

# Fremtidens Energi og Miljøstudium FREMS 2012

## Innhold

1 Innledning.....	4
1.1 Bakgrunn .....	4
1.2 FREMS - prosjektet.....	5
1.3 Organisasjon og terminologi .....	5
2 Føringer for ny studieplan .....	7
2.1 Målbildet for studieprogrammet E&M .....	7
2.2 Læringsmål for studieprogrammet Energi og Miljø .....	7
2.3 Læringsmål for studieretninger: .....	9
2.3.1 Elektrisk energiteknikk og smarte nett .....	9
2.3.2 Energiplanlegging og miljøanalyse .....	10
2.3.3 Energi- og prosesseteknikk .....	12
2.4 Tilbakemelding fra studenter og faglærere .....	13
2.4.1. Selvevalueringen 2007 .....	13
2.4.2 Studentenes evaluering av E&M studiet .....	14
2.4.3 Innspill fra faglærere .....	15
2.5 Innspill fra industri, næringsliv og bransjegrupper /5/ .....	15
2.5.1 Krav og forventninger fra næringslivet .....	16
2.5.2 Bransjebeskrivelse og utfordringer .....	16
2.6 Internasjonal evaluering av E&M studiet/6/ .....	17
3 Dagens studieplan .....	18
3.1 Studiestrukturen .....	18
4 Ny studieplan.....	19
4.1 Bakgrunn .....	19
4.2 Generelle prinsipper om studiets oppbygning.....	19
4.3 Oppbygning i forhold til Bologna-rammeverk (internasjonal standard).....	20
4.4 Studieprogrammets felles innhold.....	21
4.4.1 Generelt .....	21
4.4.2 Hovedstruktur .....	22
4.4.3 Basisemnene .....	22
4.4.4 Studieretning Elektrisk energiteknikk og smarte nett .....	23
4.4.5 Studieretning Energiplanlegging og miljøanalyse .....	26
4.4.6 Studieretning Energi og prosesseteknikk .....	28
4.4.7 Ikke-tekniske emner .....	30
4.4.8 Ekspertes i Team (EiT).....	30
4.4.9 Komplementære teknologiemner .....	30
4.4.10 Anbefalte emnekombinasjoner.....	30
4.4.11 Prosjekt – og masteroppgave.....	31
5 Opptak fra Ingeniørhøgskoler i 4. årskurs .....	31
6 Praksis .....	32
7 Involvering av Næringen.....	32
8 Internasjonale koblinger .....	32
9 Nøkkeltall for studieprogrammet .....	33
9.1 Diverse statistikker .....	33
9.2 Utdanningskapasitet ved Energi og miljø .....	39
10 Organiseringen av studiet.....	39
11 Prioriterte oppgaver.....	40
11.1 Innføring av “Key Performance Indicators” .....	40
11.2 Organisering av studieprogrammet E&M .....	40
11.3 Oppdatere faglig innhold basert på tilbakemeldinger .....	40

11.4 Frafallet av E&M studenter .....	41
11.5 Industri og næringsliv engasjeres .....	41
11.6 Miljøprofessoratet .....	41
11.7 Flere norske ph.d – studenter .....	41
11.8 Nettsidene til E&M studiet.....	42
12 Tilknyttede dokumenter og arbeider .....	42
13 Vedlegg .....	43
13.1 Komplementære emner i studieprogrammet energi og miljø.....	43
13.2 Forslag til emnekombinasjoner for Elektrisk energiteknikk og smarte nett .....	43
13.3 Emnevalg for Energiforsyning og klimatisering av bygninger .....	44

# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn

Vedtak om opprettelse av studieprogrammet Energi og miljø (E&M) ble fattet av kollegiet ved NTNU 20. november 1997. De første studentene ble tatt opp høsten 1998.

Bakgrunnen for å opprette studieprogrammet var en målsetting om å dekke et økende behov for sivilingeniører med en helhetlig energi- og miljøprofil. Dekanene på daværende fakultetene for maskin og elkraftteknikk etablerte en arbeidsgruppe som konkluderte med å anbefale etablering av et tverrfakultært studieprogram med tittelen Energi og miljø. Gruppen mente det nye programmet ville møte behovet for kompetanse innenfor energisektoren på en bedre måte enn de eksisterende programmene i elkraftteknikk og maskinteknikk. Navnet Energi og miljø ble valgt for å understreke den nære sammenheng mellom all bruk av energi og miljøpåvirkninger, og for at navnet skulle forplikte studieprogrammets innhold til en miljømessig profil.

Arbeidsgruppen anbefalte en ramme på 150 studenter basert på 75 studieplasser fra elkraft, og tilsvarende fra maskin. Når saken var kommet frem til vedtak i kollegiet, var dette endret til 115 plasser basert på 75 fra elkraft og 40 fra maskin. 15 av plassene fra elkraft var forbeholdt opptak til 4. årskurs, slik at ramme for opptak til 1. årskurs ble 100 studenter.

Studieprogramrådet for Energi og miljø nedsatte i 2007 en arbeidsgruppe bestående av professorer, faglærere og studenter fra Institutt for Elkraftteknikk og Institutt for Energi og Prosessteknikk for å evaluere studieprogrammet E&M. Gruppen hadde 6 arbeidsmøter. I tillegg var det et faglærermøte på hvert av de samarbeidende instituttene og et felles faglærermøte. Faglærermøtene og studentene ga viktige innspill til evalueringen. Det var også en egen høring hvor alle studentene fikk anledning til å bidra. Konklusjonene fra arbeidsgruppen ble behandlet av Studieprogramrådet og fikk tilslutning der.

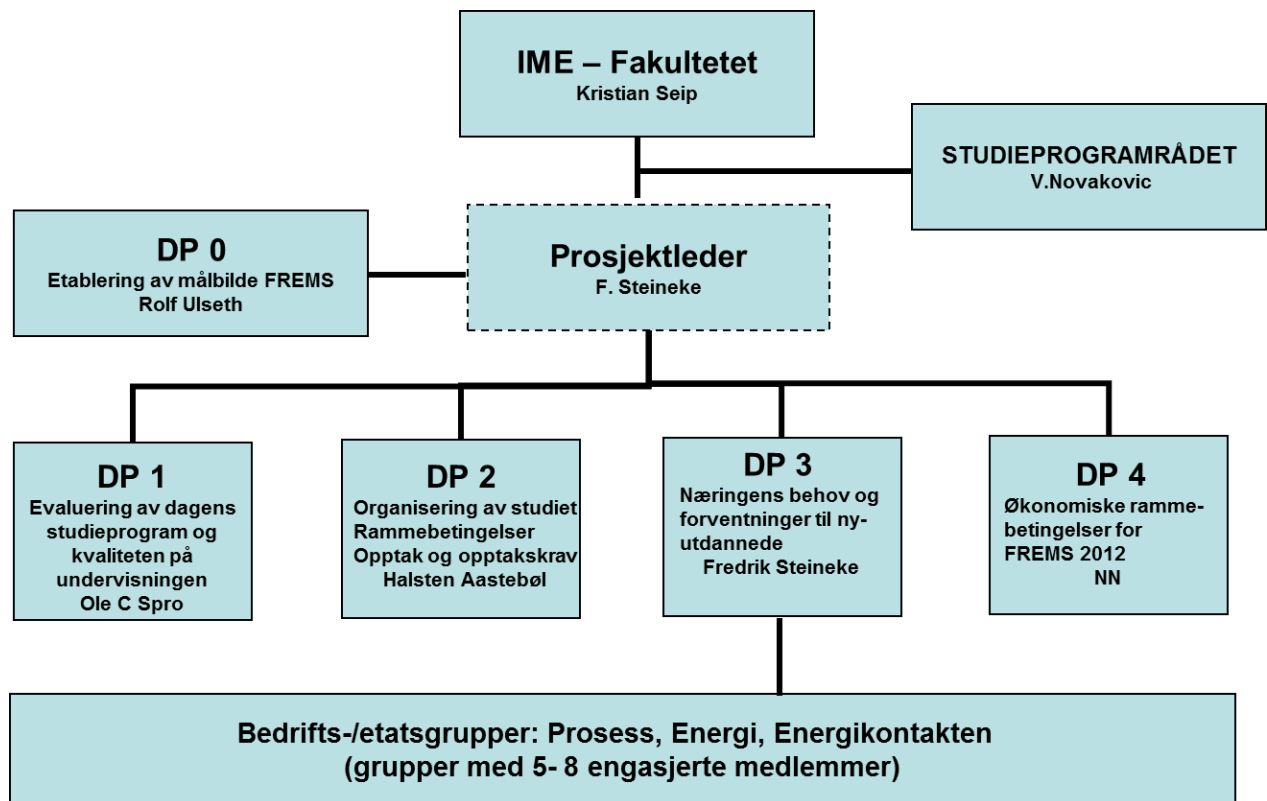
I juni 2009 ble nedsatt en ny arbeidsgruppe. Gruppens oppgave var å komme med forslag til mandat, organisering, tidsplan og budsjett for et prosjekt som senere ble kalt FREMS 2012. Hensikten med FREMS 2012 var å revidere studieprogrammet E&M slik at det møter fremtidens utfordringer og behov og er et ledd i kvalitetssikringen av utdanningen ved NTNU. Prosjektet er et samarbeid mellom Institutt for Elkraftteknikk ved Fakultet for informasjonsteknologi, matematikk og elektroteknikk (IME), Institutt for Energi og

Prosessteknikk ved Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi (IVT) og Energikontakten. Prosjektet startet våren 2010, og revidert studieplan forventes godkjent av Forvaltningsutvalget for sivilingeniør utdanningen (FUS) ved NTNU, slik at nye studenter til det reviderte E&M studiet tas inn studieåret 2012/2013.

## 1.2 FREMS - prosjektet

Prosjektbeskrivelsen finnes i rapporten ”Fremtidens Energi og Miljøstudium – Prosjektbeskrivelse”/1/. Prosjektbeskrivelsen ble godkjent av styringskomiteen våren 2010. E&M studiet er revidert i samarbeid med E&M studenter, faglærere ved instituttene og representanter fra industri og næringsliv (Energikontaktens medlemsbedrifter) og en internasjonal arbeidsgruppe.

Prosjektet består av 5 delprosjekter (DP0 – DP4) samt tilbakemeldinger fra en rekke bedrifts- og etatsgrupper. Organisasjonskartet er vist nedenfor. En nærmere beskrivelse av delprosjektene, mandatet til delprosjektet og resultatmål finnes prosjektbeskrivelsen.



Det er i prosjektperioden avholdt flere faglærermøter, interne arbeidsmøter, møter med E&M studenter, møter med representanter fra industri og næringsliv, bransje- og etatsgrupper og møter i Studieprogramrådet. En internasjonal arbeidsgruppe har evaluert forslaget til revidert studieprogram. Styringskomiteen, instituttansatte, studentene og medlemmene av bedrifts – og etatsgruppene har blitt oppdatert om prosjektfremdriften på møter og i nyhetsbrev.

## 1.3 Organisasjon og terminologi

NTNU består i dag av 7 fakulteter med 53 institutter og tilbyr 130 studieprogrammer med over 3000 enkeltemner. Studieprogrammet Energi og Miljø er ikke en organisatorisk enhet på NTNU fordi studiet er et samarbeid mellom Institutt for Elkraftteknikk ved IME- fakultetet og

Institutt for Energi og Prosessteknikk ved IVT- fakultetet. IME - og IVT fakultetene er organisert i henholdsvis 6 og 10 institutter. Fakultetene ledes av Dekanus med støtte fra Prodekanus for undervisning og Prodekanus for forskning. Studieprogrammet ledes i dag av en studieprogramleder og et studieprogramråd. I rådet deltar studieprogramleder og representanter for faglærere og studenter. I denne rapporten benyttes det en del forkortelser og begreper som brukes i studieplanarbeidet ved NTNU. Viktige begreper er vist i Tabell 1-1 Terminologi.

