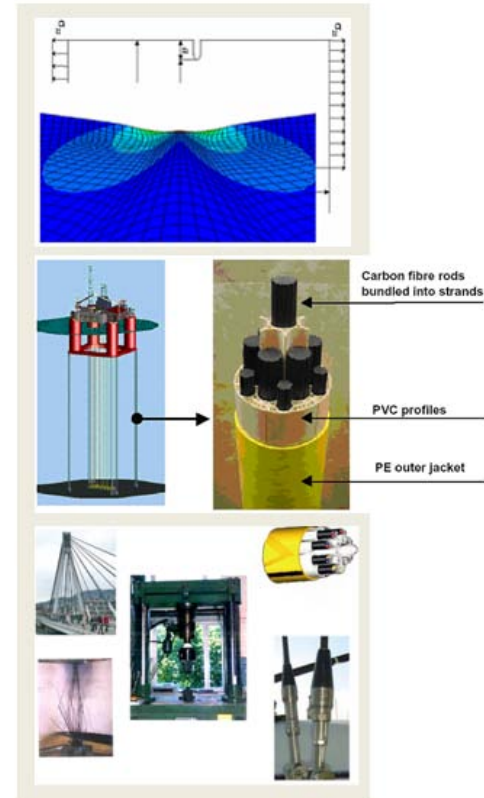
En utfordring for deg?

Forslag til valgemner

- Dim. Utmatting, TMM4195
- Materialmekanikk, TKT4135
- Bruddmekanikk, TMM4160
- Korrosjon, TMM4170
- Mekaniske svingninger TMM4185
- Industriell sikkerhet og pålitelighet, TPK4120
- Elementmetoden, TKT4145
- Overflateteknologi og Tribologi, TMM4205
- Polymerer og kompositter, TMM4175
- Bearbeidingsteknikk, TPK4105
- Polymerkjemi 1 TPK4130
- Industriell økologi TVM4162

Eksempel på tidligere masteroppgaver

- Levetid til vindturbinkomponenter av seigjern
- Kompositt stigerør, (DNV, Idefond)
- Optimalisering av strekkstags terminering (Aker Kværner, Idefond)
- Utvikling a limforbindelser for reparasjon av stålstrukturer (DNV + oljeselskaper)
- Utvikling og Produksjonsforberedelse av krykke (Inventas)
- Utvikling av ekstremt store vindturbinblader for havbruk
- Utvikling av miljøvennlige materialer (Borealis, PFI)
- Langtids miljøeffekt på polymerer brukt i oljeindustrien (Sintef, NFR)
- Teoretisk og eksperimentell studie av levetiden til et stigerør
- Utmatting av havbunnsbrønn
- Formoptimalisering av komponenter med kjerv
- Probabilistisk utmattingsdimensjonering
- Dynamisk oppførsel hos gummifjærer
- Utmatting av sveiseforbindelse i Francis løpehjul
- Spaltkorrosjon på rustfrie stål
- Spenningskorrosjon i rustfrie stål
- Erosjonskorrosjon på harde belegg
- Elektrokjemisk prøving av malte metallflater
- Hydrogen-indusert sprekking av rustfrie stål
- Katodisk beskyttelse ved lave temperaturer
- Korrosjon, slitasje og utmatting av belegg for hydrauliske sylindere
- Indre spenninger i organiske belegg
- Korrosjonsangrep på biler som følge av av-ising
- Elektrokjemisk prøving av malte metallflater

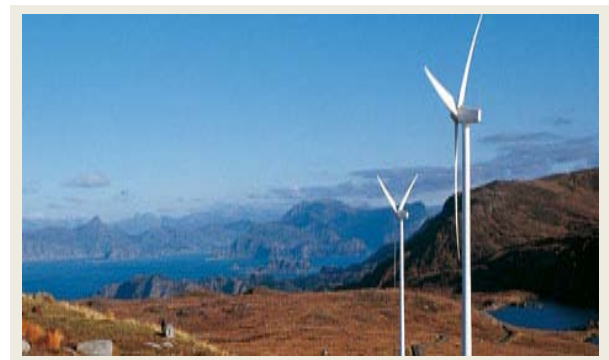


Bransjen vi betjener og jobbmuligheter

Norske og utenlandske bedrifter innenfor vareproduksjon, offshore, marin teknologi, prosessindustri, kraftproduksjon, transport etc. trenger beregningsingeniører med solide kunnskaper i konstruksjoners levetidsegenskaper. Eterspørselen er generelt sett større enn tilbudet.

Olje- og energi-industrien er en krevende bruker.

Det finnes ca 500 bedrifter som lager ferdigprodukter og halvfabrikat i plast. Kompositt-industrien i Norge er betydelig mindre enn råstoffprodusentene, men de utgjør høyteknologi-miljøer. Her finner vi bedrifter som Ragasco, Kongsberg, Hexagon, Nammo og Umoe.



Engineering- og oljeselskapene er teknologidrivere for hele fagområdet.

Institutt for produktutvikling og materialer

Vår forretningsidé er utdanning av sivilingeniører, kunnskapsutvikling og kunnskapsformidling. Industrien vi henvender oss til er den vareproduserende industri og oljeindustrien. Instituttet har i alt 70 ansatte hvorav 35 er PhD-kandidater.

Vi sørger for at norsk næringsliv og forvaltning har tilgang til kunnskap på høyt internasjonalt nivå for sin verdiskaping, og sammen med dem bidrar vi til å løse viktige oppgaver for samfunnet. Vårt mål er å bidra til verdiskaping og være en innovasjonsressurs for industrien.

Våre sentrale fagområder er *produktutvikling, beregning, bearbeiding av metaller, plast og kompositter og konstruksjonsmaterialer*. Disse områdene har hver sin rolle i utviklingsprosessen av nye produkter. Innenfor disse områdene har vi et nasjonalt ansvar. Samspill mellom materialteknologi og produktutvikling/konstruksjon er en faglig kjerne ved instituttet. Spesielt spiller bearbeiding av aluminium og bruk av plast og kompositter en sentral rolle.

Fagområder

Nedenfor er det angitt noen sentrale fagområder og kontaktpersoner for disse:

Fagområder	Kontaktpersoner
Produktutvikling, beregning og bearbeiding: <ul style="list-style-type: none">▪ Geometrisk modellering▪ Produktutvikling og produktprogram▪ Produktutvikling og konstruksjon▪ Dynamisk simulering og Knowledge-based engineering▪ Innovasjon i teknologi▪ Distribuert samarbeid i produktutvikling▪ Plastisk forming og plastisitetsteknologi▪ Forming og produksjon▪ Støperiteknikk▪ Sveiseteknikk▪ Industriell økologi og livsløpsanalyser	Sven Fjeldaas Knut Aasland Detlef Blankenburg og Hans P Hildre (II) Ole I Sivertsen, Terje Rølvåg, B Haugen Sjur Dagestad (II) Kjetil Kristensen (post.doc) Henry Valberg, Sigurd Støren (em) Torgeir Welo Morten Langøy (II) Odd M Akselsen (II), Einar Halmøy (em) Sigurd Støren (em)
Materialer <ul style="list-style-type: none">▪ Plast og komposittmaterialer▪ Plast▪ Maskindeler, mekanisk integritet og utmatting▪ Materialteknikk og bruddmekanikk▪ Beleggteknologi, korrosjon og erosjon▪ Tribologi rotordynamikk og mekaniske svingninger	Nils Petter Vedvik, Andreas.Echtermeyer Åge Stori (II) Gunnar Härkegård Christian Thaulow Roy Johnsen, Nuria Espallargas Lars Lunde (II), Kristian Tønder (em)

Internasjonalt samarbeid og studentutveksling

Instituttet har et aktivt internasjonalt nettverk og stimulerer studentene til spennende utenlandsopphold i 3. eller 4. årskurs. Over halvparten av våre studenter tilbringer ett eller to semester i utlandet. De reiser til alle verdensdeler. Noen av institusjonene vi samarbeider med er:

- DTU - Danmarks tekniske universitet, Danmark
- ETH Zürich, Sveits
- RWTH Aachen, Tyskland
- TU Delft, Nederland
- University of California - Berkeley, USA
- Osaka University, Japan

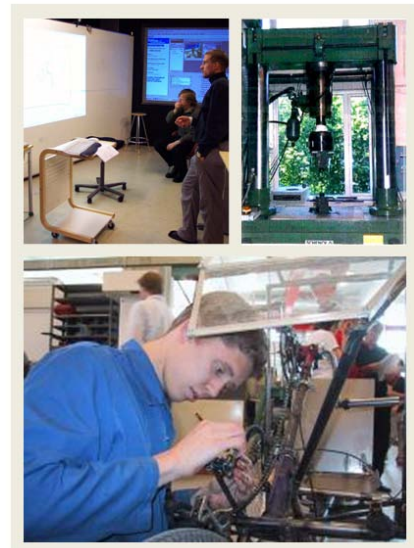
Arbeidsmiljø

Alle studenter ved Produktutvikling og produksjon får egen arbeidsplass. Studenter i 3. årskurs ved Produktutvikling og materialer sitter i det såkalte *Kanondekket*, studenter i 4. årskurs sitter i *Maskinrommet* og våre 5. klassinger er plassert i faggruppene blant instituttets ansatte. Det å plassere studentene sammen med instituttets ansatte har gjort det mulig å knytte studentene tett opp mot pågående forskningsprosjekter. Alle instituttets laboratorier er åpne for studentene. Til sammen bidrar dette til et veldig bra arbeidsmiljø.

Laboratorier

IPM har en rekke laboratorier. Vi legger stor vekt på at studentene skal kombinere teori med simulering på datamaskin og testing i laboratorier. Du har sannsynligvis allerede stiftet bekjentskap med vårt *Realiseringslaboratorium* i forbindelse med praksiskurs og fagene PuP1 og PuP2. Av andre laboratorier kan vi nevne:

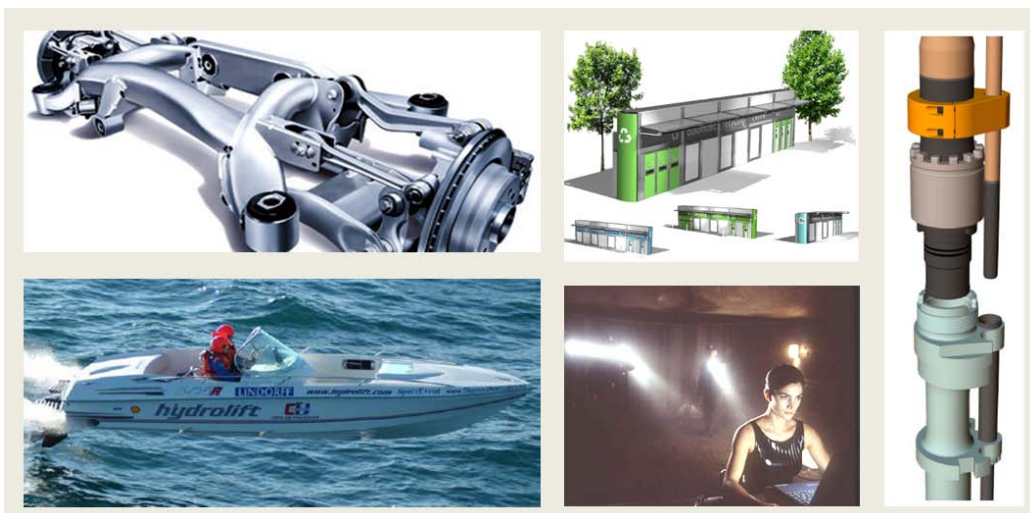
- **PU & Smash** (undervisningslaboratorium)
- **Realisering** (verkstedteknisk lab. til å lage modeller).
- **FormLab** (laboratorium for forming av metaller)
- **Plast** (sprøytestøping, ekstrudering)
- **Komposittlab** (modeller i komposittmaterialer)
- **Utmatting** (testing av brudd og utmatting)
- **Prototyp** (rapid prototypbygging, modeller av tre og plast)
- **Designstudio** (geografisk distribuert produktutvikling)
- **Korrosjon, Støping, Sveising** (I samarbeid med SINTEF)



Løpende forskningsprosjekter

IPM er for tiden involvert i en rekke større forskningsprosjekter for norsk industri. Noen av disse er:

- **LPD - Lean product development:** Forskning i å utvikle de rette produktene på riktig måte med de rette verktøyene
- **PETROMAKS:** er paraply prosjektet for det meste av oljerelatert forskning støttet av forskningsrådet
- **COMPFORM:** Competence in Light Metal Forming and Forming Technologies
- **OPTIWELD:** Optimalisering av sveiseprosesser for offshore anvendelser
- **SMIOP:** smiing av stål og aluminium
- **SFI NORMAN:** et av 8 nasjonale senter for forskningsbasert innovasjon med fokus på Norsk vareproduserende industri



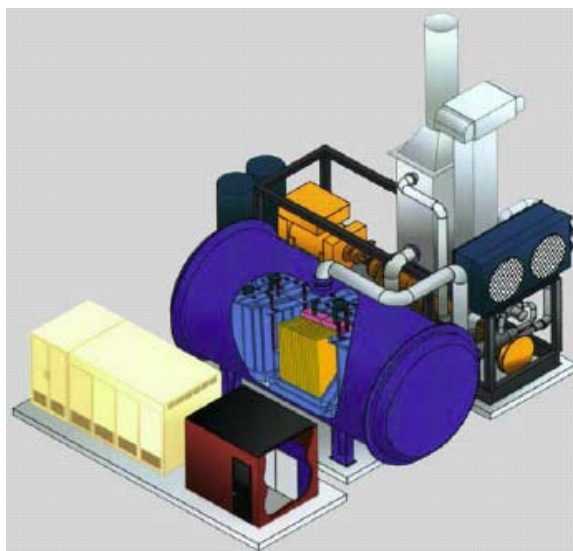
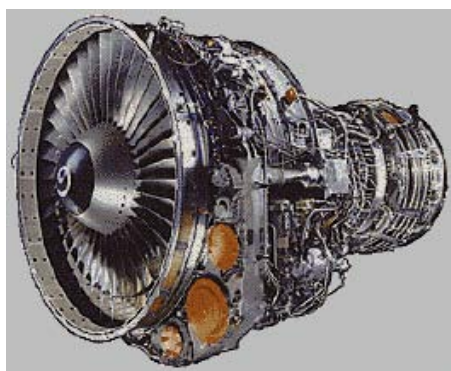
Studieretning Energi-, prosess- og strømningsteknikk

Studiet innen Energi-, prosess- og strømningsteknikk omfatter hele energikjeden, fra elektrisitet- og varmeproduksjon til sluttbruk av energi i industri og bygninger. Vi arbeider med systemer basert på naturgass og olje så vel som fornybar energi.

Forurensningsproblematikk i forhold til både det ytre miljø og innemiljø i bygninger er en sentral del av denne virksomheten. Vi arbeider også med industriell prosesssteknikk i vid forstand, med foredling av norske råvarer til høyverdige og konkurransedyktige produkter. Se også <http://www.ept.ntnu.no> for ytterligere informasjon.

Studiet omfatter de følgende fire fagområdene:

- **Termisk energi;** Fokuserer på energiproduksjon og energikonvertering. Her inngår termiske maskiner, gasskraft, forbrenning, brenselceller, bioenergi, nye energikilder og – systemer, luftforurensing og gassrensing.
- **Industriell prosesssteknikk;** Fokuserer på prosesser, systemer og komponenter for industriell foredling samt transport og sluttbruk av energi. Her inngår industriell varmeteknikk, kulde- og varmepumpeteknikk, næringsmiddeltekknikk, LNG (flytende naturgass), flerfaseteknikk, livsløpsanalyser og systemtekknikk, og prosessintegrasjon.
- **Energiforsyning og klimatisering av bygninger;** Fokuserer på innemiljø, varmforsyning og bruk av energi i bygninger og installasjoner. Her inngår varme-/ energisystemer og planlegging av slike, vannbåren varme/fjernvarme, energibruk, bygningsautomatisering, inneklime, og klimasystemer inkl. anvendt varmepumpeteknikk. Ventilasjonsteknikk for industri, brann og sikkerhet, sanitasjon og bygningshygiene.
- **Strømningsteknikk;** Fokuserer på strømningsmekanikk og hydraulisk energiproduksjon. Her inngår strømningsmekanikk, mekanisk konstruksjon av hydrauliske strømningsmaskiner, strømningsberegninger, driftsforhold og virkningsgrader, småkraftturbiner, oljehydraulikk og pneumatikk



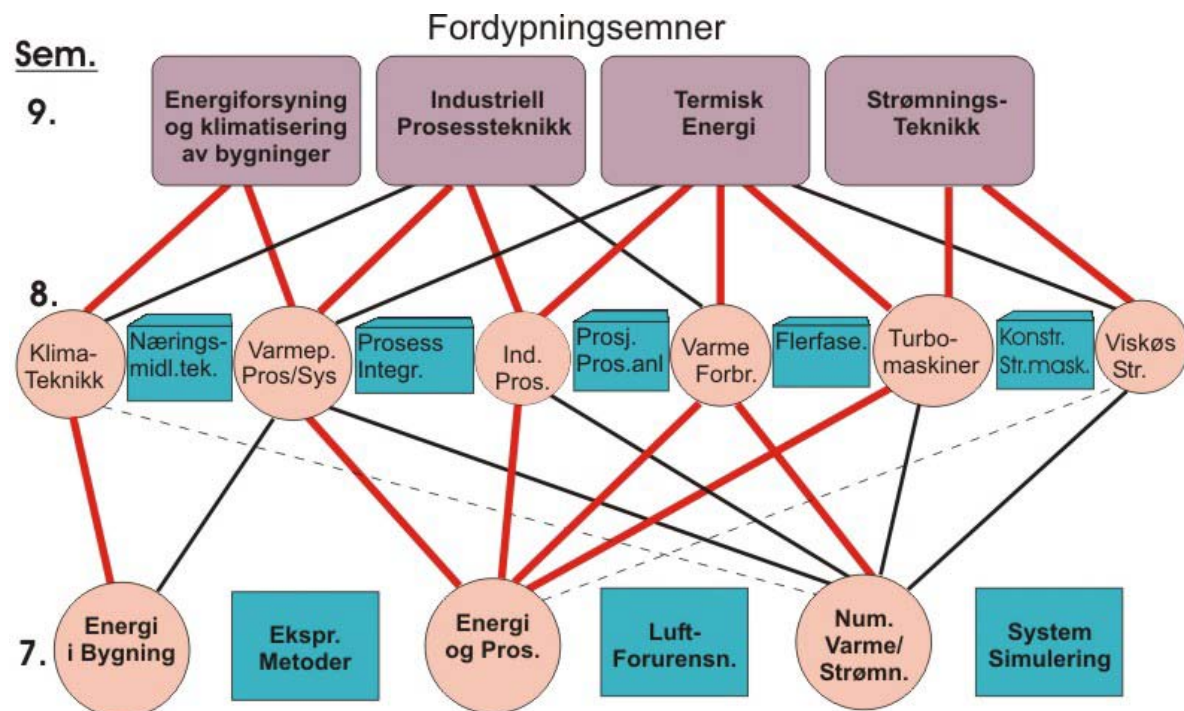
Studiet innen energi-, prosess og strømningsteknikk åpner for jobbmuligheter innen svært mange sektorer i arbeidslivet, inkludert prosessindustri, energi/oljeselskaper, engineering- og rådgivningsvirksomhet, produksjonsbedrifter, produktutvikling, entreprenørvirksomhet, næringsmiddelindustri, forskning og offentlig forvaltning.