**Tabell 1-1 Terminologi**

Avsluttende eksamen	En vurderingsform som normalt er lagt til slutten av semesteret og som blir gjennomført under kontrollerbare forhold. Når avsluttende eksamen blir holdt, er det som regel den siste vurderingen av studenten i et emne eller en emnegruppe
Sluttkarakter	Den karakteren som settes i et emne eller en emnegruppe, basert på alle karaktergivende vurderinger som til sammen inngår. Delkarakterene er vektet slik emnebeskrivelsen fastsetter,
Emne	Den minste enheten en student kan vurderes i og som fører til en sluttkarakter. Emnet er gitt et omfang målt i studiepoeng. Emnet inneholder aktiviteter som kan danne grunnlag for vurdering. Aktivitetene kan være obligatoriske. Emnene som gis innen Institutt for Elkraftteknologi har emnekode TET mens emnene ved Institutt for Energi og prosesssteknikk har emnekode TEP. Emner med andre emnekoder gis av andre institutter.
Fag	Samling av emner under en felles betegnelse i en studieplan.
Studiepoeng	Mål på studiebelastning normert til 60 studiepoeng som tilsvarer ett studieårs arbeidsinnsats.
Studieprogram	Et sett emner som utgjør en studiemessig helhet, som studenter tas opp til, får studierett til og som fører fram til en grad.
Studieretning	En faglig spesialisering innenfor et studieprogram, beskrevet i studieprogrammets studieplan.
Hovedprofil	Emner som gjennom studieplanen er definert til å høre faglig sammen og som kan utfylle hverandre slik at de omfatter og går ut over grunnivået i et studieprogram. Dersom et masterprogram bygger på en fullført bachelorgrad, inneholder hovedprofilen det faglige grunnlaget for opptak til masterprogrammet i faget
Faggruppe	Knyttet til fag. Har en faggruppeleder, og tar beslutninger på faggruppenivå.
Ekspertes i Team (EiT)	Tverrfaglig obligatorisk emne i 8. semester som er felles for masterprogram på NTNU
Faglærer	Vitenskapelig ansatt som underviser et emne. Det kan være flere faglærere i et emne.
Emneansvarlig	Organisatorisk ansvarlig for undervisningen og gjennomføringen av et emne

## 2 Føringer for ny studieplan

### 2.1 Målbildet for studieprogrammet E&M

Arbeidsgruppen DP0 som besto av faglærere fra involverte institutter, E&M studenter og representanter fra industri og næringsliv har utarbeidet målbildet for det nye studieprogrammet. Målbildet beskriver et studium som utdanner dyktige, motiverte og samfunnsengasjerte teknologer innen energiområdet. Det legges vekt på at studiet skal være en attraktiv læringsarena, møte samfunnets behov for energi og miljøkompetanse og være et forskningsbasert profesjonsstudium. Følgende kriterier skal gjelde:

#### Samfunnets behov for E&M - kompetanse

E&M er Norges største og ledende masterstudium innen energiområdet. Kandidater fra E&M er konkurransedyktige i et internasjonalt arbeidsmarked. E&M skal være av sentral nasjonal betydning for utvikling av energisektoren og for at samfunnets behov for teknologisk kompetanse dekkes på en god og fremtidsrettet måte. E&M skal være en drivkraft for forskning og utvikling av forskerkompetanse ved at minst 10 % av masterkandidatene fortsetter med ph.d.-studier.

#### E&M - studiet og den globale utfordring

På bakgrunn av et stadig økende energibehov og nødvendigheten av å redusere utslipp av CO<sub>2</sub> og andre miljøgasser har E&M som mål å være en viktig bidragsyter til bærekraftig produksjon og forvaltning av verdens energiressurser.

#### Læringsmål for studiet

Faglærere, studenter og næringslivet har en felles forståelse av hva som er viktig og riktig kunnskap på energi- og miljøområdet. Etter fullført studium har kandidatene solid fagkunnskap innenfor de sentrale deler av fagområdet samt dybdekunnskap innen et begrenset felt knyttet opp mot aktiv forskning og tilstrekkelig faglig innsikt til å ta i bruk nye forskningsresultater. De kan bidra til innovasjon og entreprenørskap og kan vurdere teknologiske, etiske og samfunnsmessige effekter av prosjekter og eget arbeid.

#### Faglig innhold

Det faglige innholdet i E&M er solid forankret i næringslivets behov og i sterke og internasjonalt orienterte forskningsmiljøer. Forskningen knyttet til E&M skal være rettet mot sentrale faglige og samfunnsmessige utfordringer og bidra vesentlig til å sette dagsorden innen fagområdet. De matematiske, naturvitenskapelige og tekniske grunnlagsfagene gir et solid teoretisk grunnlag for fordypning og livslang læring.

#### En attraktiv læringsarena

E&M - studiet ved NTNU er attraktivt for studenter både nasjonalt og internasjonalt. Søkningen til studieplassene er blant topp 3 ved NTNU. E&M har et fremragende læringsmiljø, og undervisningen er forskningsbasert og næringsrelevant. E&M skal ha en gjennomføringsandel > 90 %.

#### En attraktiv arbeidsplass og en naturlig samarbeidspartner

E&M er et attraktivt arbeidssted for vitenskapelig ansatte. E&M er norsk næringslivs viktigste samarbeidspartner for profesjonsutdanning på masternivå samt for etter- og videreutdanning av sivilingeniører. Masterutdanning for ingeniører med bachelorgrad inngår som en integrert del av E&M s virksomhet.

### 2.2 Læringsmål for studieprogrammet Energi og Miljø

Arbeidsgruppen DP2 har hatt ansvaret for læringsmålene for studieprogrammet Energi og Miljø. Det nasjonale kvalifikasjonsrammeverket stiller krav om utvikling av læringsmål på

alle nivå i undervisningen, helt fra studieprogram til de enkelte emner. Læringsmålet for studieprogrammet og studieretninger ble utviklet av studieprogramrådet og drøftet med faglærerne i faglærermøter. Denne prosessen ble gjennomført som en del av FREMS prosjektet.

Studieprogrammet Energi og miljø gir grunnleggende kunnskaper om elektrisk og termisk energi. Ut fra dette grunnlaget gir utdanningen mulighet til fordypning innenfor et bredt spekter innen programmets tre studieretninger: Energiplanlegging og miljøanalyse, Elektrisk energiteknikk og smarte nett og Energi- og prosessteknikk. Studieprogrammet omfatter ulike teknologier for å frembringe, transportere, omforme og anvende elektrisk og termisk energi. Dessuten omfatter studieprogrammet metoder for å kartlegge og analysere energiforsyning og energibruk og ut fra dette legge grunnlag for energiplanlegging på lokalt, regionalt og nasjonalt nivå. Studieprogrammet gir kunnskaper om miljømessige og økonomiske konsekvenser av energiproduksjon, -transport og -bruk samt teknologi for å redusere miljøbelastning og ressursbruk. Miljøperspektivet sikres gjennom fokus på fornybar energiproduksjon, renseteknologier, effektiv energibruk i industri, bygninger og miljøvennlige fremdriftssystemer i transportsektoren. Utdanningen skal gi kunnskaper og ferdigheter slik at kandidatene kan delta aktivt i arbeidet med å utvikle nåværende og fremtidig energirelatert næringsliv og forvaltning, slik som energiforsyning, prosess- og petroleumsindustri, leverandørindustri, konsulentvirksomhet og offentlige etater. Utdanningen skal også legge grunnlaget for en forskerutdanning.

### **Kunnskaper**

En Sivilingeniør i Energi og miljø fra NTNU har:

- Brede kunnskaper innenfor basisfagene matematikk, fysikk og informasjonsteknologi (IT). Dette gir grunnlag for metodeforståelse, anvendelse, faglig fornyelse og omstilling innen energi- og miljøteknologisk virksomhet.
- Brede kunnskaper innenfor de energitekniske basisfag i elektroteknikk, termodynamikk og mekanikk.
- Avansert vitenskapelig og teknologisk orientert kunnskap innenfor energitekniske disipliner og evner å omsette denne kunnskapen i praktisk virke. Fagområdene beherskes på ulike abstraksjonsnivå, fra laboratorievirksomhet til grunnleggende teori, inkludert en reflektert forståelse av fagenes innhold og relasjoner til andre fagområder.
- Innsikt i øvrige relevante ingeniørvitenskapelige fag innenfor for eksempel kjemi, statistikk og reguleringsteknikk.
- Dybdekunnskap innenfor en av fordypningsretningene (1) Energi- og prosessteknikk, (2) Energiplanlegging og miljøanalyse, (3) Elektrisk energiteknikk og smarte nett. På utvalgte områder er denne kunnskapen ført fram til dagens forskningsfront eller aktuelle forsknings- og utviklingsoppgaver innenfor næringsliv og forvaltning. Dybdekunnskapen gir en god basis for innovative bidrag til ny kunnskap innenfor energi- og miljørelaterte systemer, prosesser eller komponenter.
- Innsikt i filosofi- og vitenskapshistorie, vitenskapsteori, etikk og argumentasjonsteori for å kunne forholde seg reflektert til sitt fagområde og vitenskapene generelt.

### **Ferdigheter**

En Sivilingeniør i Energi og miljø fra NTNU skal kunne:

- Definere, modellere og analysere sammensatte energi- og miljøfaglige problemer, planlegge og utføre utrednings- eller planleggingsoppgaver, og gjøre velbegrunnede

valg av relevante metoder. Metodene kan anvendes til å løse energi- og miljøteknologiske utfordringer på en selvstendig og systematisk måte.

- Registrere og kritisk evaluere tilgjengelig kunnskap innenfor energi- og miljøfaglige problemstillinger, og eventuelt innhente nødvendig ekspertise. Sivilingeniøren kan integrere ny kunnskap og samtidig vurdere dens begrensninger, tvetydighet og ufullstendighet.
- Designe og analysere enkeltkomponenter og systemer knyttet til de dybdekunnskaper den enkelte kandidat har tilegnet seg.
- Arbeide selvstendig og i tverrfaglige grupper. Samarbeide effektivt med spesialister og om nødvendig ta egne initiativ.
- Forny og omstille seg, herunder aktivt oppdatere egen kompetanse på eget initiativ.
- Gjennomføre et selvstendig, avgrenset energi- og miljøfaglig forsknings- eller utviklingsprosjekt under veiledning og i tråd med gjeldende forskningsetiske normer.
- Bruke sine kunnskaper til å skape ny virksomhet innenfor eksisterende og fremtidig industri.

## **Generell kompetanse**

En Sivilingeniør i Energi og miljø fra NTNU:

- Kan samarbeide og bidra til tverrfaglig samhandling.
- Evner å kommunisere effektivt både overfor fagfolk og ikke-spesialister. Dette gjelder kunnskapsformidling, beskrivelse av oppgaver som er løst, vurderinger som er gjort og konklusjoner som er trukket. Spesielt inkluderer dette utarbeidelse av rapporter, vitenskapelige publikasjoner og presentasjoner.
- Har et internasjonalt perspektiv på sin profesjon og kan utvikle evne til internasjonal orientering og samhandling.
- Kan bidra til nytenking og innovasjonsprosesser.
- Kan vurdere og beregne teknologiske, etiske og samfunnsmessige effekter av prosjekter og eget arbeid. Tar ansvar for arbeidets effekt på en bærekraftig og samfunnsmessig utvikling.

## **2.3 Læringsmål for studieretninger:**

### **2.3.1 Elektrisk energiteknikk og smarte nett**

#### **Kunnskap**

En Sivilingeniør med studieretning Elektrisk energiteknikk og smarte nett har:

- Brede kunnskaper innenfor basisfagene matematikk, fysikk og informasjonsteknologi (IT). Dette gir grunnlag for metodeforståelse, anvendelse, faglig fornyelse og omstilling innenfor energi- og miljøteknologisk virksomhet.
- Brede kunnskaper innenfor de energitekniske basisfag i elektroteknikk, termodynamikk og mekanikk.
- Avanserte ingeniørvitenskapelige kunnskaper innenfor Elektrisk energiteknikk og smarte nett. Sentralt er anvendelsen av de grunnleggende aspekter innenfor elkraftteknikk: elektriske maskiner, høyspenningsteknologi, kraftsystemanalyser og andre tilknyttede fag herunder IKT. Fagområdene beherskes på ulike abstraksjonsnivå, fra

laboratorievirksomhet til grunnleggende teori, inkludert en reflektert forståelse av fagenes innhold og relasjoner til andre fagområder.

- Innsikt i øvrige relevante ingeniørvitenskapelige fag innenfor for eksempel kjemi, statistikk og reguleringsteknikk.
- Dybdekunnskap om ett eller flere av følgende tema:
  - Produksjon av elektrisk energi fra fossile og fornybare energikilder.
  - Overføring av elektrisk energi
  - Bruk av elektrisk energi.
- Innsikt i filosofi- og vitenskapshistorie, vitenskapsteori, etikk og argumentasjonsteori for å kunne forholde seg reflektert til sitt fagområde og vitenskapene generelt.

## **Ferdigheter**

En Sivilingeniør med studieretning Elektrisk energiteknikk og smarte nett skal kunne:

- Definere, modellere og analysere sammensatte problemer innenfor Elektrisk energiteknikk og smarte nett, planlegge og utføre utrednings- eller planleggingsoppgaver, og gjøre velbegrunnede valg av relevante metoder. Metodene kan anvendes til å løse utfordringer innenfor Elektrisk energiteknikk og smarte nett på en selvstendig og systematisk måte.
- Registrere og kritisk evaluere tilgjengelig kunnskap innenfor problemstillinger knyttet til Elektrisk energiteknikk og smarte nett, og eventuelt innhente nødvendig ekspertise. Sivilingeniøren kan integrere ny kunnskap og samtidig vurdere dens begrensninger, tvetydighet og ufullstendighet.
- Designe og analysere enkeltkomponenter og systemer knyttet til de dybdekunnskaper den enkelte kandidat har tilegnet seg.
- Arbeide selvstendig og i tverrfaglige grupper. Samarbeide effektivt med spesialister og om nødvendig ta egne initiativ.
- Gjennomføre et selvstendig, avgrenset forsknings- eller utviklingsprosjekt innenfor Elektrisk energiteknikk og smarte nett under veiledning og i tråd med gjeldende forskningsetiske normer.
- Forny og omstille seg, herunder aktivt oppdatere egen kompetanse på eget initiativ.
- Bidra til utvikling og implementering av ny teknologi innenfor Elektrisk energiteknikk og smarte nett.
- Bruke sine kunnskaper til planlegging og drift av vårt nåværende og fremtidige energisystem.