Veien til fordypning

Studiet innen energi-, prosess- og strømningsmekanikk baserer seg på grunnlagsfag innen termodynamikk, fluidmekanikk, strømningslære og varme/massetransport i 3. til 6. semester. I sjette semester er Strømningslære 2 obligatorisk, mens kombinasjoner av "inngangsfag" til fordypning og valgfag danner en innledning til et av de fire fordypningsemnene vist ovenfor.

Figuren nedenfor viser mulige "veier" i 7. og 8. semester fram til fordypning. "Innvalgsfag" er vist med runde symboler, og valgfag er vist som firkanter. Valgfagene som er vist er eksempler. "Hovedveier" er markert med tykk strek, mens alternative veier er vist med tynnere linjer. (Stiplede linjer er også alternative veier, men er sjeldnere valgt)

Kontaktperson: Truls Gundersen, e-post: truls.gundersen@ntnu.no, tlf 73593721



Fagområde Termisk energi

Typiske anvendelser

Fagområdet omfatter termiske prosesser for energikonvertering, og fokuserer på analyse, prosjektering og drift av termiske systemer og komponenter. Sentralt står utvikling og implementering av ny teknologi i termiske prosesser og anlegg på land og offshore. Vi jobber både med teoretiske problemstillinger og eksperimentelt arbeid i laboratorier.

Du kan jobbe med følgende fagområder:

- forbrenningsteknikk; forbrenningsprosesser, industrielle brennere og kjeler
- varme- og massetransport
- brenselceller
- utslipp av forurensende stoffer fra forbrenning
- termiske strømningsmaskiner; gasturbiner, kompressorer, tilstandsanalyse
- termisk kraftproduksjon, inkl. gasskraftverk
- energiutbygging i u-land
- rensemetoder og renseteknikk, CO₂-innfangning
- industriell sikkerhet.

- Livsløpsanalyse og verdikjedebetraktning

Fag

Grunnleggende fag er: TEP4115/4120 Termodynamikk, TEP4130 Varme- og massetransport, TEP4135 Strømningslære, TEP4185 Industriell prosess, TEP4170 Varme- og forbrenningsteknikk, TEP4195 Turbomaskiner, TEP4212 Miljø- og renseteknologi og TEP4220 Energi og miljøkonsekvensanalyse.

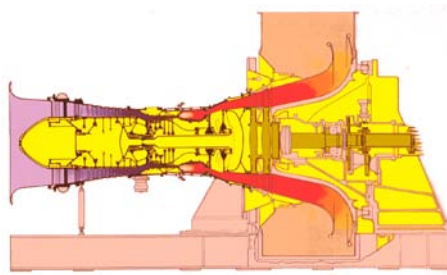
Prosjekt/masteroppgave

Prosjekt- og etterfølgende masteroppgave kan velges langs hele spekteret fra konkrete problemstillinger i industri/forvaltning over til utvikling av nye metoder og konsepter. Eksempler på oppgaver;

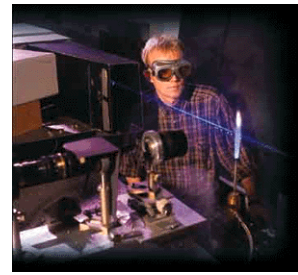
- Forbrenning av hytan (naturgass og hydrogen)
- Biomasseforgasning og brenselcelle
- Energiøkonomisering i gass eksportanlegg/ kompressorteknologi
- Miljøeffektiv /optimal drift av gassturbiner
- Væsketolerante / våtgass kompressorer
- Avfallsforbrenning
- Fastoksid høytemperatur brenselcelle med CO₂-innfangning
- Modellering og simulering av kompressorkart for en O₂/CO₂ gassturbin
- Ombygging av kullkraftverk til gasskraftverk



Flammebelastning



Gassturbin



Laserlab

Jobbmuligheter

Fagområdet gir jobbmuligheter innen et bredt spekter av industribedrifter, ingeniørselskaper, offentlig forvaltning og utdanning; prosess, olje- og gass, mekanisk, energiproduksjon, miljø, drift og vedlikehold.

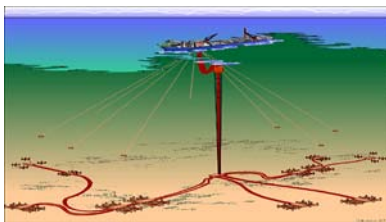
Mer informasjon finnes på <http://www.ntnu.no/ept>

Fagområde Industriell prosesseteknikk

Typiske anvendelser

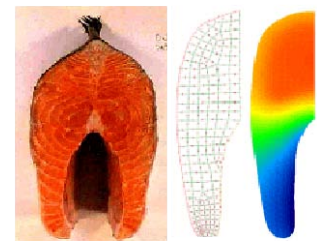
Fordypningsområdet Industriell prosesseteknikk ønsker å kvalifisere deg til arbeidsoppgaver innenfor vår energi- og prosessindustri. Våre styrkeområder er spesielt innenfor varme- og kuldeteknikk, naturgass og flerfaseteknikk, og næringsmiddelteknologi.

Varme- og kuldeteknikk utgjør viktige elementer innenfor mange deler av norsk (og internasjonal) industri – alt fra mikroelektronikk til olje-/gassprosessering og smelteverkindustri. Faggruppen har en vidtfaavnende aktivitet som omfatter grunnleggende aspekter (termodynamikk, varme- og massetransport), utvikling av utstyr (kompressorer, varmevekslere, tørker), og analyser av sammensatte systemer (prosessintegrasjon, prosessoptimalisering).



Aktiviteten innenfor naturgass og flerfaseteknikk er petroleumsrettet. Våre to hovedområder for forskning og undervisning er flerfasestrøm i brønner og rørledninger og gassprosessering i LNG anlegg og på offshore installasjoner.

Instituttet har spesialkompetanse innenfor avvannings-, tørke- og kuldeprosesser i næringsmiddelindustrien. Hvordan kjøling, frysing, tining og avvanning utføres betyr mye for kvaliteten til produktene, og vi utvikler nye prosesser og produkter i våre moderne laboratorier.



Fag

Fagtilbudet retter seg mye mot anvendelse av teori fra 1. avdeling inn mot industrielle prosesser og systemer. Typiske fag kan være: TEP4156 Viskøse strømninger, TEP4185 Industriell prosess, TEP4255 Varmepumpende prosesser og systemer, TEP4215 Energi og prosess, TEP4265 Næringsmiddelteknologi, TEP4250 Flerfaseteknikk, TEP4180 Eksperimentelle metoder i prosesseteknikken, TEP4240 Systemsimulering og TEP4165 Numerisk varme- og strømningsteknikk.

Eksempler på tidligere masteroppgaver:

- Utvikling av kompaktvarmeveksler for bilindustrien
- Utvikling av varmevekslere for prosessindustrien
- Varmegjenvinning fra partikkelholdige gasser i aluminiumsindustrien
- Måling av varmeovergang og trykkfall i finnedede rørsatser
- Synergigevinster ved integrert produksjon av hydrogen og elektrisitet fra naturgass
- Oppvarmingssystem med CO₂-varmepumpe i bolig
- Varmepumpe for elektrisk bil
- LNG-skip for fremtiden
- Utnyttelse av LNG kulde til kraftproduksjon
- Kystgassdistribusjon av flytende gass langs norskekysten
- Prosess-produktinteraksjon ved tørking / vannfjerning av varmfølsomme løsninger
- Tørking av biologisk aktivt materiale
- Flerfasestrøm: forsøk og utvikling av numeriske metoder i laboratorium.

Jobbmuligheter

Fordypningsområdet industriell prosess omfatter svært mye, og du kvalifiseres til engasjement i nær sagt alle våre industrigrener i Norge:

- Prosessindustri (offshore, landbasert)
- Petroleum/petrokjemi (produksjon, raffinering)
- Bil-/byggindustri (klimakomponenter)
- Næringsmiddelindustri (produksjon, foredling)
- Fiskeri og havbruk (kuldeteknikk, transport)
- Leverandørindustri (komponentutvikling, systemanalyse)

Videre er konsulent/rådgivning (energi, prosjektering, analyser) og forskning (Sintef, IFE) bransjer mange av våre tidligere studenter har blitt ansatt i.

Mer informasjon finnes på: <http://www.ntnu.no/ept>

Fagområde Strømningsteknikk

Typiske anvendelser

Hydrauliske strømningsmaskiner, oljehydraulikk og pneumatikk, aero- og gassdynamikk, sportsaerodynamikk, hydrodynamikk, flerfasestrømning, mikrofluiddynamikk, numeriske strømningsberegninger, strømningsmekanikk, turbulensfysikk.

Fagområdet omfatter all strømningsteknikk både i gass og væske samt tofase- strømning. Området dekker et meget vidt fagfelt; fra grunnleggende strømningsmekanikk med analytiske og numeriske løsningsmetoder til praktisk anvendelse innen design og konstruksjon av hydrauliske maskiner.



Forskning på luftmotstand og oppdrift



Vindturbin

Fag

Relevante fag for fagområdet strømningsteknikk er: TEP4235 Strømningslære, TEP4130 Varme- og massetransport, TEP4165 Numerisk varme- og strømningsteknikk, TEP4155 Viskøse strømninger og turbulens, TEP4160 Aerodynamikk, TEP4195 Turbomaskiner m.fl.

Prosjekt/masteroppgave

Prosjekt- og etterfølgende masteroppgave kan for eksempel være å lage en ny turbin til et vannkraftverk eller designe et hydraulisk system til en kran i Nordsjøen. Oppgavene kan gjøres både i laboratoriet, på datamaskin eller ute i felt. Noen oppgavetitler fra de siste årene:

- Samkjøring vannverk og kraftverk
- Simulering av gasstransport i Norpipe
- Wind tunnel testing of buildings
- Eddy-viskositetsmodell for turbulent strømning med massekrefter
- Ustabile driftsområder for Francisturbin



Hjul til Pelton-turbin

Jobbmuligheter

Kunnskap i strømningsteknikk er høyst etterspurt innen produksjon av maskiner, blant konsulenter og brukere av hydraulisk utstyr. Hydrauliske maskiner omfatter i hovedsak vannturbiner og pumper. Norges el-produksjon er dominert av vannkraft, og til tross for lite utbyggingsaktivitet de siste årene er vannkraftkompetanse etterspurt innen elkraftproduksjon hvor drift og optimalisering av maskiner og systemer er i fokus. Design og produksjon av vannturbiner har lang tradisjon i Norge, og pumper er et av de viktigste elementene i et hvert prosessanlegg. Studenter som er uteksaminert fra fordypningsområdet Strømningsteknikk får derfor jobber hos turbin- og pumpeprodusenter, konsulenter, kraftselskaper, forskningselskaper, oljeselskaper og mekaniske bedrifter.

Mer spesifikk informasjon finnes på våre websider: <http://www.ntnu.no/ept>

Fagområde Energiforsyning og klimatisering av bygninger

Typiske anvendelser

Innemiljø, varmforsyning og bruk av energi i bygninger og installasjoner, vannbåren varme/fjernvarme, bygningsautomatisering, klimasystemer og anvendt varmepumpeteknikk, ventilasjonsteknikk for industri, brann og sikkerhet, sanitasjon og bygningshygiene.

Etter hvert som kravene til funksjonalitet og komfort er blitt større, har de tekniske installasjonene i bygninger utgjort en stadig økende del av de totale byggekostnadene. Samtidig skal løsningene gi god energiøkonomi. Både tekniske og økonomiske forhold vil stille større krav til kunnskap hos den som skal planlegge og forvalte installasjoner i bygg og anlegg.

Ressursøkonomisk klimatisering av bygninger, hvor hovedmålet er å frembringe et godt og sikkert innemiljø ved hjelp av effekt- og energiriktige klimasystemer er et sentralt tema.

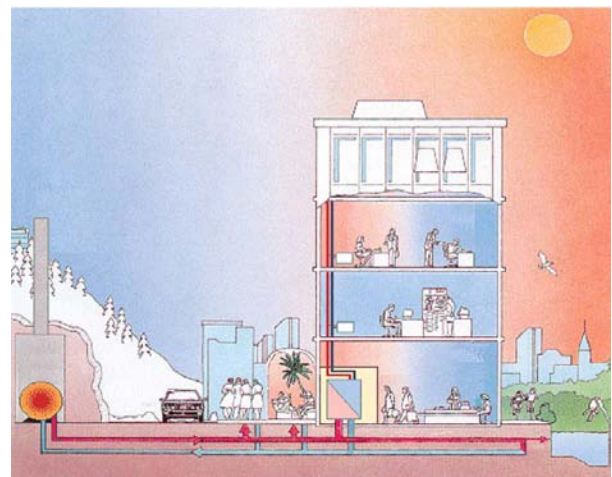
Det er behov for utvikling av nye fleksible løsninger, og kunnskap om databaserte styre- og overvåknings-systemer ("intelligente bygninger") blir mer og mer etterspurt i bransjen. Disse systemene vil også bidra til en mer helhetlig tankegang for tekniske løsninger knyttet mot VVS-, elkraft- og tele/datasystemene.

Grunnleggende fag

TEP4235 Energibruk i bygninger, TEP4245 Klimateknikk, TEP4240 Systemsimulering og TEP4260 Varmepumpeteknikk.

Aktuelle tema for prosjekt- og masteroppgaver:

- Energifleksible klimasystemer
- Varmeplanlegging
- Vannbåren energi
- Varmepumper for klimatisering av bygninger
- Intelligente og energieffektive bygninger
- Modellering og simulering av klimasystemer
- Inneklima, helse, trivsel og produktivitet
- Sanitasjon og bygningshygiene
- Luftstrømning i rom og bygninger
- Sikkerhets- og brannventilasjon
- ..og andre muligheter etter avtale.



Jobbmuligheter

Fordypningsområdet energiforsyning og klimatisering av bygninger gir mange jobbmuligheter. Eksempler på dette er rådgivende ingeniør, forskning og undervisning, energirådgivning, produktutvikling eller entreprenør, stat, fylke og kommune. Det er muligheter for karriere både nasjonalt og internasjonalt.

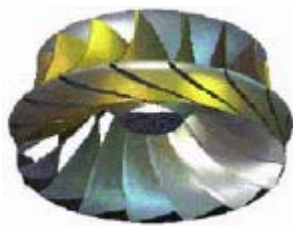
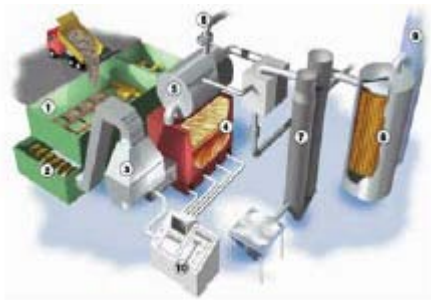
Mer informasjon finnes på: <http://www.ntnu.no/ept>

Institutt for energi- og prosesseteknikk



Institutt for energi- og prosesseteknikk ved NTNU er en internasjonal kunnskapsorganisasjon som skal være en drivkraft innen undervisning og forskning i hele energikjeden, fra elektrisitets- og varmeproduksjon til sluttbruk i industri og bygninger. Vi arbeider med systemer basert på naturgass og olje så vel som fornybar energi. Forurensningsproblematikk i forhold til både det ytre miljø og innemiljø i bygninger, er en sentral del av denne virksomheten.

Vi arbeider med industriell prosesseteknikk i vid forstand og med foredling av norske råvarer til høyverdige og konkurransedyktige produkter. Vår forretningsidé er kunnskapsutvikling og kunnskapsformidling som bidrar til verdiskaping og forbedringer i samfunnet. Vårt mål er å være en premissleverandør for det offentlige og en innovasjonsressurs for norsk næringsliv innenfor våre fagområder. Vi sørger for at norsk næringsliv og forvaltning har tilgang til kunnskaper på høyt internasjonalt nivå for sin verdiskaping, og sammen med dem bidrar vi til å løse viktige oppgaver i samfunnet.



Institutt for energi- og prosesseteknikk har i alt ca 150 ansatte hvorav 44 er tilsatt som stipendiater. Totalt har instituttet ca. 85 dr.ing/Ph.D.-studenter. Instituttet har et stort antall brukere innen industri og forvaltning. Våre forskningsresultater blir anvendt både innenfor offshore og landbasert industri, i konsulentbransjen, innenfor energirådgivning, i engineeringsselskaper, samt innenfor offentlig forvaltning. Det er også innenfor disse områdene de fleste av våre nyutdannede mastergrads- og Ph.D.-kandidater starter sin arbeidskarriere.

Fagområder

Fagområde

Termisk energi:

Termisk kraft/varmeproduksjon
Gassturbiner og kompressorer, termiske strømningsmaskiner
Turbulent forbrenning
Varme- og massetransport
Industriell forbrenningsteknikk, brennere og kjeler
Bioenergi og avfall
Energisystemer/utvikling
Industriell økologi i energiindustri

Industriell prosesseteknikk

Energiutnyttelse i industrien og industriell varmetekn og rensetekn
Prosessintegrasjon
Industrielle anvendelser av kulde og varmepumpeteknologi
Avvanning- og tørketeknologi
Kuldetekniske systemer og komponenter
Flerfasestrøm
Gassprosessering
Gasshydrater

Kontaktpersoner

Olav Bolland
Lars Erik Bakken
Ivar Ertesvåg/Inge R. Gran
Ole Melhus
Johan E Hustad
Johan E Hustad
Edgar Hertwich
Edgar Hertwich

Otto Sønju/Erling Næss/G. Krammer
Truls Gundersen
Trygve Eikevik/Vidar Hardarson
Trygve Eikevik/N. Nesse/O. Bolland
Jostein Pettersen/A. Bredesen
Ole Jørgen Nydal
Geir Owren/Arne Olav Fredheim
O. J. Nydal / Roar Larsen

Energiforsyning og klimatisering av bygninger

Energifleksible klimasystemer - vannbåren energi
Varmepumpeteknikk
Intelligente og energieffektive bygninger
Modellering og simulering av klimasystemer
Inneklima, helse, trivsel og produktivitet
Sanitasjon og bygningshygiene
Luftstrømning i rom og bygninger, sikkerhets- og
brannventilasjon

Rolf Ulseth
Arne M. Bredesen/Jostein Pettersen
Vojislav Novakovic
Kjell Kolsaker
Sten Olaf Hanssen
Sten Olaf Hanssen
Per Olaf Tjelflaat

Strømningsteknikk:

Aerodynamikk
Stabilitet og turbulens
Gasstransport og transient strømning
Regulering av strømningsmaskiner
Dimensjonering, drift og vedlikehold av
strømningsmaskinsystemer
Strømningsmaskinteori
Oljehydrauliske systemers dynamikk, anvendt hydraulikk
Flerfasestrøm
Termiske strømningsmaskiner

Per Åge Krogstad
Helge Andersson/Tor Ytrehus
Skjalg Haaland/Tor Ytrehus
Ole Gunnar Dahlhaug
Torbjørn Nielsen
Jan T. Billdal
Peter Chapple
Ole Jørgen Nydal
Lars Erik Bakken

Internasjonalt samarbeid og studentutveksling

Internasjonalt samarbeid skjer i form av studentutveksling, ved samarbeid gjennom SINTEF-prosjekter, gjennom Nordisk Energiforskning, og innenfor flere EU programmer. Mange studenter har lyst til å ta deler av studiet sitt i utlandet. Vi har god erfaring med både å sende studenter ut og ta imot utenlandske studenter her hos oss - og vi har kontakter i stort sett alle verdens hjørner: Australia, Canada, Østerrike, Danmark, England, Finland, Frankrike, Hellas, Indonesia, Island, Italia, Japan, New Zealand, Peru, Singapore, Spania, Sveits, Sverige, Tyskland, USA, osv.