## **Generell kompetanse**

Som under læringsmål for studiet.

### **2.3.2 Energiplanlegging og miljøanalyse**

#### **Kunnskap**

En Sivilingeniør med studieretning Energiplanlegging og miljøanalyse har:

- Brede kunnskaper innenfor basisfagene matematikk, fysikk og informasjonsteknologi (IT). Dette gir grunnlag for metodeforståelse, anvendelse, faglig fornyelse og omstilling innenfor energi- og miljøteknologisk virksomhet.
- Brede kunnskaper innenfor de energitekniske basisfag i elektroteknikk, termodynamikk og mekanikk.

- Avanserte ingeniørvitenskapelige kunnskaper innenfor Energiplanlegging og miljøanalyse, herunder samspill mellom ulike energibærere. Sentralt er anvendelsen av de grunnleggende aspekter innenfor energiplanlegging, operasjonsanalyse, elektroteknikk, statistikk og andre tilknyttede fag. Fagområdene beherskes på ulike abstraksjonsnivå, fra laboratorievirksomhet til grunnleggende teori, inkludert en reflektert forståelse av fagenes innhold og relasjoner til andre fagområder.
- Innsikt i øvrige relevante ingeniørvitenskapelige fag innenfor for eksempel kjemi, statistikk og reguleringsteknikk.
- Dybdekunnskap om ett eller flere av følgende tema:
  - Energiforsyning og klimatisering av bygninger. Herunder helse-, trivsel og produktivitet relatert til innemiljø, termisk og elektrisk energiforsyning og valg av energiløsninger.
  - Energianalyser og planlegging. Herunder kraftmarkeder, leveringskvalitet, pålitelighet, distribusjon, og planlegging av drift, vedlikehold og investeringer i energiproduksjon og nett.
  - Energi- og miljøanalyse. Herunder livsløpsanalyser, klimakunnskap, miljø- og resursøkonomi, energi-/miljøpolitikk.
- Innsikt i filosofi- og vitenskapshistorie, vitenskapsteori, etikk og argumentasjonsteori for å kunne forholde seg reflektert til sitt fagområde og vitenskapene generelt.

## **Ferdigheter**

En Sivilingeniør med studieretning Energiplanlegging og miljøanalyse skal kunne:

- Definere, modellere og analysere sammensatte problemer innenfor Energiplanlegging og miljøanalyse, planlegge og utføre utrednings- eller planleggingsoppgaver, og gjøre velbegrunnede valg av relevante metoder. Metodene kan anvendes til å løse utfordringer innenfor Energiplanlegging og miljøanalyse på en selvstendig og systematisk måte.
- Registrere og kritisk evaluere tilgjengelig kunnskap innenfor problemstillinger knyttet til Energiplanlegging og miljøanalyse, og eventuelt innhente nødvendig ekspertise. Sivilingeniøren kan integrere ny kunnskap og samtidig vurdere dens begrensninger, tvetydighet og ufullstendighet.
- Designe og analysere systemer og enkeltkomponenter knyttet til de dybdekunnskaper den enkelte kandidat har tilegnet seg.
- Arbeide selvstendig og i tverrfaglige grupper. Samarbeide effektivt med spesialister og om nødvendig ta egne initiativ.
- Gjennomføre et selvstendig, avgrenset forsknings- eller utviklingsprosjekt innenfor Energiplanlegging og miljøanalyse under veiledning og i tråd med gjeldende forskningsetiske normer.
- Fornye og omstille seg, herunder aktivt oppdatere egen kompetanse på eget initiativ.
- Bidra til utvikling og implementering av ny teknologi innenfor fagområdet.
- Bruke sine kunnskaper til planlegging og drift av vårt nåværende og fremtidige energisystem.
- Forstå spillet mellom ulike energibærere samt sammenhenger mellom Energiplanlegging og miljøanalyse.

## **Generell kompetanse**

Som under læringsmål for studiet.

### 2.3.3 Energi- og prosesssteknikk

#### Kunnskap

En Sivilingeniør med studieretning Energi- og prosesssteknikk har:

- Brede kunnskaper innenfor basisfagene matematikk, fysikk og informasjonsteknologi (IT). Dette gir grunnlag for metodeforståelse, anvendelse, faglig fornyelse og omstilling innenfor energi- og miljøteknologisk virksomhet.
- Brede kunnskaper innenfor de energitekniske basisfag i elektroteknikk, termodynamikk og mekanikk.
- Avanserte ingeniørvitenskapelige kunnskaper innenfor varme- og energiteknikk. Sentralt er anvendelsen av de grunnleggende aspekter innenfor mekanikk, termodynamikk, fluidmekanikk, statistikk og andre tilknyttede fag. Fagområdene beherskes på ulike abstraksjonsnivå, fra laboratorievirksomhet til grunnleggende teori, inkludert en reflektert forståelse av fagenes innhold og relasjoner til andre fagområder.
- Innsikt i øvrige relevante ingeniørvitenskapelige fag innenfor for eksempel kjemi, statistikk og reguleringsteknikk.
- Dybdekunnskap om ett eller flere av følgende tema:
  - Hvordan elektrisitet og varme produseres fra fossile energikilder.
  - Hvordan elektrisitet og varme produseres fra fornybare energikilder.
  - Optimalisering av energibruk i industri og bygninger.
  - Industriell prosesssteknikk.
- Innsikt i filosofi- og vitenskapshistorie, vitenskapsteori, etikk og argumentasjonsteori for å kunne forholde seg reflektert til sitt fagområde og vitenskapene generelt.

#### Ferdigheter

En Sivilingeniør med studieretning Energi- og prosesssteknikk skal kunne:

- Definere, modellere og analysere sammensatte varme- og energifaglige problemer, planlegge og utføre utrednings- eller planleggingsoppgaver, og gjøre velbegrunnede valg av relevante metoder. Metodene kan anvendes til å løse varme- og energiteknologiske utfordringer på en selvstendig og systematisk måte.
- Registrere og kritisk evaluere tilgjengelig kunnskap innenfor varme- og energifaglige problemstillinger, og eventuelt innhente nødvendig ekspertise. Sivilingeniøren kan integrere ny kunnskap og samtidig vurdere dens begrensninger, tvetydighet og ufullstendighet.
- Designe og analysere enkeltkomponenter og systemer knyttet til de dybdekunnskaper den enkelte kandidat har tilegnet seg.
- Arbeide selvstendig og i tverrfaglige grupper. Samarbeide effektivt med spesialister og om nødvendig ta egne initiativ.
- Gjennomføre et selvstendig, avgrenset varme- og energifaglig forsknings- eller utviklingsprosjekt under veiledning og i tråd med gjeldende forskningsetiske normer.
- Fornye og omstille seg, herunder aktivt oppdatere egen kompetanse på eget initiativ.
- Bidra til utvikling og implementering av ny teknologi innenfor industriell anvendelse av Energi- og prosesssteknikk.
- Bruke sine kunnskaper til å skape ny virksomhet innenfor eksisterende og fremtidig industri.

## **Generell kompetanse**

Som under læringsmål for studiet.

## **2.4 Tilbakemelding fra studenter og faglærere**

Studieprogrammet Energi og Miljø tok opp de første studentene i 1998. Et stort antall søkere søkte seg til E&M studiet de første årene. Etter hvert sank antall søkere noe, men etter 2007 har søkerantallet igjen vært meget stort. Det viser at studieprogrammet er meget populært blant ungdom som søker høyere teknologisk utdanning. I 2007 ble det gjennomført en omfattende egevaluering av hele studieprogrammet. Basert på erfaringer fra revideringer av andre studieprogram på NTNU, ble FREMS 2012 startet våren 2010. Implementeringen av resultatene fra prosjektet skal skje fortløpende og de første studentene til det reviderte programmet skal tas opp høsten 2012. Føringer for revisjonen av studieprogrammet er basert på tilbakemeldinger fra studentene, faglærere, representanter fra industri og næringsliv, internasjonal evaluering av programmet, samt kravene i målbildet for studieprogrammet og læringsmålene. Videre er innholdet i studieprogrammet blitt diskutert på faglærermøter og med ledelsen ved instituttene og fakultetene.

### **2.4.1. Selvevalueringen 2007 /2/**

I forbindelse med den interne evalueringen av E&M studiet i 2007 ble det gjennomført en SWOT-analyse. Resultatet fra analysen i 2007 er sammenliknet med resultater fra spørreundersøkelser gjennomført høsten 2010. Det er overenstemmelse mellom SWOT analysen 2007 og tilbakemeldinger høsten 2010 med unntak av at man i 2007 fryktet nedgang i antall søkere til E&M studiet fremover:

#### **Styrker**

- Sterke forskningsgrupper ved instituttene (jf. evaluering av Forskningsrådet i Norge), som samarbeider tett med SINTEF.
- Attraktivt studieprogram som tiltrekker dyktige søkere, og blant disse er et økende antall kvinnelige studenter.
- Meget relevant utdanning for industri og samfunn. Kandidater har ingen problemer med å finne relevante jobber etter endt utdanning.
- Tverrfaglig program, som tilbyr mange muligheter for studentene.
- Sterk tradisjon for godt samarbeid med bransjene gjennom næringslivsringen "Energikontakten" og med studentenes linjeforening "Emil".

#### **Svakheter**

- Frafallet fra studieprogrammet under studietiden er for høyt selv om trenden er positiv.
- Felles kurs av tverrfaglig karakter krever koordinering og samarbeid. Det er utfordrende for instituttene.
- De miljømessige sidene ved studiet er for svake.
- Noen av de grunnleggende emnene blir undervist i samme form for flere studieprogram, noe som gjør dem mindre relevant for hvert program.
- Budsjettmodellen ved universitetet fremmer ikke tverrfaglige program, og i dag har studieprogrammet for mange emner med for få studenter i forhold til finansiering fra universitetet.

#### **Muligheter**

- Programmet er et svar på globale utfordringer og den miljømessige profilen bør derfor styrkes.

- Følg opp studentene for å få redusert frafallet, prioriter aktiviteter rettet mot motivasjon og mestring av studiene.
- Bedre samarbeidet mellom instituttene om prosjekt-/ masteroppgaver og forskning for å utnytte den tverrfaglige forskningen til ytterligere å styrke forskningsbasert undervisning.
- Utvikle samarbeidet med SINTEF og Energikontaktens medlemsbedrifter med hensyn til doktorgradsprogrammer, og bruke ressurser fra næringslivet i undervisningen.
- Et 5 års program med spesialisering og en 5 måneders masteroppgave vil gi bedre forsknings muligheter, inkludert grunnlag for doktorgradstudier og vitenskapelig publisering.

### **Trusler**

- Programmet er for bredt på bekostning av spesialisering.
- Manglende budsjett for tverrfaglige programmer.
- “Power Engineering” delen av Energi og miljø-programmet har blitt for anonymt.
- Konkurransen med 3 +2 programmer ved andre institusjoner.
- Mulig reduksjon i antall søkere.

Konklusjon /3/ er at erfaringene fra E&M studiet viser at det kan bli bedre. De trender vi ser i dag, går i riktig retning. Det anbefales at programmet fortsetter med samme navn. Det er nødvendig med kvalitetsheving i enkelte fag, justering av læreplanen og endringer i programmets struktur. Det er en generell enighet om at det utdannes for få MSc - kandidater med bakgrunn fra studieprogrammet Energi og Miljø, selv om antall søkere tatt opp er i tråd med målet den gang studieprogrammet ble startet.

### **2.4.2 Studentenes evaluering av E&M studiet /4/**

Evalueringen ble gjennomført høsten 2010 som spørreundersøkelser blant E&M studenter. Det ble avholdt to undersøkelser, en for 1. -2. årsstudenter og en for 3. – 5. årsstudenter.

Hovedkonklusjonene er:

- Et for stort antall studenter som starter på E&M studiet slutter under studietiden eller skifter til andre studieprogram
- Svært mange studenter som hadde bestemt seg for spesialisering innen elkraftteknikk før de starter studiene, velger denne studieretningen
- Alt for få norske studenter i studieprogrammet fortsetter med doktorgrad.
- Studentene savner anbefalte emnekombinasjoner for hovedprofilene i studieprogrammet, men foretrekker å ha muligheten til å velge egne emner uavhengig av anbefalinger
- Faglig rådgivning og informasjon til studentene kan bli bedre
- Studentene er svært positive til å samarbeide med industrien i prosjekt- og masteroppgaver
- Kvaliteten på undervisningen må forbedres, særlig i enkelte obligatoriske emner.
- Studentene savner en klargjøring hvordan institutt for elkraftteknikk og institutt for energi – og prosessteknikk samarbeider og utnytter synergieffekter i studieprogrammet E&M.
- Det er et generelt ønske blant studentene om å kunne velge fag og studieretning tidligere, for å kunne spesialisere seg fortere. Flere føler at de har tatt fag de aldri kommer til å få bruk for.

Spesielle emner som studentene mener må forbedres er:

- o TEP4225 Energi og miljø
- o TET4155 Energisystemer

- o TFE4112 Elektriske kretser
- o TET4100 Kretsanalyse
- o TMT4112 Kjemi
- o TEP4195 Turbomaskiner
- o TEP4212 Gassrensing og utslippskontroll

- Noen av studentene ser ikke relevansen av enkelte obligatoriske emner
- Enkelte studenter mangler forståelse for viktigheten av laboratoriearbeid
- Få gode fag for Elektrisk energiteknikk i 5. semester.
- Få gode fag for Varme – og energiprosesser i 7 semester.

Mer informasjon finnes i rapporten: Evaluering av studieprogrammet og kvaliteten på undervisningen. /3/

### **2.4.3 Innspill fra faglærere**

Det er i prosjektet avholdt 3 halvdagsmøter med faglærere ved instituttene Elkraft og EPT. En grunnholdning hos samtlige faglærere er at kvaliteten på grunnutdanningen i E&M-studiet (1. – 2 årskurs) ikke må endres, da basisfagene matematikk, fysikk, mekanikk etc som undervises i dag, er helt nødvendig om studieprogrammet skal kunne møte kravet til et internasjonalt ledende studieprogram innen energi og miljø. Kvaliteten på noen fag som studentene uttrykker misnøye med, må bli bedre. Studieprogrammet må få en sterkere miljøprofil uten at det går på bekostning av kvaliteten av andre fag. Antall valgfrie fag i 3.- 5 årskurs bør reduseres, og bransjene bør informere studentene om hvilke emner bransjen anser som viktige.

### **2.5 Innspill fra industri, næringsliv og bransjegrupper /5/**

I forbindelse med evalueringen av studieprogrammet ble det utarbeidet et spørreskjema som ble distribuert til medlemmene av bedrifts og etatsgruppene. Viktige bransjegrupper som ble forespurt var Energigruppa, RIF gruppa, Prosessgruppa, NRL – gruppa og Norsk Teknologi gruppa. Gruppene ble satt sammen av representanter fra medlemsbedriftene i Energikontakten og noen andre bedrifter.

Spørsmålene som ble stilt til bransje- og etatsgruppene, var delt i 4 hovedgrupper

- Krav og forventninger fra næringslivet
- Spiss – og breddekompetanse
- Videre utdanning og samarbeid
- Bransjebeskrivelse og utfordringer

Bransjegruppene og den enkelte industrirepresentant har gitt verdifulle tilbakemeldinger. En mer komplett oversikt over tilbakemeldingene finnes i FREMS rapporten “ En oversikt over tilbakemeldinger og forslag til forbedringer fra etats- og bedriftsgruppene” juni 2011/5/. Forslag til forbedringer til E&M studiet fra industri og næringsliv har blitt presentert for styringskomiteen, studieprogramrådet og faglærere.

### **2.5.1 Krav og forventninger fra næringslivet**

Et solid teoretisk fundament innen matematikk, fysikk, og grunnleggende ingeniørfag er nødvendig for sivilingeniørene fra Energi og miljø. Energi & Miljø studiet er et svært tverrfaglig felt som krever mye av studentene, både med tanke på forståelse av de generiske ingeniørfagene, som grunnlaget for å kunne se sammenhenger på tvers, og av de mer energi- og miljøpolitiske problemstillinger verden står ovenfor. En dyktig sivilingeniør må forstå samfunnsmekanismer, kunne tenke nytt, og kunne formidle tanker, ideer og løsninger på en forståelig måte både til opinionen, politikere og til beslutningstakere. Miljø-konsekvenser ved energiproduksjon og - bruk er sentrale elementer i studiet. Studiet ved NTNU bør inneholde minimum 3 måneders praksis. Praksistiden kan kombineres med prosjekt- og masteroppgaver. Anslagene fra bransje- og etatsgruppene og andre viser at behovet for nyutdannede sivilingeniører fra studieprogrammet E&M med stor sannsynlighet langt på vei vil overskride utdanningskapasiteten ved NTNU utfra dagens rammebetingelser.

Det er viktig at E&M-studentene får en solid grunnutdanning i 1.-2. årskurs. Også på dette nivået vil det være viktig at fagfolk i industri, næringsliv, forvaltning og forskning har en rolle. Denne rollen kan fylles ved at næringslivet, forvaltning og forskning stiller seg til disposisjon og utvikler et samarbeid med institusjonen om deltakelse i forelesninger. Dette for å synliggjøre hvorfor disse grunnfagene er viktige byggesteiner videre i studiet og senere i arbeidslivet.

Det skorter på kunnskap og veiledning om relevansen av en del frie fag, og næringslivet anbefaler derfor at det utarbeides en liste fag (tekniske og ikke-tekniske) som er av relevans til studiet. E&M-studiet trenger mer miljørettede fag selv om det går på bekostning av tradisjonelle maskin- og elektrofag. Studieretningen virker for preget av sitt opphav i maskin og elektro og bør utvides med større innslag fra andre deler av NTNU for å få større troverdighet

Nyansatte fra Energi & Miljø vil normalt ha en bratt læringskurve i sitt arbeid i de første årene. Det næringslivet ønsker fra sine nyansatte er ikke at de kan alt, men at de har en god faglig basis og en forståelse av det brede energi- og miljøbildet. Dette muliggjør at de kan tilføre bedriften spisskompetanse og samtidig bli opplært i rask takt internt i bedriften. Dette har ikke bare med forelesningenes kvalitet å gjøre, men også med studieretningens totale kvalitet slik studentene vurderer det.

Energikontakten kan være et forum for og en møteplass også mellom institutt og næringsliv, der de universitetsansatte i større grad engasjerer seg mot bedriftene, formulere relevante oppgaver, og bruker sitt kontaktnett og foreslår personer i bedrifter som 2. veiledere.

### **2.5.2 Bransjebeskrivelse og utfordringer**

Strengere forskrifter og internasjonale trender vil etterspørre personer med energi og miljøkunnskap. Norge og potensielt norske universitetsstudier har i dag et fortrinn innen miljøsektoren, samtidig som det kreves stadige forbedringer siden konkurransen er hard.

CO2 og klima blir viktig, med spesiell vekt på stadig lavere CO2-utslipp fra energiproduksjon. Det er behov for både dybdekompetanse og breddeforståelse i de samme

hodene. Med breddeforståelse menes også forståelse for å arbeide i andre kulturer og under andre forhold enn i Norge. Andelen elektrisitet i sluttenergibruken vil fortsette å vokse, noe som gjør det naturlig med stor fokus på hvordan elektrisitet genereres og transporteres. Fortsatt fokus på redusert energibruk og nye tekniske løsninger gir økt behov for studenter som fordypet seg i innenfor dette området. Utdanningen må også kunne ta høyde for utfordringer som i dag ennå ikke har fått full oppmerksomhet knyttet til konsekvenser. Et eksempel kan være eldrebølgen og velferdsteknologi. I et 10-20 års perspektiv vil det komme fullstendige ukjente og nye problemstillinger som kanskje stiller andre og nye krav til E&M studiet. Det er derfor viktig at studiet ikke er for fastlåst i et spor men er fleksibelt nok til å møte også disse utfordringene.

Det synes som om det er et behov for en grundig opplæring av nordmenn på et bredt plan. NTNU har her en viktig rolle å spille. Forståelse blant den brede opinion, byråkrater, politikere og media for energi og miljø synes gjennomgående å være fragmentert og usammenhengende. Det å utdanne kandidater som kan ta en rolle og utvide bredden i energi- og miljødebatten med faktisk kunnskap har stor verdi for bransjen.

## **2.6 Internasjonal evaluering av E&M studiet/6/**

Den internasjonale komiteen, bestående av fire medlemmer, professorene Enno Abel fra Chalmers University of Technology, Göran Andersson fra ETH Zürich, Liisa Haarla fra Aalto University og Philippe Mathieu fra Universitetet i Liège, var samlet to dager i april 2011 på NTNU for å evaluere forslaget til revidert studieprogram. Studieprogrammet har blitt revidert, utvidet og delvis fornyet. Hovedoppgaven til den internasjonale komiteen, var å vurdere om det nye studieprogrammet, er godt nok tilpasset de utfordringer og krav som industri, næringsliv, offentlige etater og undervisningssektoren vil møte de neste 10-15 år.

Komiteen erkjenner at studieprogrammet E&M har rollen som et pionerprogram innen feltet energi og miljø. Programmet gir en god innsikt og kunnskap om komponenter og delsystemer, for å møte fremtidige trender og muligheter. Basert på oversendte dokumenter til komiteen før møtet synes komiteen at den miljømessige profilen i programmet er for svak. Med introduksjonen av det nye obligatoriske kurset "Miljøanalyse", blir de fundamentale aspektene dekket på en mer tilfredsstillende måte for alle E&M studentene, og balansen mellom energi og miljømener blir bedre. Den nye hovedprofilen "Energiplanlegging og miljøanalyse" gjør miljøaspektet mer synlig og gir en god innføring i miljøaspekter relatert til energi. Likevel må programmet utvikles kontinuerlig for å møte fremtidens miljøutfordringer i alle typer energisystemer.

Dersom studieprogrammet E&M skal være et internasjonalt studieprogram, mener komiteen at programmet er for mye tilpasset norske behov. Programmet har tung satsing på vannkraft og vindkraft, og mindre fokus på termisk kraft (fossil og kjernefysisk brensel) og avfallshåndtering. Kjernekraft er ikke nevnt i det hele tatt i programmet.

Den internasjonale trenden i de kommende årene vil være innen etterspørsel, økende distribuert kraftproduksjon, økt energieffektivitet og karbonfattige energibærere (EU 20-20-20 innen 2020). Disse internasjonale trendene fremkommer ikke sterkt nok i programmet.

Komiteen mener at emner som materialer, korrosjon, lagring av elektrisitet og elektrifisering av transportsektoren mangler. Etterspørselssiden og energiøkonomi er noe dekket, men et sterkere fokus på disse temaene er sterkt å anbefale.

Hovedstrukturen er god. To år med obligatorisk kurs gir alle studentene et godt grunnlag for videre spesialisering for masterstudiet. Studieprogrammet har klart å sette sammen, på en konstruktiv måte, fag som dekker viktige basisemner fra elektro og maskin som det er aktuelt å arbeide innen energi og miljøområdene

Systemet med 7,5 studiepoeng for hvert fag eller emne er ganske stivt og gjør det vanskelig å skille mellom mer og mindre krevende emner. Studiepoengene, som blir gitt i dag, reflekterer ikke alltid den faktiske arbeidsmengden, og 7,5 inndelingen begrenser mulighetene for å introdusere nye kurs.

Noen navn på fag skjuler det egentlige innholdet, og representerer bare en liten detalj av et fag. Navnet bør reflektere hovedinnholdet i faget.