Arbeidsmiljø

Alle studenter ved Produktutvikling og Produksjon får egen arbeidsplass. Institutt for energi- og prosessteknikk disponerer ca 150 studentarbeidsplasser totalt for våre studenter ved studieprogrammene Produktutvikling og Produksjon, Energi og Miljø og Ingeniørvitenskap og IKT. 80 av disse plassene er med egen PC. Normalt har vi studentarbeidsplasser for våre studenter i 4. og 5. årskurs.

Laboratorier

Laboratoriene er ryggraden i vårt forskningsarbeid, og vi disponerer, sammen med SINTEF, store laboratorieareal med moderne og avansert utstyr. Med et areal på 6000 m² er Institutt for energi- og prosessteknikk størst innen laborativirksomhet på hele NTNU. Laboratoriene brukes i undervisning og øvinger, studentprosjekter, hovedoppgaver, dr.ing.-oppgaver og i industrielle oppdragsprosjekter. Instituttet har følgende laboratorier:



- **Aerodynamisk lab** (vindtunneller)
- **Avvanningslab** (næringsmidler, tørking, industrielle varmepumper)
- **Flerfaselab** (strømning av væske og gass i samme rør)
- **Energi- og klimateknisk lab** (inneklima, ventilasjon, energi i bygg)



- **Kulde- og næringsmiddellab** (kuldeanlegg, varmepumper, testtrigger)
- **Forbrenningsteknisk laserlab** (detaljer i forbrenningsprosesser)
- **Industriell varmeteknikklab** (testing av utstyr, varmevekslere)
- **Vannkraftlab** (vannturbiner, pumper)

Noen forskningsprosjekter vi jobber med

- Dr. ing. program Flerfase Transport (oljeselskap og NFR)
- Marie Curie Training Site. Program for EU doktorstudenter innen avvanning, flerfasestrøm og forbrenning
- Beregningsmetoder for transient flerfasestrøm (oljeselskap)
- Fremtidens pelagiske innfrysingsbedrift
- Kuldekjeden for ferskvarer
- Prosjekter knyttet til CO₂ som kuldemedium
- Energi og Miljø i U-land, delvis feltarbeid, 5 studenter per år
- Livsløpslaboratoriet, LCA og verdikjedeproblematikk, opprettet 2003
- SMARTBYGG – fremtidens bolig med bedre innemiljø og lavt energibruk
- Småskala vannkraftverk – utvikling av turbiner for ”bygg selv”-kraftverk
- Vindkraft/Havstrømkraft – utvikling av turbiner
- Luftmotstand – reduksjon av luftmotstand for idrettsutøvere
- Gassturbiner og kompressorer i olje/gass-industri.
- Gasskraftverk med CO₂-innfangning,
- Høytemperatur brenselceller – fremtidens gasskraft?
- Hydrogensamfunnet – lagring, transport og bruk av hydrogen som energibærer
- NTNU-SINTEF Senter for Gassteknisk Forskning og Utdanning, opprettet 2003, nettverk ved NTNU og SINTEF innen området ”Verdikjeden for naturgass”



Studieretning Produksjons- og kvalitetsteknikk

Vil du være med på å sikre bærekraftig, sikker og lønnsom produksjon i Norge?

Som student ved studieretningen Produksjons- og kvalitetsteknikk vil du arbeide med teknologi for industriell produksjon samt planlegging, drift og ledelse av produksjonsanlegg (og for så vidt andre typer virksomheter også). Gjennom andre deler av studiet har du fått kunnskaper om tekniske prosesser. Vi gir deg en mulighet for å studere hvordan du industrialiserer denne teknologien i produksjonsløsninger. Vi arbeider både mot vareproduserende industri, oljeindustrien, prosessindustrien og til en viss grad mot offentlig forvaltning.

Du kan velge fordypning innenfor tre masterområder:

- **Produksjonssystemer;** fokuserer på produksjonsutstyr og sammenkobling og automatisering av dette til produksjonslinjer. Det fokuserer også på maskinering av produkter med kompleks geometri samt på dataløsninger for teknologisk planlegging og styring av produksjon.
- **Produksjonsledelse;** fokuserer på produksjonslogistikk som omfatter globale verdikjeder, produksjonsplanlegging, materialstyring og elektronisk forretningsvirksomhet. Det fokuseres også på produktivitet og prestasjonsmåling, kvalitet og prosjektledelse.
- **Sikkerhet, pålitelighet og vedlikehold;** fokuserer på risiko og sårbarhet i tekniske systemer, samt på pålitelighetsanalyser og optimalisering av industrielt vedlikehold.

Disse tre fagområdene er nært knyttet sammen. Produksjonssystemer omfatter metodene for avansert effektiv produksjon av moderne produkter og alle maskiner og utstyr som trenges i moderne industri. Produksjonsledelse tar for seg lønnsom drift av industrielle anlegg. Sikkerhet, pålitelighet og vedlikehold tar vare på sikkerhet til mennesker og utstyr og bidrar til å unngå utilsiktet driftsstans.

Norsk industri trenger sivilingeniører med spisskompetanse innenfor produksjon. Den vareproduserende industrien utgjør en viktig del av norsk industri. Den står for 42 % av verdiskapningen og ca. 45 % av sysselsettingen i landet vårt. Konkurransen er internasjonal og hard. De fremste utfordringene er knyttet til produksjon av deler til for eksempel biler og fly, samt systemer og utstyr for olje- og gassproduksjon. Med et lønnsnivå som er blant verdens høyeste, må Norge satse på smarte løsninger som bygger på kunnskap, høyteknologi og menneskelig innsikt.

Morgendagens industri er karakterisert ved et utvidet produktbegrep og digitale produksjonsløsninger i et sikkert og bærekraftig perspektiv. Det utvidete produktbegrepet omfatter produkter med innebygget ”intelligens”. Det innebærer varer og tjenester knyttet til bruk av produktet samt demontering og resirkulering ved endt livsløp. Digitale produksjonsløsninger innebærer et høyt automatiseringsnivå samt effektiv bruk av datasystemer til planlegging og styring i alle ledd av verdikjeden. Pålitelige og sikre løsninger som produserer uten tap av noe slag er viktig, og vil gi konkurransefortrinn i form av økt produktivitet og levetidsoverskudd.



Foto: Ford



Produksjonsingeniøren må ha en solid teknologisk naturvitenskapelig forankring og må beherske teknologi samtidig som hun/han må ha innsikt i ledelsesorienterte fag. Det er denne unike tverrfagligheten som kan skape et norsk konkurransefortrinn og som er etterspurt i norsk industri. Studieretningen Produksjons- og kvalitetsteknikk gir deg en slik utdanning.

Progresjon/emnebeskrivelse

Studiet er likt for alle 3. års studenter ved studieretningen. 5. semester består av emnene TMA4130 Matematikk 4N, TIØ4258 Teknologiledelse 1, TPK4120 Industriell sikkerhet og pålitelighet og TPK4145 Produksjonssystemer. I 6. semester får du TTK4105 Regulerings-teknikk, TPK4105 Bearbeidingsteknikk, TPK4115 Prosjektplanlegging og styring og TEP4215 Energi og prosess.

Sem.	7,5 stp	7,5 stp	7,5 stp	7,5 stp
10 Vår	Masteroppgave			
9 Høst	KOMPLEMENTÆRT EMNE	Produksjons og kvalitetsteknikk, FORDYPNINGSEMNE OG PROSJEKT		
8 Vår	EKSPERTER I TEAM	ING – annen studieretning LEVETIDSANALYSE (TMA4275) MASKINDELER (TMM4112) DATASTYRING (TTK4125) INSTRUMENTERINGSSYST (TTK4175) ANNET VALG	PROGRAM/PORTEF (TIØ5210) HMS ARB/INNKJ (TIØ5215) KVALITETSLEDELSE (TPK4110) ROBOTTEKN/AUTOM (TPK4170) HURTIG TILVIRKNING (TPK4175)	VALGBART EMNE
7 Høst	CI I PRODUKSJON (TPK4155) VERDIKJEDESTYRING (TPK4160)	KOMPLEMENTÆRT EMNE	DRIFTSSIKKERHET VEDL (TPK4140) DATAINTEGR TILVIRKNING (TPK4150)	VALGBART EMNE
6 Vår	REGULERINGSTEKNIKK (TTK4105)*	BEARBEIDINGSTEKNIKK (TPK4105)	PROSJEKTPLANL STYR (TPK4115)	ENERGI OG PROSESS* (TEP4215)
5 Høst	MATEMATIKK 4N (TMA4130)*	TEKNOLOGILEDELSE 1 (TIØ4258)*	IND SIKKERHET/PÅLITELIGHET (TPK4120)	PROD. SYSTEMER* (TPK4145)

* Dette er emner som er obligatoriske for alle studenter ved Produktutvikling og produksjon (PuP).

Når studentene i 6. semester velger ett av studieretningens tre fordypningsområder for mastergraden, tilbys de i 7. og 8. semester emner som er tilpasset fordypningen. I tillegg skal de velge ett emne fra et av de to andre fordypningsområdene og ett fritt fra et annet institutt. Et ikke-teknisk perspektivemne og Ekspert i team kompletterer emnesammensetningen.