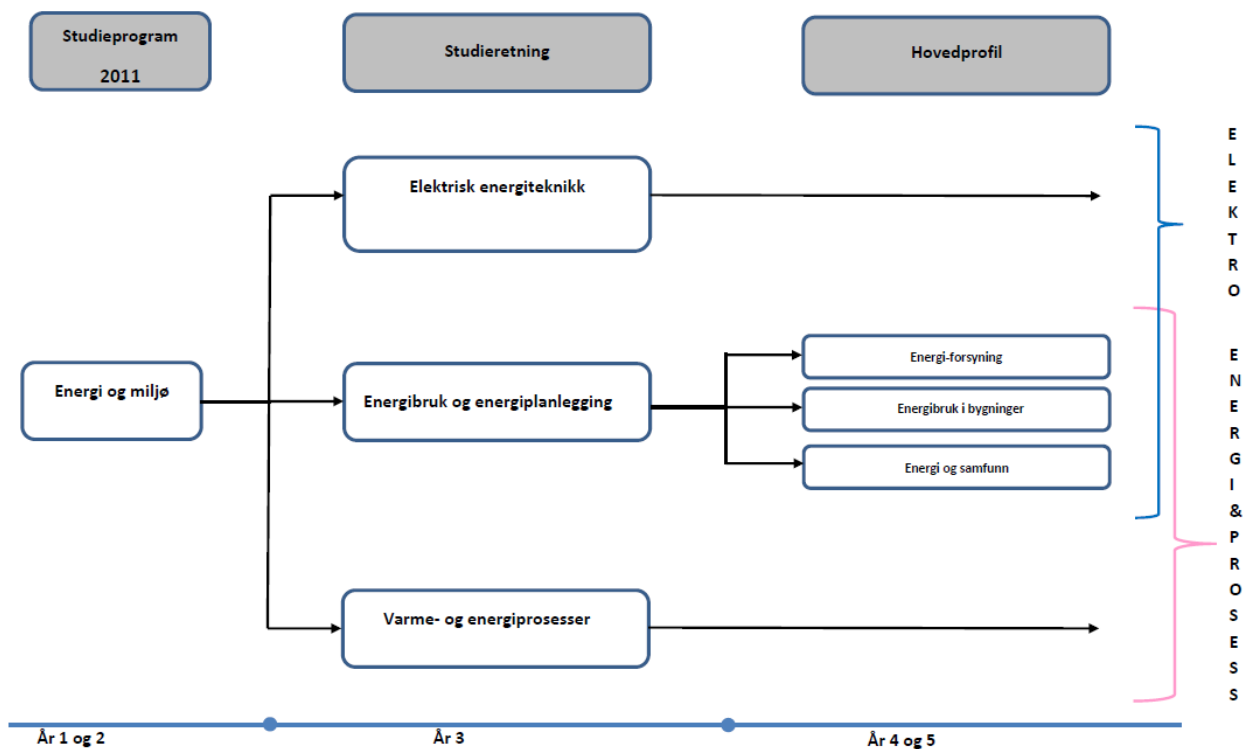
De nye navnene for de tre studieretningene "Elektrisk energiteknikk og smarte nett, Energiplanlegging og miljøanalyse og Energi – og prosessteknikk" er bedre enn de gamle navnene på studieretningene. Det obligatoriske kurset "Termodynamikk 1", bør inkludere grunnleggende innføring i kraft sykluser. Alle E&M studentene bør ha grunnleggende kunnskaper om kraft sykluser. For spesialisering innen termisk energi er et obligatorisk emne som omfatter elektrisk kraftproduksjon og CHP nødvendig. På sluttbruker siden, er byggesektoren godt ivaretatt, mens det finns svært lite om transportsektoren. Det nye kurset "Smart Grids" bør inneholde mer om fremtidige alternative distribusjonssystem.

Den nye miljøversjonen av studieprogrammet E&M gir studieprogrammet en mye bedre balanse mellom energi, miljø og økonomi. Da vil kompetansen og kunnskap innen energi og energirelaterte miljøspørsmål til de nyutdannede MSc - kandidatene bedre tilsvare hva som forventes, både på norsk og internasjonalt nivå.

## 3 Dagens studieplan

### 3.1 Studiestrukturen

Det opprinnelige E&M programmet har 3 studieretninger: Varme – og energiprosesser, Energibruk - og energiplanlegging og Elektrisk energiteknikk. Studieretningen Energibruk og energiplanlegging er videre inndelt i 3 hovedprofiler: Energibruk i bygninger, Energiforsyning og Energi og samfunn. Basisemnene (1.- 2. årskurs) er de samme for alle E&M studentene. Den "gamle" studiestrukturen er vist nedenfor.



## 4 Ny studieplan

### 4.1 Bakgrunn

Revideringen av studieprogrammet E&M er basert på FREMS 2012 prosjektet. Det er gjennomført flere høringsrunder i forbindelse med utarbeidingen av nytt studieprogram både hos næringen og ved NTNU. Innspillene fra bransjene har veid tungt, spesielt med tanke på problemstillinger rundt studentenes valg av studieretning og at noen bransjer ikke får dekket sine behov i studieprogrammet slik det foreligger i dag. Tilbakemeldingen fra den internasjonale evalueringskomiteen er tatt med i vurderingen, spesielt innenfor vektning av ulike fagområder og fagområder hvor komiteen påpeker svakheter i forslaget til nytt studieprogram.

Det er også lagt vekt på at man skal tilpasse seg den internasjonale situasjonen, herunder innebefattet Bologna-vedtakene. En undersøkelse av utdanningstilbudene ved flere internasjonale universiteter viser at disse ikke gjennomføres med fullstendig felles emnebakgrunn opp til 6. semester. Innenfor bachelor-delen av studieplanen finnes det valgmuligheter. Dette ser gruppen på som viktig, og det er derfor ikke lagt opp til en fullstendig felles plattform opp til 6. semester, men en basis der studentene har valgmuligheter det siste året (5. og 6. semester). Dette samsvarer med internasjonal praksis.

### 4.2 Generelle prinsipper om studiets oppbygning

Gjennom et 5 årig studieløp skal studentene tilegne seg kunnskap som gjør de attraktive og anvendelige innenfor bransjene som rekrutterer fra E&M studiet. De skal samtidig ha tilegnet seg kunnskap som gjør dem godt rustet for å takle komplekse problemer innenfor næringene. Det er også viktig at studentene fra dette har lagt grunnlaget som gjør de i stand til å videreutvikle sin kompetanse gjennom et ph.d - studium. Slike krevende rammeforutsetninger

for et studium krever at man har et systematisk studieløp, der man sikrer at riktig kompetanse tilegnes på riktig tidspunkt. Innenfor tyngre tekniske emner er det stor grad av kompetanse som bygger på hverandre, mens det innenfor enkelte andre områder kan læres mer parallelt. Dette er viktige forutsetninger som er vektlagt i forbindelse med fastsetting av læringsforløpet.

Basisemnene i 1. -2. årskurs omfatter blant annet fire matematikkemner, ett emne innenfor informasjonsteknologi og kjemi, ett programmeringsemne, tre elektroemner, tre energi- og prosesseemner, to E&M spesifikke emner og ett ikke teknisk (ex.phil) emne. Disse emnene er basisemner for mange av ingeniøremnene som følger senere i studiet. I tillegg har emnene en funksjon i å lære studentene problemdefinisjon og problemløsning. Evnene til å finne løsninger på i utgangspunktet svært komplekse problemer styrkes gjennom disse emnene. Kjennskap til næring, forskning og løsning av praktiske problemer, er også lagt inn i basisemnene. Gjennom disse emnene skal studentene tilegne seg operativ kunnskap på elementærnivå innenfor alle ulike deler av arbeidsspekteret til en E&M ingeniør. Fra 1. til 6. semester har studentene felles ingeniøremner. Dette er emner som gir grunnleggende teknisk kompetanse som det vil bygges videre på i fordypningsdelen av studiet. Ved å øke den felles basisen med et nytt obligatorisk miljømne "Miljøanalyse" i 6. semester, blir miljødelen i studieprogrammet styrket. Stadig mer komplekse prosjekter og problemstillinger krever at studentene har kunnskap ut over sitt eget spesialfelt. 7.-, 8.- og 9. semester skal i hovedsak inneholde fordypningsemner innenfor en eller flere fordypninger. Innenfor enkelte studieretninger som er typisk flerfaglige, er det naturlig å følge mer enn en fordypningsretning. Det er lagt spesielt vekt på at slike løp skal være mulige å gjennomføre, fordi det bidrar til en mer fleksibel bakgrunn for studentene. Likevel er det viktig at denne friheten ikke går på bekostning av fordypningsstudier. Enkelte av bransjene har gitt tilbakemelding om hvilke emner som bransjen mener er viktige. I tillegg til dette er det lagt inn to kompletterende teknologiemner, samt det obligatoriske faget Eksperter i Team (EiT).

### **4.3 Oppbygning i forhold til Bologna-rammeverk (internasjonal standard)**

Bologna-rammeverket er et felles internasjonalt rammeverk for høyere utdanning. For å oppnå større fleksibilitet og større likhet mellom ulike nasjoner er det vedtatt et sett med felles retningslinjer for utdanningene og kvalifikasjonene. Dette er gjort med den hensikt å sikre en felles oppfatning av kvalifikasjonene, samt ha bedre fleksibilitet for studenter med tanke på internasjonal utveksling.

Selv om studieprogrammet E&M er et integrert 5-årig studieløp tilfredsstillende oppbygningen av studieprogrammet rammeverket som er laget i henhold til Bologna. Bologna-rammeverket taler til støtte for en deling, der man har separat Bachelor- og Master-del i studiet. Dette ønsker man ikke å innføre ved sivilingeniørprogrammene på NTNU. Det legges stor vekt på at studiet skal være et 5-årig integrert løp. Likevel er lærings og kompetanseoppbygningen i E&M studiet tilsvarende som for læringssyklusene beskrevet i Bologna-retningslinjene.

1. til 6. semester tilsvarer "first cycle", eller Bachelor-kompetanse. Delen inneholder fra 180-240 ECTS-credits (studiepoeng), for E&M studiet sin del innebærer dette 180

ECTS. Kravet for en slik type kompetanse er at studentene skal ha tilegnet seg kunnskap som kan anvendes og kommuniseres både til spesialister og ikke-spesialister. Videre skal studentene ha tilegnet seg evner som er nødvendige for å studere videre på et høyere nivå.

7. til 10. semester tilsvarer "second cycle" og omfatter fra 90 til 120 ECTS (for E&M studiet: 120ECTS). Dette tilsvarer Mastergrad/Sivilingeniørgrad.

Ved fullføring av denne syklusen skal studentene:

- ha demonstrert kunnskap og forståelse fundamentert på basiskunnskap fra ”first cycle”, å være i stand til å tenke originalt både innenfor problemløsning, forskning og utvikling
- bruke sin kunnskap, forståelse og problemløsegenskaper til å løse problemer innenfor nye og ukjente felt (multidisiplinære) problemområder
- ha kunnskap som gjør de i stand til å utvikle sin faglige kompetanse videre, både akademisk og i yrkesutøvelse

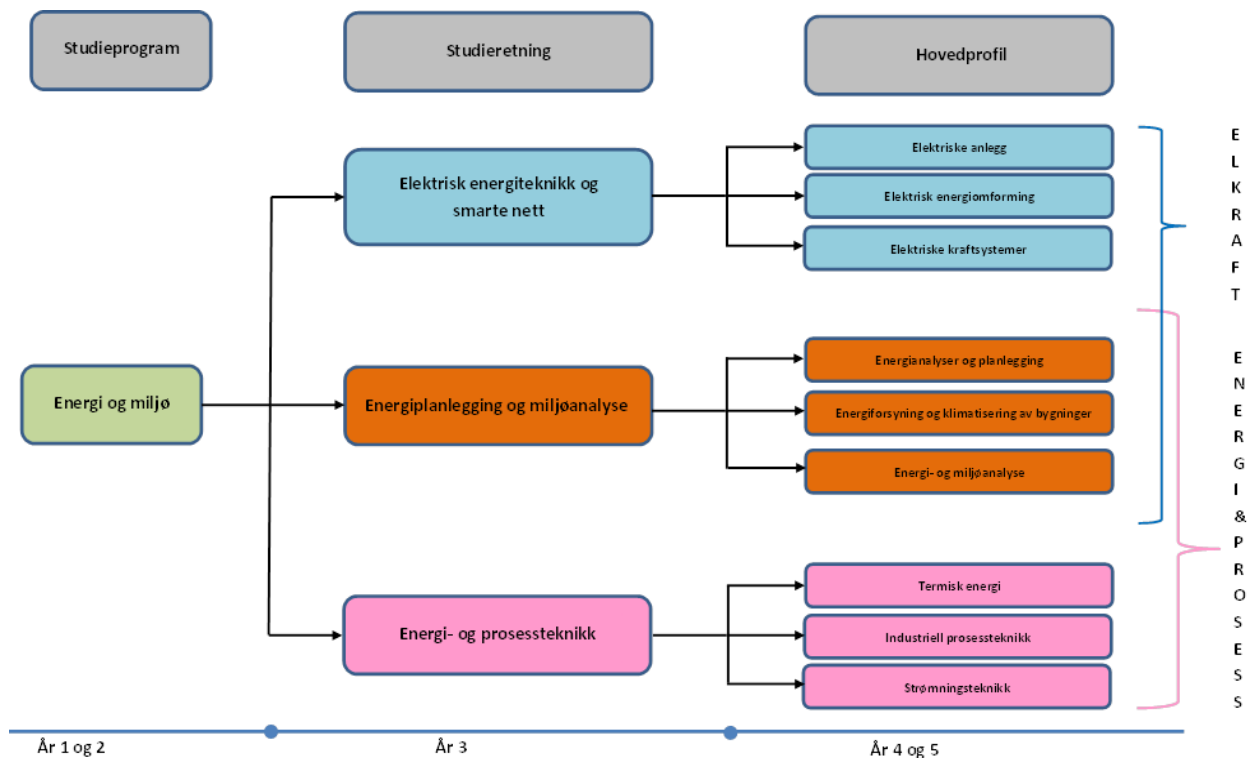
Disse kravene blir oppfylt i det nye studieprogrammet E&M.

## 4.4 Studieprogrammets felles innhold

### 4.4.1 Generelt

Det reviderte studieprogrammet E&M består av 3 studieretninger: Elektrisk energiteknikk og smarte nett, Energiplanlegging og miljøanalyse og Energi og Prosessteknikk. Det betyr at alle studieretningene har endret navn. Hver studieretning er igjen inndelt inn i 3 hovedprofiler eller emnekombinasjoner. Den nye studieplantabellen med studieretninger og hovedprofiler er vist i tabell 4.4.1

Tabell 4.4.1 Studieprogrammet Energi og Miljø



#### 4.4.2 Hovedstruktur

Tabell 4.4.2 nedenfor viser hovedstrukturen for studieplantabellene for studieprogrammet Energi og miljø. Hver rad i tabellen utgjør ett semester a 4 emner. Alle emner er på 7,5 studiepoeng, unntatt fordypningsprosjektet og masteroppgaven som er på hhv 15 og 30 studiepoeng. Grå farge viser basisemner som er obligatoriske for alle E&M studentene i 1. – og 2. årskurs. Noen basiskurs foreleses også i 3. årskurs. Emnet eksperter i Team (EiT) er obligatorisk for alle E&M – studentene. Det gjennomføres i 4. årskurs. Studieretningsemner har grønn farge og blå farge representerer K – emner. Siden de to første årene er felles for alle studieretningene, er disse utelatt i tabellene for hver hovedprofil (tabell 4.4.4, 4.4.5 og 4.4.6).

**Tabell 4.4.2**

År	Semester	7.5 Studiepoeng	7.5 Studiepoeng	7.5 Studiepoeng	7.5 Studiepoeng
5	10	Masteroppgave			
	9	K-emne	Fordypningsprosjekt		Fordypningsemne
4	8	Eksperter i team	Studieretningsemner	Studieretningsemner	Støtteemner
	7	K-emne	Studieretningsemner	Studieretningsemner	Støtteemner
3	6	basisemner	basisemner	Studieretningsemner	Studieretningsemner
	5	basisemner	basisemner	Studieretningsemner	Studieretningsemner
2	4	basisemner	basisemner	basisemner	basisemner
	3	basisemner	basisemner	basisemner	basisemner
1	2	basisemner	basisemner	basisemner	basisemner
	1	basisemner	basisemner	basisemner	basisemner

#### 4.4.3 Basisemnene

Basisemnene fyller de to første årene pluss halve 3. årskurs. I læringsmålet for studieprogrammet står det blant annet at kandidatene skal ha:

- Brede kunnskaper innenfor basisfagene matematikk, fysikk og informasjonsteknologi (IT). Dette gir grunnlag for metodeforsståelse, anvendelse, faglig fornyelse og omstilling innen energi- og miljøteknologisk virksomhet.
- Brede kunnskaper innenfor de energitekniske basisfag i elektroteknikk, termodynamikk og mekanikk.
- Innsikt i øvrige relevante ingeniørvitenskapelige fag innenfor for eksempel kjemi, statistikk og reguleringsteknikk.

- Innsikt i filosofi- og vitenskapshistorie, vitenskapsteori, etikk og argumentasjonsteori for å kunne forholde seg reflektert til sitt fagområde og vitenskapene generelt.

Denne delen av læringsmålet må oppfylles gjennom basisemnene. NTNU stiller krav til at følgende basisemner skal inngå i 1. – 6. semester:

- 4 matematikkemner (30 stp)
- Statistikk (7,5 stp)
- Ex-phil (7,5 stp)
- Teknologiledelse (7,5 stp)
- 1 fysikkemne (7,5 stp)

**Tabell 4.4.3 viser basisemnene i studieprogrammet 1-3 årskurs**

År	Semester	7.5 Studiepoeng	7.5 Studiepoeng	7.5 Studiepoeng	7.5 Studiepoeng
3	6	TTK4105 Regulerings-teknikk	Nytt: "TEP41XX Miljøanalyse"		
	5	TlØ4258 Teknologiledelse	TMA4240 Statistikk		
2	4	TDT4102 Prosedyre- og objektorientert programmering	TEP4100 Fluidmekanikk	TFE4120 Elektromagnetisme	TET4155 Energisystemer
	3	TMA4130 Matematikk 4N	Nytt: TFYXXXX Fysikk	TET4100 Kretsanalyse	TEP4120 Termodynamikk 1
1	2	TMA4105 Matematikk 2	TMA4115 Matematikk 3	TFE4112 Elektriske kretser	EXPH0001 Filosofi og vitenskapsteori
	1	TMA4100 Matematikk 1	TDT4105 Informasjonsteknologi grunnkurs	TMT4112 Kjemi	TEP4225 Energi og miljø

Forklaring av fargekodene i tabellen:

Obligatoriske basisemner for teknologistudenter ved NTNU	Obligatoriske K-emner for teknologistudenter ved NTNU	Basisemner i støttediscipliner
Tverrfaglige basisemner i energi og miljø	Basisemner elektroteknikk	Basisemner energi- og prosesseteknikk

#### 4.4.4 Studieretning Elektrisk energiteknikk og smarte nett

Fra læringsmålet:

En Sivilingeniør med studieretning Elektrisk energiteknikk og smarte nett har:

- Avanserte ingeniørvitenskapelige kunnskaper innenfor Elektrisk energiteknikk og smarte nett. Sentralt er anvendelsen av de grunnleggende aspekter innenfor elkraftteknikk: elektriske maskiner, høyspenningsteknologi, kraftsystemanalyser og andre tilknyttede fag herunder IKT. Fagområdene beherskes på ulike abstraksjonsnivå, fra laboratorievirksomhet til grunnleggende teori, inkludert en reflektert forståelse av fagenes innhold og relasjoner til andre fagområder.
- Dybdekunnskap om ett eller flere av følgende tema:
  - Produksjon av elektrisk energi fra fossile og fornybare energikilder.

- Overføring av elektrisk energi
- Bruk av elektrisk energi.

**Tabell 4.4.4 viser hovedprofiler og emnekombinasjoner for studieretning Elektrisk energiteknikk og smarte nett.**

Hovedprofil: Elektriske anlegg					
År	Semester	7.5 Studiepoeng	7.5 Studiepoeng	7.5 Studiepoeng	7.5 Studiepoeng
5	10	Masteroppgave			
	9	K-emne	TET4520 Elektrisk energiteknikk og smarte nett - Fordypningsprosjekt	TET4525 Elektrisk energiteknikk og smarte nett - Fordypningsemne	
4	8	Eksperter i team	TET4195 Høyspenningsanlegg	Velg minst ett av disse: TET4170 Elektroinstallasjoner TET4200 Marine og offshore elektroinstallasjoner TET4180 Stabilitet i elkraftsystemer TET41XX Smarte nett	TET4120 Elektriske motordrifter TET4135 Energiplanlegging
	7	K-emne	TET4160 Høyspenningsisolasjon	Velg minst ett av disse: TET4190 Kraftelektronikk TET4115 Elektriske kraftsystemer	TPK4120 Industriell sikkerhet og pålitelighet TVM4165 Vannkraftverk
3	6	TTK4105 Regulerings-teknikk	Nytt: "TEP41XX Miljøanalyse"	TET4110 Elektriske maskiner	TET4130 Overspenninger og -vern
	5	TIØ4258 Teknologiledelse	TMA4240 Statistikk	TET4140 Elkraftteknikk - grunnlag	TFE4105 Digitalteknikk og datamaskiner TIØ4120 Operasjonsanalyse

Tabell 4.4.4.1: Hovedprofil Elektriske anlegg

Hovedprofilen legger vekt på emner knyttet til fagområdet høyspenningsteknologi, med øvrige elkrafttekniske emner som valgbare.

Hovedprofil: Elektriske kraftsystemer

År	Semester	7.5 Studiepoeng	7.5 Studiepoeng	7.5 Studiepoeng	7.5 Studiepoeng
5	10	Masteroppgave			
	9	K-emne TIØ4130 Optimeringsmetoder	TET4520 Elektrisk energiteknikk og smarte nett - Fordypningsprosjekt		TET4525 Elektrisk energiteknikk og smarte nett - Fordypningsemne
4	8	Eksperter i team	Velg minst ett av disse: TET4180 Stabilitet i elkraftsystemer TET41XX Smarte nett	Velg minst ett av disse: TET4170 Elektroinstallasjoner TET4200 Marine og offshore elektroinstallasjoner TET4195 Høyspenningsanlegg TET4185 Kraftmarkeder	TIØ4126 Optimering og beslutningsstøtte TTK4135 Optimalisering og regulering
	7	K-emne Økonomi Prosjektledelse/org	TET4115 Elektriske kraftsystemer	Velg minst ett av disse: TET4190 Kraftelektronikk TET4160 Høyspenningsisolasjon	TTK4115 Lineær systemteori TPK4120 Industriell sikkerhet og pålitelighet TVM4165 Vannkraftverk
3	6	TTK4105 Reguleringsteknikk	Nytt: "TEP41XX Miljøanalyse"	TET4110 Elektriske maskiner	Velg ett av disse: TET4130 Overspenninger og -vern TET4135 Energiplanlegging
	5	TIØ4258 Teknologiledelse	TMA4240 Statistikk	TET4140 Elkraftteknikk - grunnlag	TIØ4120 Operasjonsanalyse

Tabell 4.4.4.2: Hovedprofil Elektriske kraftsystemer

Hovedprofilen legger vekt på emner knyttet til analyse av elektriske kraftsystemer, med øvrige elkrafttekniske emner og emner innen reguleringsteknikk og optimering som valgbare.

Hovedprofil: Elektrisk energiomforming

År	Semester	7.5 Studiepoeng	7.5 Studiepoeng	7.5 Studiepoeng	7.5 Studiepoeng
5	10	Masteroppgave			
	9	K-emne	TET4520 Elektrisk energiteknikk og smarte nett - Fordypningsprosjekt		TET4525 Elektrisk energiteknikk og smarte nett - Fordypningsemne
4	8	Eksperter i team	TET4120 Elektriske motordrifter	Velg minst ett av disse: TET4180 Stabilitet i elkraftsystemer TET4200 Marine og offshore elektroinstallasjoner TETXXXX Smarte Nett	TTK4135 Optimalisering og regulering TTM4100 Kommunikasjon, tjenester og nett
	7	K-emne	TET4190 Kraftelektronikk	Velg minst ett av disse: TET4115 Elektriske kraftsystemer TET4160 Høyspenningsisolasjon	TTK4115 Lineær systemteori
3	6	TTK4105 Reguleringsteknikk	Nytt: "TEP41XX Miljøanalyse"	TET4110 Elektriske maskiner	Velg ett av disse: TET4130 Overspenninger og -vern TET4135 Energiplanlegging
	5	TIØ4258 Teknologiledelse	TMA4240 Statistikk	TET4140 Elkraftteknikk - grunnlag	TFE4105 Digitalteknikk og datamaskiner

Tabell 4.4.4.3: Hovedprofil Elektrisk energiomforming

Hovedprofilen legger vekt på emner knyttet til elektriske maskiner og kraftelektronikk, med øvrige elkrafttekniske emner og emner innen reguleringsteknikk som valgbare.

#### 4.4.5 Studieretning Energiplanlegging og miljøanalyse

Fra læringsmålet:

En Sivilingeniør med studieretning Energiplanlegging og miljøanalyse har:

- Avanserte ingeniørvitenskapelige kunnskaper innenfor Energiplanlegging og miljøanalyse, herunder samspill mellom ulike energibærere. Sentralt er anvendelsen av de grunnleggende aspekter innenfor energiplanlegging, operasjonsanalyse, elektroteknikk, statistikk og andre tilknyttede fag. Fagområdene beherskes på ulike abstraksjonsnivå, fra laborativ virksomhet til grunnleggende teori, inkludert en reflektert forståelse av fagenes innhold og relasjoner til andre fagområder.
- Dybdekunnskap om ett eller flere av følgende tema:
  - Energiforsyning og klimatisering av bygninger. Herunder helse-, trivsel og produktivitet relatert til innemiljø, termisk og elektrisk energiforsyning og valg av energiløsninger.
  - Energianalyser og planlegging. Herunder kraftmarkeder, leveringskvalitet, pålitelighet, distribusjon, og planlegging av drift, vedlikehold og investeringer i energiproduksjon og nett.
  - Energi- og miljøanalyse. Herunder livsløpsanalyser, klimakunnskap, miljø- og resursøkonomi, energi-/miljøpolitikk.

Tabell 4.4.5 viser hovedprofiler og emnekombinasjoner for studieretning Energiplanlegging og miljøanalyse.