Fordypningsemnet i 9. semester gjennomføres som et prosjekt og to tema. Prosjektet teller 2/3 og temaene 1/3. Fordypningsemnet kan du velge å ta innenfor ett av de tre hovedområdene våre, med tilhørende enkeltemner:

Produksjonssystemer: Computational Intelligence and advanced robotics og Optimization of manufacturing processes. *Kontaktperson: Professor Terje K. Lien*

Produksjonsledelse: IKT-basert produksjonsledelse og klassisk/moderne kvalitetsfilosofi. *Kontaktperson: Professor Bjørn Andersen*

Sikkerhet, pålitelighet og vedlikehold: Vedlikeholdsstyring og RAMS: risiko og sikkerhet. *Kontaktperson: Professor Mary Ann Lundteigen*

Generell kontaktperson for studiespørsmål ved IPK: Professor Heidi C. Dreyer,
tlf: 73 55 05 13, e-post: heidi.c.dreyer@ntnu.no

Fagområdet Produksjonssystemer

Dette fagområdet tar for seg den teknologiske basisen for produksjon av varer. Studenter som velger dette fagområdet får lære om ulike typer produksjonsutstyr og prosesser, prinsipper for oppbygging av større produksjonsanlegg, og ikke minst teknologisk ledelse i produksjonsbedrifter.

Vi i faggruppen for produksjonssystemer ved IPK samarbeider nært med SINTEF, og vi har god kontakt med mange industribedrifter. På NTNU samarbeider faggruppen med Institutt for produktutvikling og materialer (IPM), og for interesserte studenter kan det være en god løsning å kombinere emner fra IPM med prosjekt- og masteroppgave innenfor produksjonssystemer ved IPK.

Du kan for eksempel lære om:

- Roboter og datastyrte verktøymaskiner
- Planlegging og bygging av produksjonslinjer og fabrikker
- Programmering av maskiner som freser komplekse geometriske former som for eksempel skovler til vannkraftturbiner
- Å bygge prototyper vha lagvis framstilling
- Overvåke prosesser ved hjelp av sensorer og programvare for innsamling og analyse av måledata
- Bruke kunstig intelligens og andre avanserte metoder til å optimalisere produksjonsprosesser
- Utvikle systemer for automatisk montasje ved hjelp av roboter

Emner

Som student innenfor produksjonssystemer er følgende emner ved IPK sentrale:

- Robotteknikk / automatisk montasje (TPK4170)
- Digital styring for mekatronikk (TPK4125)
- Dataintegret tilvirkning (TPK4150)
- Hurtig tilvirkning (TPK4175)
- CI i intelligent produksjon (TPK4155)
- Produksjonsteknologi (TPK4190)

Aktuelle valgbare emner ved andre institutter for ytterligere spesialisering:

- Maskinkonstruksjon og mekatronikk (TMM4150)
- Produktutvikling og IT (TMM4130)
- Instrumentering og måleteknikk (TTK4110)
- Reguleringsteknikk (TTK4105)
- Industriell datastyring (TTK4120)

Eksempler på gjennomførte masteroppgaver

Prosjekt- og masteroppgaven er knyttet til industrielle problemstillinger. Masteroppgaven utføres i mange tilfeller hos en bedrift, eller ved et utenlandsk universitet. Noen eksempler på masteroppgaver:

- Robotisert betjening av bearbeidingsceller for aluminiumsprodukter
- Optimalisering av maskineringsprosess med robusthet og pålitelighet i fokus
- Bearbeidingsstasjon for karosserideler i plast
- Styring av maskiner via internett
- CNC-system for 5-akse laboratoriefresemaskin
- Bruk av sensorer i freseoperasjoner
- Modellering og optimalisering av lagvis fremstilling
- Utvikling av konsept for ny montasjeavdeling for kortlås-systemer
- Simulering og kontroll av sveiseoperasjoner for bilrammer

Jobbmuligheter

Kandidater med mastergrad innenfor produksjonssystemer vil kunne få oppgaver som:

- Prosessplanlegger
- Automatiseringsingeniør
- Produktutvikler
- Konsulent
- Leder for tekniske avdelinger
- Produksjonssjef
- Utviklingssjef
- Teknisk direktør



Fagområdet Produksjonssystemer gir en basiskompetanse for mange typer industri. Med denne basisen vil du ha meget god mulighet for en interessant faglig karriere med oppgaver innen teknisk utvikling og ledelse i industrien.

Fagområdet Produksjonsledelse

Produksjonsledelse er ledelse og styring av produksjons- og logistikkprosesser. Fagområdet omfatter produksjonslogistikk, verdikjedestyring, kvalitetsledelse, prestasjonsmåling og prosjektledelse. Bruk av IKT står sentralt i disse områdene. Eksempler på hva du vil lære er:

Faggruppen samarbeider tett med flere fagmiljø ved SINTEF. Dette gir mulighet for deltagelse i spennende forskning og utviklingsprosjekter i samarbeid med norsk næringsliv. Viktig er også samarbeidet med internasjonale fagmiljø og bedrifter. Gjennom dette samarbeidet har faggruppen vist at den er ledende i Norge, og på et høyt internasjonalt nivå.

Du kan for eksempel lære om:

- Forbedre vareflyt og produksjonsstyring i en produksjonsbedrift
- Velge riktig IKT-løsning for å støtte driften i en bedrift
- Vurdere plassering av lager og produksjon i verdikjede
- Utvikle og bruke opplegg for benchmarking mellom bedrifter
- Planlegging og ledelse av ulike typer prosjekter
- Forbedring av virksomheter gjennom fokusering på kvalitetstenking

Emner

Sentrale emner innen produksjonsledelse er:

- Produksjonslogistikk (TPK4135)
- Kvalitetsledelse (TPK4110)
- Prosjektplanlegging og styring (TPK4115)
- Verdikjedestyring (TPK4160)

Aktuelle valgbare emner ved andre institutter for ytterligere spesialisering:

- Prosjektstyring 2 (TBA4155)
- Operasjonsanalyse GK (TIØ4120)
- Prosjektledelse 1 (TIØ4245)

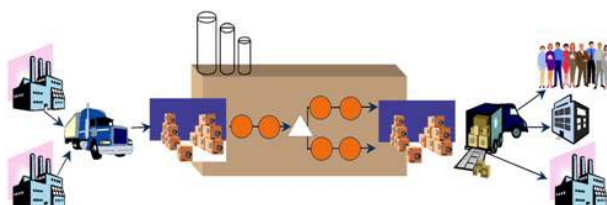
Eksempler på gjennomførte masteroppgaver

- Beslutningsprosessen ved statlige byggeprosjekter
- Produktkalkyler i en biomarin produksjonsbedrift
- ERP-systemer, styringsmodeller og produksjonsplanlegging i en produksjonsbedrift
- Metoder og verktøy for verdikjededesign
- Benchmarking i en butikkjede
- Dynamisk risikostyring i olje- og gassprosjekter
- Styring av matvarer i verdikjeden

Bransjene vi betjener og jobbmulighetene

Med en mastergradi prosjektledelse har studenten gode og varierte jobbmuligheter. Av de mest vanlige kan nevnes følgende bedrifter/bransjer og type jobb:

- Alle vareproduserende bedrifter
- Næringsmiddelindustrien
- Grossist- og handelsbedrifter
- Oljeselskaper som StatoilHydro, Shell, Esso, og alle typer bedrifter som er en del av denne sektoren
- Offentlig virksomheter inkludert statlige bedrifter
- Konsulentbedrifter og IKT-selskaper



Svært mange av våre studenter ender i ledende stillinger, og aktuelle stillinger i disse virksomheter kan være:

- Logistikkjef og produksjonssjef
- Planlegger
- Prosjektleder
- Konsulent

Fagområdet Sikkerhet, pålitelighet og vedlikehold

Faggruppen innenfor sikkerhet, pålitelighet og vedlikehold har et nært samarbeid med avdeling for Sikkerhet og pålitelighet ved SINTEF. Sammen er vi en av de største og sterkeste faggruppene som finnes internasjonalt innenfor fagområdet.

Emner

Som student innenfor sikkerhet, pålitelighet og vedlikehold kan du for eksempel velge følgende emner ved IPK:

- Industriell sikkerhet/pålitelighet (TPK4120)
- Risikoanalyse (TPK5160)
- Driftssikkerhet vedlikehold (TPK4140)
- Risikostyring i prosjekter (TPK5115)
- Driftssikkerhetsstyring (TPK5165)

Eksempler på tidligere masteroppgaver

Prosjekt- og masteroppgaven er vanligvis knyttet til industrielle problemstillinger. Masteroppgaven utføres i de fleste tilfellene hos en bedrift, eller ved et utenlandsk universitet. Noen eksempler på masteroppgaver:

- Pålitelighetsvurdering av undervanns produksjonssystemer
- Vedlikehold og sikkerhet på en offshore plattform
- Innsamling og analyse av erfaringsdata
- Pålitelighetsstyrt vedlikehold innenfor jernbanevirksomhet
- Effektivt vedlikehold
- Bruk av miljørisiko-indikatorer

Bransjene vi betjener og jobbmulighetene

Når du har fullført mastergraden innenfor sikkerhet, pålitelighet og vedlikehold, vil du kunne søke jobb i:

- Et av de mange konsulentselskapene innenfor fagområdet. Flere av disse, som Det Norske Veritas, Scandpower og Safetec, har også omfattende virksomhet i utlandet.
- Et oljeselskap eller en leverandør til oljeindustrien. I den senere tid har det vært spesielt sterk fokus på påliteligheten til utstyr som plasseres på havbunnen
- Prosess- og produksjonsindustrien
- Jernbanen (Jernbanelinjen, NSB)
- Vare- og tjenesteproduiserende industri
- Offentlig virksomhet



Det har alltid vært lett for våre kandidater å få interessante jobber. Vi venter at denne utviklingen fortsetter.

Innenfor dette området kan du for eksempel lære om å:

- redusere risiko knyttet til tekniske systemer for mennesker, miljø og materielle verdier
- redusere sårbarheten til tekniske systemer og informasjon
- bistå i utvikling av komponenter og systemer slik at de får lang levetid, få feil og liten nedetid
- verifisere at komponenter og systemer oppfyller sikkerhets- og pålitelighetskrav fra kunder og myndigheter
- analysere hvorfor og hvordan ulykker skjer
- utvikle konsepter og planer for effektivt vedlikehold av teknisk utstyr
- samle og analysere erfaringsdata fra drift og vedlikehold av teknisk utstyr
- optimalisere vedlikehold med hensyn på kostnader og driftsregularitet
- gjennomføre levetids-kostnadsanalyser (LCC analyser)

Institutt for produksjons- og kvalitetsteknikk

Ved dette instituttet arbeider vi med å utvikle, optimalisere og forbedre industrielle prosesser og produksjonssystemer. Våre fagområder er produksjonssystemer, produksjonsledelse og sikkerhet, pålitelighet og vedlikehold.