Hovedprofil: Energianalyser og planlegging					
År	Semester	7.5 Studiepoeng	7.5 Studiepoeng	7.5 Studiepoeng	7.5 Studiepoeng
5	10	Masteroppgave			
	9	K-emne: TIØ4146 Finans for teknisk-naturvitenskapelige studenter	TEP45XX Energiplanlegging og miljøanalyse - Fordypningsprosjekt TET45XX Energiplanlegging og miljøanalyse - Fordypningsprosjekt		TEP45XX Energiplanlegging og miljøanalyse - Fordypningsemne TET45XX Energiplanlegging og miljøanalyse - Fordypningsemne
4	8	Ekspert i team	TET4185 Kraftmarkeder	Velg ett av disse: TET4185 Stabilitet i elkraftsystemer TET41XX Smarte nett	TET4170 Elektroinstallasjoner TET4195 Høyspenningsanlegg TIØ4126 Optimering og beslutningsstøtte
	7	K-emne: TIØ5200 Prosjektorganisasjoner TIØ4295 Bedriftsøkonomi	Velg to av disse fire: TEP4235 Energibruk i bygninger TET4115 Elektriske kraftsystemer		TEP4240 Systemsimulering TET4190 Kraftelektronikk TEP4223 Livssyklusanalyse TIØ4130 Optimeringsmetoder TVM4165 Vannkraftverk
3	6	TTK4105 Regulerings-teknikk	Nytt: "TEP41XX Miljøanalyse"	TET4135 Energiplanlegging	Velg ett av disse: TEP4130 Varme- og massetransport TET4110 Elektriske maskiner TEP4125 Termodynamikk 2
	5	TIØ4258 Teknologiledelse	TMA4240 Statistikk	TIØ4120 Operasjonsanalyse	TEP4135 Strømningslære TET4140 Elkraftteknikk - grunnlag

Tabell 4.4.5.1: Hovedprofil Energianalyse og -planlegging

Hovedprofilen legger vekt på emner knyttet til analyse av energisystemer og økonomi, med emner innen optimering og regulering som valgbare.

Hovedprofil: Energiforsyning og klimatisering av bygninger					
År	Semester	7.5 Studiepoeng	7.5 Studiepoeng	7.5 Studiepoeng	7.5 Studiepoeng
5	10	Masteroppgave			
	9	K-emne: TIØ5200 Prosjektorganisasjoner TIØ4295 Bedriftsøkonomi	TEP45XX Energiplanlegging og miljøanalyse - Fordypningsprosjekt TET45XX Energiplanlegging og miljøanalyse - Fordypningsprosjekt		TEP45XX Energiplanlegging og miljøanalyse - Fordypningsemne TET45XX Energiplanlegging og miljøanalyse - Fordypningsemne
4	8	Ekspert i team	TEP4245 Klimateknikk	TEP4170 Elektroinstallasjoner TEP4260 Varmepumpeknikk	AAR4935 Lys og rom TTM4100 Kommunikasjon, tjenester og nett TIØ4126 Optimering og beslutningsstøtte
	7	K-emne: TIØ5200 Prosjektorganisasjoner TIØ4295 Bedriftsøkonomi	TEP4235 Energibruk i bygninger	Velg ett av disse: TEP4240 Systemsimulering TET4165 Lys og belysning TET4115 Elektriske kraftsystemer	TBA4160 Bygningsfysikk TEP4223 Livssyklusanalyse
3	6	TTK4105 Reguleringsknikk	Nytt: "TEP41XX Miljøanalyse"	TET4135 Energiplanlegging	Velg ett av disse: TEP4130 Varme- og massetransport TET4110 Elektriske maskiner TEP4125 Termodynamikk 2
	5	TIØ4258 Teknologiledelse	TMA4240 Statistikk	TIØ4120 Operasjonsanalyse	TEP4135 Strømningslære TET4140 Elkraftteknikk - grunnlag

Tabell 4.4.5.2: Hovedprofil Energiforsyning og klimatisering av bygninger  
Hovedprofilen legger vekt på emner knyttet til energitekniske installasjoner i bygninger (varme, ventilasjon, elinstallasjoner og belysning) og innneklima, med emner innen bygningsfysikk, datakommunikasjon, elkraftteknikk og energi- og prosessknikk som valgbare.

Hovedprofil: Energi- og Miljøanalyse					
År	Semester	7.5 Studiepoeng	7.5 Studiepoeng	7.5 Studiepoeng	7.5 Studiepoeng
5	10	Masteroppgave			
	9	POL3507 Policy analyse TIØ4265 Strategisk ledelse SØK3524 Miljø- og ressursøkonomi TIØ4146 Finans for teknisk-naturvitenskapelige studenter	TEP45XX Energiplanlegging og miljøanalyse - Fordypningsprosjekt TET45XX Energiplanlegging og miljøanalyse - Fordypningsprosjekt		TEP 4220 Kryssløpsanalyse
4	8	Ekspert i team	TEP 42XX Climate Mitigation	TEP4220 Energi og miljøkonsekvensanalyse	POL1003 - Miljøpolitikk
	7	TIØ 4295 Bedriftsøkonomi	TEP4223 Livssyklusanalyse	Velg to fag, enten A eller B A: TET4190 Krafterlektronikk B: TEP4240 Systemsimulering B: TPG4140 Naturgass	A: TET4115 Elektriske kraftsystemer B: TEP4185 Industriell prosessknikk
3	6	TTK4105 Reguleringsknikk / SØK1101 Miljø- og ressursøkonomi *	Nytt: "TEP41XX Miljøanalyse"	TET4135 Energiplanlegging	A: TET4110 Elektriske maskiner B: TEP4130 Varme- og massetransport
	5	TIØ4258 Teknologiledelse	TMA4240 Statistikk	TIØ4120 Operasjonsanalyse	Velg ett av disse: A: TET4140 Elkraftteknikk - grunnlag B: TEP4135 Strømningslære

Tabell 4.4.5.3: Hovedprofil Energi- og miljøanalyse

Hovedprofilen legger vekt på emner knyttet til industriell økologi, livssyklusanalyser, miljøpolitikk og ressursøkonomi og analyse av miljøkonsekvenser knyttet til energi. Som tekniske emner velger studentene enten streng A (elkraftteknisk) eller streng B (energi- og prosesssteknisk).

\* TTK4105 Reguleringssteknikk er i utgangspunktet obligatorisk på hele studieprogrammet. Fra fagmiljøet innenfor industriell økologi argumenteres det med at det faglig sett er større behov for SØK1101 Miljø- og ressursøkonomi enn reguleringssteknikk. Det er mulig å ta SØK1101 i 8. semester også, men da på bekostning av ett av de andre hovedprofilemnene som ligger i dette semesteret. Fagmiljøet foreslår derfor at det gis unntak fra kravet om reguleringssteknikk for de studentene som velger denne hovedprofilen. Det nye emnet i miljøanalyse vil ikke være klart før våren 2014. I studieåret 2012/13 vil derfor studentene på hovedprofil Energi- og miljøanalyse ta både TTK4105 Reguleringssteknikk og SØK1101 Miljø- og ressursøkonomi i 6. semester.

#### 4.4.6 Studieretning Energi og prosesssteknikk

Fra læringsmålet:

En Sivilingeniør med studieretning Energi- og prosesssteknikk har:

- Avanserte ingeniørvitenskapelige kunnskaper innenfor varme- og energiteknikk. Sentralt er anvendelsen av de grunnleggende aspekter innenfor mekanikk, termodynamikk, fluidmekanikk, statistikk og andre tilknyttede fag. Fagområdene beherskes på ulike abstraksjonsnivå, fra laborativ virksomhet til grunnleggende teori, inkludert en reflektert forståelse av fagenes innhold og relasjoner til andre fagområder.
- Dybdekunnskap om ett eller flere av følgende tema:
  - Hvordan elektrisitet og varme produseres fra fossile energikilder.
  - Hvordan elektrisitet og varme produseres fra fornybare energikilder.
  - Optimalisering av energibruk i industri og bygninger.
  - Industriell prosesssteknikk.

Tabell 4.4.6 viser hovedprofilene og emnekombinasjonene for studieretning Energi og prosesssteknikk.

Hovedprofil: Termisk energi

År	Semester	7.5 Studiepoeng	7.5 Studiepoeng	7.5 Studiepoeng	7.5 Studiepoeng
5	10	Masteroppgave			
	9	K-emne	TEP4550 Energi- og prosesseteknikk - Fordypningsprosjekt		TEP4555 Energi- og prosesseteknikk - Fordypningsemne
4	8	Ekspert i team	TEP4170 Varme- og forbrenningsteknikk	TEP4195 Turbomaskiner	TEP4215 Prosessintegrasjon TEP4255 Varmepumpende pros. og syst.
	7	K-emne	TEP4185 Industriell prosesseteknikk	TEP4212 Gassrensing og utslippskontroll	TEP4165 Numerisk varme- og strømningsteknikk
3	6	TTK4105 Reguleringssteknikk	Nytt: "TEP41XX Miljøanalyse"	TEP4130 Varme- og massetransport	TEP4125 Termodynamikk 2
	5	TiØ4258 Teknologiledelse	TMA4240 Statistikk	TEP4135 Strømningslære	TEP4175 Energi fra vind og havstrøm TiØ4120 Operasjonsanalyse

Tabell 4.4.6.1: Hovedprofil Termisk energi

Hovedprofilen legger vekt på emner knyttet til termodynamikk, varme- og forbrenningsteknikk, med øvrige energi- og prosess tekniske emner som valgbare.

Hovedprofil: Industriell prosesseteknikk

År	Semester	7.5 Studiepoeng	7.5 Studiepoeng	7.5 Studiepoeng	7.5 Studiepoeng
5	10	Masteroppgave			
	9	K-emne	TEP4550 Energi- og prosesseteknikk - Fordypningsprosjekt		TEP4555 Energi- og prosesseteknikk - Fordypningsemne
4	8	Ekspert i team	TEP4255 Varmepumpende pros. og syst.	TEP4215 Prosessintegrasjon TEP4265 Næringsmiddelteknologi	TEP4250 Flerfasestrømning
	7	K-emne	Velg minst to av disse fire: TEP4240 Systemsimulering TEP4156 Viskøse strømninger		TEP4185 Industriell prosesseteknikk TEP4212 Gassrensing og utslippskontroll
3	6	TTK4105 Reguleringssteknikk	Nytt: "TEP41XX Miljøanalyse"	TEP4130 Varme- og massetransport	TEP4125 Termodynamikk 2
	5	TiØ4258 Teknologiledelse	TMA4240 Statistikk	TEP4135 Strømningslære	TEP4175 Energi fra vind og havstrøm TiØ4120 Operasjonsanalyse

Tabell 4.4.6.2: Hovedprofil Industriell prosesseteknikk

Hovedprofilen legger vekt på emner knyttet til industrielle prosesser, med øvrige energi- og prosess tekniske emner som valgbare.

Hovedprofil: Strømningsteknikk					
År	Semester	7.5 Studiepoeng	7.5 Studiepoeng	7.5 Studiepoeng	7.5 Studiepoeng
5	10	Masteroppgave			
	9	K-emne	TEP4550 Energi- og prosesseteknikk - Fordypningsprosjekt		TEP4555 Energi- og prosesseteknikk - Fordypningsemne
4	8	Ekspert i team	TEP4195 Turbomaskiner	TEP4200 Hydrauliske strømningmaskiner	TEP4160 Aerodynamikk
	7	K-emne	Velg minst to av disse: TEP4156 Viskøse strømninger		TEP4165 Numerisk varme- og strømningsteknikk TVM4165 Vannkraftverk
3	6	TTK4105 Reguleringssteknikk	Nytt: "TEP41XX Miljøanalyse"	TEP4130 Varme- og massetransport	TEP4125 Termodynamikk 2
	5	TIØ4258 Teknologiledelse	TMA4240 Statistikk	TEP4135 Strømningslære	TEP4175 Energi fra vind og havstrøm

Tabell 4.4.6.3: Hovedprofil Strømningsteknikk

Hovedprofilen legger vekt på strømningstekniske emner, med øvrige energi- og prosessetekniske emner som valgbare.

#### 4.4.7 Ikke-tekniske emner

Filosofi og vitenskapsteori er fellesemne for alle sivilingeniørutdanningene. Teknologiledelse 1 gis av Institutt for industriell økonomi og teknologiledelse. Det er ønskelig med færre tema med mer fokus på økonomi og jus. Dette må sees i sammenheng med emnene som tilbys som komplementære teknologiemner.

#### 4.4.8 Ekspert i Team (EiT)

Ekspert i Team er et felles satsningsområde på NTNU med tanke på tverrfaglig samarbeid. Inn under dette emnet er det sterkt ønskelig med næringslivsrelaterte problemstillinger og oppgaver. Emnet gjennomføres i 8. semester, og studentene har dermed tilegnet seg en del kompetanse som de anvender, når de samarbeider tverrfaglig i grupper.

#### 4.4.9 Komplementære teknologiemner

Disse emnene skal danne en pakke. Innholdet i emnene vil i stor grad være økonomi, ledelse og jus. På denne måten danner emnene et supplement til den tekniske kompetansen. I vedlegget er vist komplementære emner vedtatt av programrådet høsten 2010. Hvilke emner som tilbys er en egen sak som behandles av fakultet og studieprogram.

#### 4.4.10 Anbefalte emnekombinasjoner

##### Elkraft bransjen

Energigruppa har kommet med en anbefaling til emnevalg for å jobbe innen energiforsyningen og tilrettelegging av mer fornybar energiproduksjon og utfasing av fossilt

forbruk, men har ikke lagt ned arbeid i å vurdere hvilke emner fra andre institutter som kunne vært mer relevant å inkludere. Man har ikke gått inn i innholdet av hvert enkelt emne og vurdert hvorvidt de trenger fornyelse. Forslagene til anbefalte emnekombinasjoner innen elkraft er vist i vedlegget.