Produksjonssystemer er rettet mot vareproduserende industri og omfatter:

- Utvikling av produksjonsanlegg, robotisering og automatisering. Dette passer for studenter som er opptatt av industrielle anvendelser av teknologi og datateknologi.
- Verktøymaskiner og kompleks bearbeiding. Dette passer for studenter som har praktisk legning og interesse for geometri og mekanikk.
- Teknologisk planlegging. Dette fagområdet er matematisk orientert og passer for studenter med interesse for datateknikk og geometriske beregninger.

Produksjonsledelse er rettet mot vareproduserende industri, oljeindustri, prosessindustri og offentlig forvaltning og omfatter:

- Kvalitet, produktivitet og prestasjonsmåling. Dette passer for studenter som er interessert i planlegging, bedriftsutvikling og elektronisk forretningsutvikling, og som ønsker å arbeide med en kombinasjon av teknologi og ledelse
- Produksjonslogistikk. Dette passer for studenter som er interessert i verdikjeder, planlegging og elektronisk arbeid, samt modellering og simulering.
- Prosjektledelse. Dette passer for studenter som er interessert i prosjektrettet arbeid og som liker å arbeide med teknologi og ledelse. Området krever noe kjennskap til matematisk statistikk.

Sikkerhet, pålitelighet og vedlikehold er rettet mot oljeindustri, transport, vareproduserende industri, prosessindustri og offentlig forvaltning. Området omfatter:

- Risiko- og sårbarhetsanalyser. Dette passer for studenter som er opptatt av sikkerhet og/eller miljø og som samtidig er teknologisk interessert.
- Pålitelighetsanalyse og vedlikeholdsoptimalisering. Dette passer for studenter som er opptatt av produktutvikling og driftsoptimalisering og som har innsikt i matematisk statistikk og sannsynlighetsregning.
- Vedlikeholdsplanlegging og -styring. Dette passer for studenter som er opptatt av driftsteknikk og fremtidsrettede konsepter.

Vi har et godt arbeidsmiljø og legger vekt på å integrere studentene i instituttets virksomhet. Studenter i de øverste årskursene får egen arbeidsplass, og vi har gode datasaler med moderne utstyr og programvare. Studentene er velkommen i et moderne maskinverksted og kan også under veiledning få gjøre egne arbeider i verkstedet for å få praktisk innsikt i moderne produksjonsutstyr.

Du finner mer informasjon om IPK på våre nettsider <http://www.ntnu.no/ipk> eller ved å avlegge oss et besøk i Valgrinda.

Internasjonalt studentsamarbeid og utveksling

Instituttet har et omfattende internasjonalt nettverk og oppfordrer studentene til spennende utenlandsopphold i 3. eller 4. årskurs. Flere av våre studenter skriver også masteroppgaven ved et utenlandsk lærested.

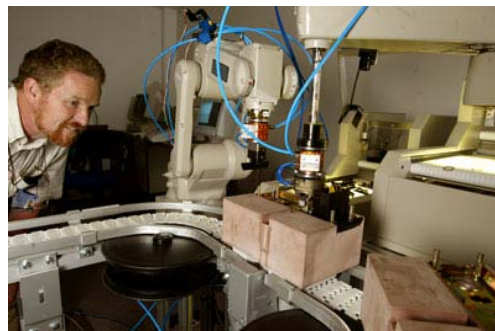
Marie Curie Training Site

Etter en omfattende evaluering har EU utpekt IPK som *Marie Curie Training Site* for PhD-utdanning innenfor sikkerhet og pålitelighet. Dette betyr, etter EUs oppfatning, at IPK har en

spesielt sterk faglig aktivitet innenfor dette området. Fagområdet har fått tilført midler fra EU for å invitere PhD-kandidater fra Europa til NTNU for å ta deler av studiet her.

Laboratorier

Instituttet har godt utbygde laboratorier med avanserte verktøymaskiner, roboter, automatiseringsstyr og måleutstyr. I tillegg har vi et laboratorium for eksperimentering med dataintegret tilvirkning. Studenter som har interesse for praktiske oppgaver har mulighet til å arbeide i laboratoriene i forbindelse med øvinger eller prosjekt- og masteroppgave.



Pågående forskningsprosjekter/-områder

Instituttet har en omfattende forskningsaktivitet innen de fleste av sine fagområder. Det er både nasjonal og internasjonal forskning for industri og offentlig forvaltning. Forskningen skjer i stor grad i samarbeid med SINTEF. Noen eksempler er nevnt nedenfor.

Vedlikehold i jernbanevirksomhet

IPK har et nært samarbeid med Jernbaneverket og NSB om vedlikeholdsplanlegging. Denne prosjektgruppen tar for seg pålitelighetsstyrt vedlikehold og bestemmelse av optimale intervall mellom forebyggende vedlikeholdsaksjoner.



SMARTLOG

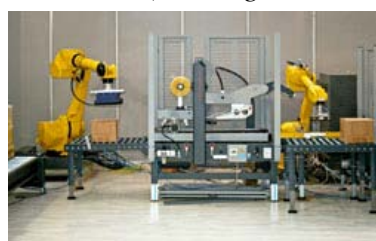
HÅG, Raufoss og Norsk Kjøtt ønsker å bli ledende på logistikk. Derfor har disse partnere gått sammen med SINTEF/NTNU og skapt SMARTLOG-prosjektet. Her studeres dagens logistikk-løsninger, og nye prinsipper og metoder utvikles. PhD-stipendiater, internasjonal nettverksbygging og seminarvirksomhet er viktige virkemidler. Studenter engasjeres gjennom prosjekt- og hovedoppgaver.



Pålitelighet av undervanns produksjonssystemer

Nye offshore olje- og gassfunn vil i stor grad bli bygd ut med undervannsbrønner og undervanns produksjonssystemer. Slike systemer krever at utstyret som brukes har svært høy pålitelighet. Prosjektene omhandler problemstillinger knyttet til verifisering av pålitelighet, produksjonsregularitet og sikkerhet.

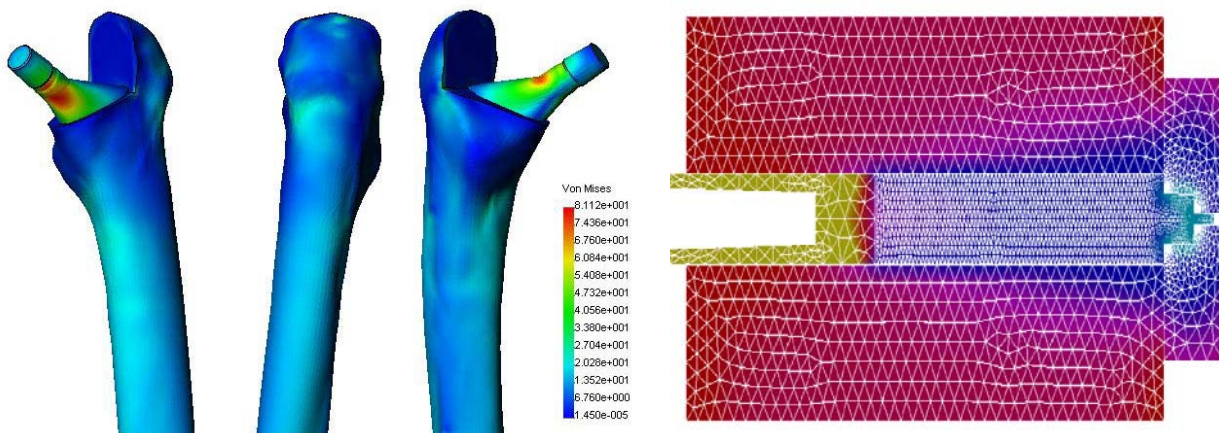
Senter for Forskningsdrevet Innovasjon (SFI) – NORMAN (Norwegian Manufacturing Future)



Dette er en meget omfattende satsning på konkurransedyktig produksjon i Norge, utpekt som ett av 14 såkalte SFI'er i Norge. Dette er forankret ved fagmiljøet på NTNU/SINTEF, med et stort toneangivende bedrifter tilknyttet. Prosjektet vil vare i 8 år og gi meget gode muligheter for studentoppgaver i Norges ledende bedrifter.

Studieretning Industriell mekanikk

Denne studieretningen kobler grunnleggende elementer fra hele fagområdet mekanikk; statikk, fasthetslære, dynamikk og fluidmekanikk, til industrielle anvendelser, bl.a. innenfor brudd- og skademekanikk, materialteknologi og transportsystemer for olje og gass i petroleumsteknologi. En litt annen type anvendelse finnes i biomekanikk, som kobler mange av mekanikkens elementer til medisinsk teknologi. Studiet har hovedfokus på teoretisk/numeriske metoder, men med innslag av empirisk/eksperimentelle elementer fra laboratorie- og driftsforsøk, og det gir en teknologisk profil på toppen av brede generiske grunnkunnskaper. Målet er å utdanne handlekraftige og omstillingsdyktige kandidater som er godt skikket for dagens og særlig morgendagens utfordringer i vårt teknologiske samfunn, både mot konstruksjons- og strømningsrelaterte problemområder, med fellesnevner industriell eller anvendt mekanikk.



Hvorfor velge Industriell Mekanikk?

“Industriell mekanikk tilbyr deg fag med tidløs kunnskap som du bare har anledning til å lære deg mens du går her på NTNU. Fagene innenfor mekanikk baserer seg i stor grad på å gi studentene valuta for tiden de legger ned i studiet, og visshet om at de virkelig sitter igjen med noe varig etter å ha tatt disse fagene. De fleste store bedrifter etterspør studenter med god kompetanse innenfor mekanikk og strømningsmekanikk. Kontakten med faglærerne er god, samarbeidet i klassen er bra, og dette er helt avgjørende for din læringsituasjon.”

Aksel M. Schjerpen (tidligere Ind.Mek. student)

Studiet omfatter det forholdsvis brede fordypningsområdet

- **Anvendt mekanikk;** med fokus på de tre fagområdene
faststoffmekanikk,
turbulens og flerfasestrømning
beregningsorientert mekanikk (CFD og FEM-beregninger).

Sentrale emner er:

TKT4124 Mekanikk 3

TEP4156 Viskøse strømninger

TKT4135 Materialmekanikk

TKT4140 Numerisk beregning med datalab

TKT4145 Elementmetoden i ingeniørvitenskapen

De tre spesielt fokuserte fagområdene i fordypningen inneholder en rekke tidsaktuelle temaer både for industrielle anvendelser og for mer grunnleggende problemløsning.

Hovedprofilen i studieretningen fremgår delvis av fagmatrisen nedenfor.

10	MASTEROPPGAVE			
9	K OMPLEMENTÆRT EMNE	FORDYPNINGSEMNE	FORDYPNINGSPROSJEKT / (KOMPLETTERENDE EMNE)	
8	Ingenne annet studieprog. (TKT4201 KONSTR DYNAMIKK)	TEP4112 TURBULENT STRØMN. TKT4145 ELEMENTMET/INGVIT	EKSPERTER I TEAM Valgbart emne (TKT4135 MATERIALMEKANIKK)	
7	KOMPLEMENTÆRT EMNE	TMM4160 BRUDDMEKANIKK TEP4240 SYSTEMSIMULERING TEP4156 VISKØSE STRØMNING	TKT4192 ELEMENTMET/STYRKE TEP4165 NUM VARME STRØM	Valgbart emne (TKT4150 BIOMEK) (TMM4195 DIM UTMATTING)
6	TKT4140 NUM.BEREGN DATALAB	TEP4125 TERMODYNAMIKK 2 TEP4130 VARME/MASSETRANS TKT4145 ELEMENTMET/INGVIT TKT4180 KMEK BEREGN MET	TTK4105 REGULERINGS- TEKNIKK	TEP4215 ENERGI OG PROSESS
5	TMA4130MATEMATIKK 4N	TKT4124 MEKANIKK 3 TEP4135 STRØMNINGSLÆRE	TPK4145 PRODUKSJONS- SYSTEMER	TIØ4258 TEKNOLOGIEDELSE

Husk at de som velger fordypning innen beregningsmekanikk (faststoff) i 9. semester, har et lite prosjekt (7,5 stp), og må ta et kompletterende emne i tillegg til fordypningsemnet. Det kompletterende emnet kan bl.a. være TKT4150 BIOMEKANIKK, TKT4230 STÅLKONSTRUKSJONER 2 eller et annet emne ifra 7. semester.

Studieretningen (<http://www.ivt.ntnu.no/mekanikk>) er forankret på de tre instituttene:

- Institutt for energi- og prosesssteknikk (<http://www.ntnu.no/ept>)
- Institutt for konstruksjonsteknikk (<http://www.ntnu.no/kt>)
- Institutt for produktutvikling og materialer (<http://www.ntnu.no/ipm>)

Studieretningen inkluderer fagområdene

- Faststoffmekanikk
- Turbulens og flerfasestrømning
- Beregningsorientert mekanikk

Emnene TKT4124 Mekanikk 3/TEP4135 Strømningslære og TKT4140 Numeriske beregninger m/datalab er viktige i 5. og 6. semester, for å etablere enhetlige og generiske beskrivelser av deformerbare medier (“faste” og “flytende”), og for å etablere ferdigheter i systematiske metoder for numeriske beregninger av slike mekaniske systemer.

Innvalgsfag i 8. semester mot fordypningen i 9. semester er TEP4112 Turbulent strømning og TKT4145 Elementmetoden i ingeniørvitenskapen mot spesialisering innen henholdsvis strømningmekanikk og faststoffmekanikk.

Internasjonalt samarbeid og studentutveksling

Fagmiljøet ved denne studieretningen har et stort internasjonalt nettverk, og det er muligheter for utenlandsopphold ved blant annet følgende universiteter og forskningsinstitusjoner:

- KTH i Stockholm
- UMIST i Manchester
- TU Eindhoven,
- INPG Grenoble
- Universitetet i Gent
- RWTH-Aachen
- Sup-Aero Toulouse
- Universitetet i Gent
- Teknisk Universitet München
- University of Colorado
- National University Singapore
- University of Osaka

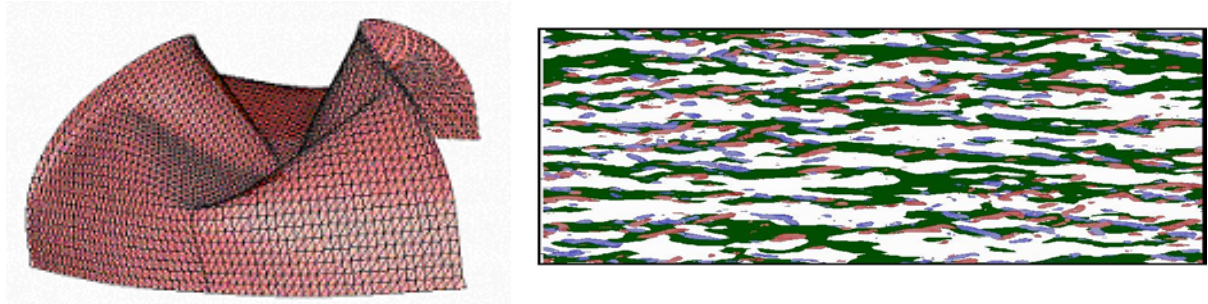
- Politecnico di Milano
- TU Darmstadt

Kontaktpersoner: *Bjørn Skallerud*, e-mail: bjorn.skallerud@ntnu.no, tlf.: 73550303,
Kjell Holthe, e-mail: kjell.holthe@ntnu.no, tlf. 73593553
Tor Ytrehus, e-mail: tor.ytrhus@ntnu.no, tlf. 73593557
Torgeir Welo e-mail: torgeir.welo@ntnu.no, tlf. 73593884

Fagområde Anvendt mekanikk

Her er det fokus på mekanikkbaserte modeller og på beregningsmetoder – mest numeriske – som er generelle nok til å løse realistiske problemer ut fra grunnleggende prinsipper. Dette kan være ikke-lineær oppførsel av materialer og konstruksjoner (for eksempel ved plastisitet og store forskyvninger), eller innvirkning av turbulens på strømming i roterende maskiner og andre prosesskomponenter. Hensikten med slike bergninger er ofte å utnytte materialer mest mulig effektivt og å få vite mest mulig om oppførselen til konstruksjoner og mekaniske systemer i ekstreme situasjoner. Verktøyet er datamaskiner og dataprogram basert på elementmetoden, differansemetoden eller endelige volumers metode.

Et eksempel på slike beregninger er kollaps av et konstruksjonselement i form av et sylinderskall ved hjelp av elementmetoden, og et annet eksempel er direkte Navier-Stokes simulering (DNS) av turbulent strømming langs en vegg med endelig ruhet.



På en enda finere skala gjøres det molekylodynamikk (MD) simuleringer, for å studere utvikling av blant annet dråpe- og partikkelsystemer som gjennomgår store dynamiske og termiske forandringer i industrielle prosesser.

Fag

Dette området tillater en stor grad av individuell tilpasning hva fagvalg angår. I 7. semester kan det for eksempel være aktuelt å velge TEP4240 Systemsimulering og TMA4195 Matematisk modellering, men for øvrig kan det velges fag avhengig av om interessen går mot materialer og konstruksjon (Elementmetoden, Bruddmekanikk, Biomekanikk, Klassisk mekanikk) eller mot strømming og prosess (Viskøse strømminger og turbulens, Klassisk mekanikk, Biomekanikk).

Eksempler på tidligere masteroppgaver

- Numerisk analyse av stasjonære og voksende sprekker i plater og sylindriske skall ved bruk av fjærelementer
- Bruddmekanisk kapasitetsvurdering: Modellering og beregning av indre og ytre sprekker ved bruk av skallelementer og linjefjærelementer
- Numerisk analyse av konstruksjons-kollaps: Ikke-lineære effekter av materialoppførsel.
- A study of the various biomechanical parameters on femur based on the finite element method.
- Simulation of the strain history in the heart wall of the left ventricle using a kinematic model.
- Utvikling og testing av turbulensmodeller.
- Numerisk studie av flytbalanse ved ekstrudering av aluminium.
- Todimensjonal beregning av stratifisert tofase strømming.
- Grensesjiktstrømming i våtgass-kompressor

Bransjer og jobbmuligheter

Arbeidsmarkedet for kandidater med spesialisering i anvendt mekanikk er mangslungent og går over mange bransjer. De fleste jobbene finnes i de store industribedriftene, som Hydro, Statoil, Aker-Kværner, Elkem, Kongsberg Aerospace, Veritas og Raufoss, men der er også et marked i forskningsbedrifter som Sintef, IFE og Scandpower, og i mindre nisjebedrifter.

Generelt kan vi si at du kan få jobb innen

Rådgivende ingeniører

Engineeringselskaper

Teknologibedrifter og oljeselskaper

Mekanisk industri

Entreprenører

Videreutdanning (PhD) => Forskning + Undervisning

Legg merke til den siste muligheten her. En god mastergrad i Industriell mekanikk er et utmerket utgangspunkt for et PhD studium (som tar 3-4 år).

Kontaktpersoner: *Helge Andersson, helge.andersson@ntnu.no, tlf.: 73593556*
Bjørn Skallerud, bjorn.skallerud@ntnu.no, tlf.: 73550303