### **Energiplanlegging og miljøanalyse**

For studieretning: Energiplanlegging og miljøanalyse, hovedprofil: Energibruk i bygninger er det gitt anbefalinger om emnekombinasjoner for jobb innenfor sentrale næringssegmenter. Oversikten er vist i vedlegget. Studentene har full anledning til å velge sine egne emnekombinasjoner utenom denne anbefalingen

#### **4.4.11 Prosjekt – og masteroppgave**

Prosjektoppgaven i 9. semester har et omfang på 7,5 studiepoeng. Oppgaven skal være av fordypningskarakter og kan gjerne utføres i samarbeid med Energikontaktens medlemsbedrifter. Det presiseres at oppgaven også kan brukes til teoretisk fordypning (veiledet selvstudium) inn mot fordypning innenfor et fagområde. I samme semester velges tilhørende aktuelle fordypningsemner som vil være relevante.

Masteroppgaven utføres i 10.semester og har et omfang på 30 studiepoeng. Oppgaven kan gjerne utføres i samarbeid med Energikontaktens medlemsbedrifter og/eller bedrifter eller forskningsinstitusjoner utenfor Energikontakten. Det legges opp til at både NTNU og Energikontakten kan benytte nettsidene til Energikontakten til å formidle sine oppgaveforslag slik at studentene til enhver tid kan velge mellom interessante oppgaveforslag.

Et interessant utdanningsløp vil være om sommerjobben følges opp med prosjekt – og masteroppgave i samarbeid med bedriften. Det er et utviklingsløp som tjener begge parter. Studenten blir kjent med bedriften og bedriften med studenten. En eventuell ansettelse i bedriften etter endt utdanning blir en vinn – vinn situasjon for alle

## **5 Opptak fra Ingeniørhøgskoler i 4. årskurs**

For studenter med en Bachelor i ingeniørfag fra norske ingeniørhøgskoler er det mulig å søke opptak i 4. årskurs. Dette er et supplement til de ordinært opptatte studentene. Det er ønskelig å endre opptaksordningen i retning av de opptaksordningene som eksisterer for de internasjonale masterprogrammene. Det vil da eksistere 3 mastertilbud som kan søkes på med bakgrunn fra Ingeniørhøgskoler:

- 2-årig master innenfor elkraftteknikk
- 2-årig master innenfor energibruk og energiplanlegging
- 2-årig master innenfor produktutvikling og produksjon, studieretning energi, prosess og strømning

Hensikten med oppdelingen er å sikre en jevn fordeling av studentene til de ulike studieretningene. I noen tilfeller vil det kunne være problemer med kapasitet på veiledning av masteroppgaver innenfor enkelte studieretninger grunnet valgene studentene som følger det 5-årige løpet gjør. Et slikt problem vil kunne unngås ved å justere opptakskvoten for de ulike masterprogrammene som har opptak fra ingeniørhøgskoler. Dette vil også i stor grad kunne benyttes for å gi næringen en hensiktsmessig fordeling av kandidater med ønsket

fagbakgrunn. Størrelsen på opptaket må ikke gå på bekostning av det ordinære opptaket i første årskurs.

## 6 Praksis

Det forutsettes at ordningen med praksiskrav for sivilingeniørstudenter videreføres. Det er ønskelig at oppfølging av praksis tas opp til vurdering. Praksisen er at det er ingen oppfølging eller forpliktelse knyttet til partene (student, universitet og arbeidsgiver) i dagens ordning, med unntak av en bekreftelse. Flere av representantene fra industri og næringsliv har svart at praksis i studietiden er viktig. Energikontakten i samarbeid med studieprogrammet må arbeide videre med å få på plass et forpliktende samspill mellom studenter, arbeidsgiver og universitet slik at utbyttet for alle parter blir best mulig. Dette gjelder spesielt oppbyggingen av studentene sin praktiske erfaring. Konkrete forslag er beskrevet i kapittel 7.

## 7 Involvering av Næringen

Næringslivet er ønsket inn som bidragsytere på flere områder. Her gjengis en kort oppsummering av de mest sentrale områdene. Generelt sett er det ønskelig at kontakt og koordinering av samarbeid med Energikontaktens medlemsbedrifter håndteres av koordinator for Energikontakten slik at medlemsbedriftene har ett enkelt sted å henvende seg.

- i 1. – 2. årskurs er representanter fra industri og næringsliv ønsket på forelesninger for å gi motivasjon og informere om at basisemnene er viktige, samt gi bistand med relevante oppgaver (case)
- det er spesielt ønskelig å få til ordninger med flere industribesøk, dette kan omfatte flere bedrifter men man må ta hensyn til klassens størrelse
- når det gjelder praksis er det ønskelig at dagens ordning med sommerjobbgaranti innføres av Energikontaktens medlemsbedrifter, samt at man på sikt utarbeider forpliktende avtaler som sikrer utbytte av en slik utveksling
- det ønskes også større grad av utveksling mellom universitetet og næringen hva lærekrefter angår, for at universitetet skal kunne ha en tettere kontakt med aktiviteten i næringen

Koordinator for Energikontakten vil være den naturlige inngangsportene for Energikontaktens medlemmer, samt at linjeforeningen EMIL vil bistå til sommerjobbhjelpen. Det legges også til grunn at nettstedet til Energikontakten videreutvikles og tas i bruk i større grad når det gjelder formidling av masteroppgaver, slik at Energikontaktens medlemsbedrifter og instituttene bruker den samme nettportalen for dette. Forpliktende samarbeidsavtaler som involverer professor II, vit.assistenter og annen undervisningsbistand vil også være et ønskelig samarbeidsområde. Ikke minst er det ønskelig med flere forskingsoppgaver i samarbeid mellom industrien og universitetet

## 8 Internasjonale koblinger

NTNU tar mål av seg til å bli et fremragende universitet i internasjonal målestokk. Det krever at vi selv har fagmiljøer i verdensklasse, og at vi søker samarbeid med andre ledende kunnskapsmiljøer i verden. På områder som er sentrale for samfunnsoppdraget, vil NTNU ta ansvar for å bygge fremragende miljøer. Vi må prioritere ressursene slik at vi kan gi de beste

lærerne, forskerne og faggruppene utviklingsmuligheter, uavhengig av område.

Fagmiljøene ved Elkraftteknikk og EPT må konsentrere sin virksomhet for å skape robuste grupper med kvalitet på internasjonalt nivå. De må skape tilstrekkelig rom for den langsiktige, grunnleggende forskningen og utnytte mulighetene som tverrfaglig samarbeid gir til å skape unike resultater innen eget fag. Fagmiljøene må videreføre det nære samarbeidet med næringsliv og offentlig sektor om å utvikle den kompetansen samfunnet trenger.

Motiverte ansatte og studenter er en betingelse for at NTNU når sine mål. Alle har selvstendig ansvar for å bidra til et fruktbart og godt arbeids- og læringsmiljø, og til at NTNU løser sitt samfunnsoppdrag.

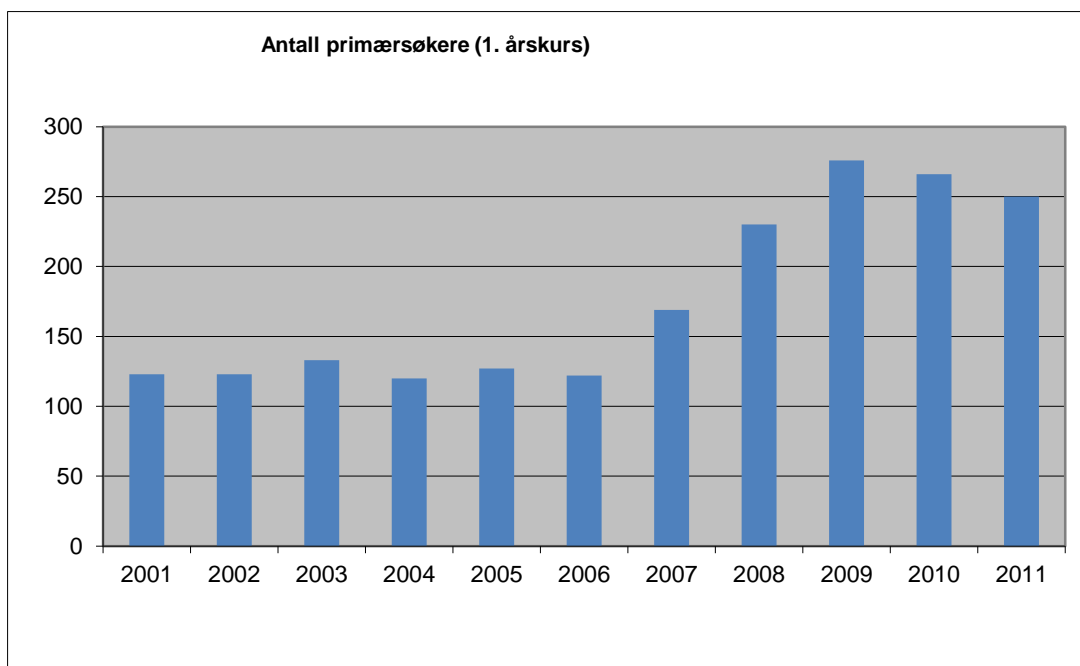
De internasjonale koblingene ivaretas på forskjellige måter. Et viktig bidrag er studentenes anledning til å oppholde seg ved et utenlandsk universitet et semester eller et studieår. Omfanget av dette har vært stort. I løpet av studieåret 2010/2011 deltok 35 studenter fra 4.årskurs Energi og miljø på denne ordningen. Det er over en tredjedel av studentene. Det jobbes med å forbedre organiseringen av utvekslingen. Det er blant annet utarbeidet en oversikt over utenlandske universiteter som er aktuelle for studenter ved Energi og miljø.

Et annet bidrag er etableringen av et internasjonalt 2-årig MSc-program i elkraftteknikk fra 2006. Undervisningen de to siste årene innenfor Energi og miljø i elkraftemner er felles med dette MSc-programmet og foregår på engelsk.

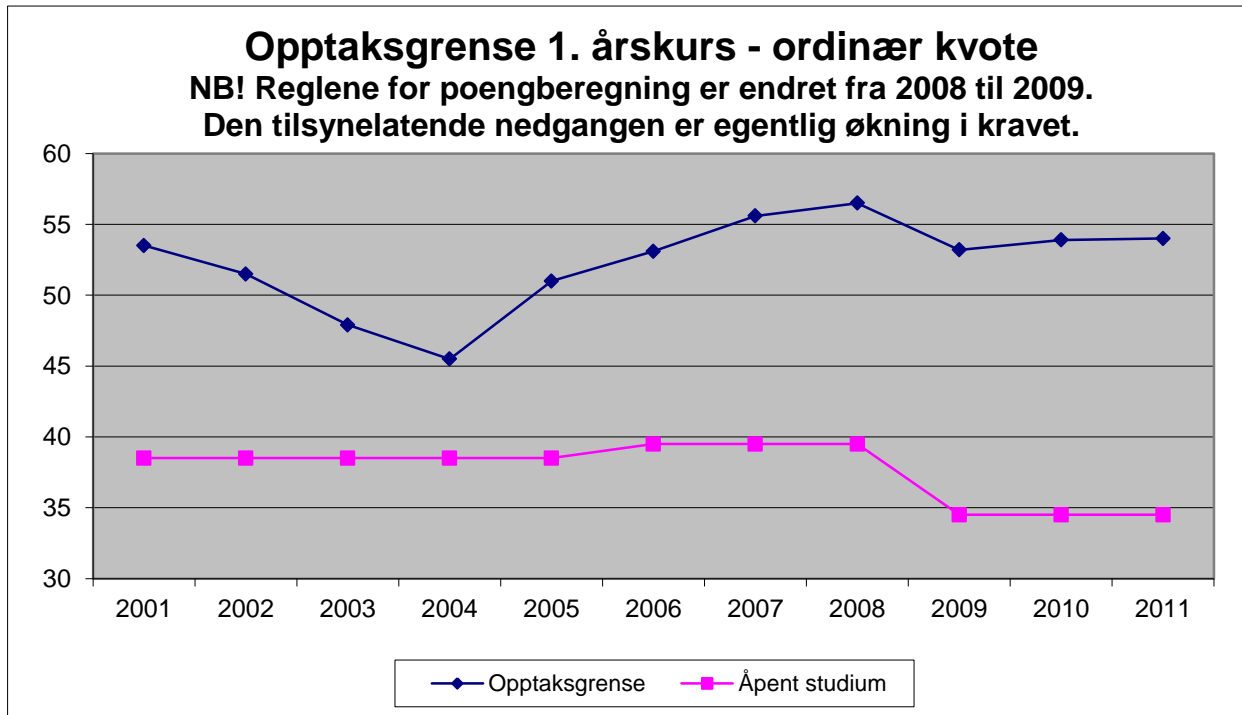
## 9 Nøkkeltall for studieprogrammet

### 9.1 Diverse statistikker

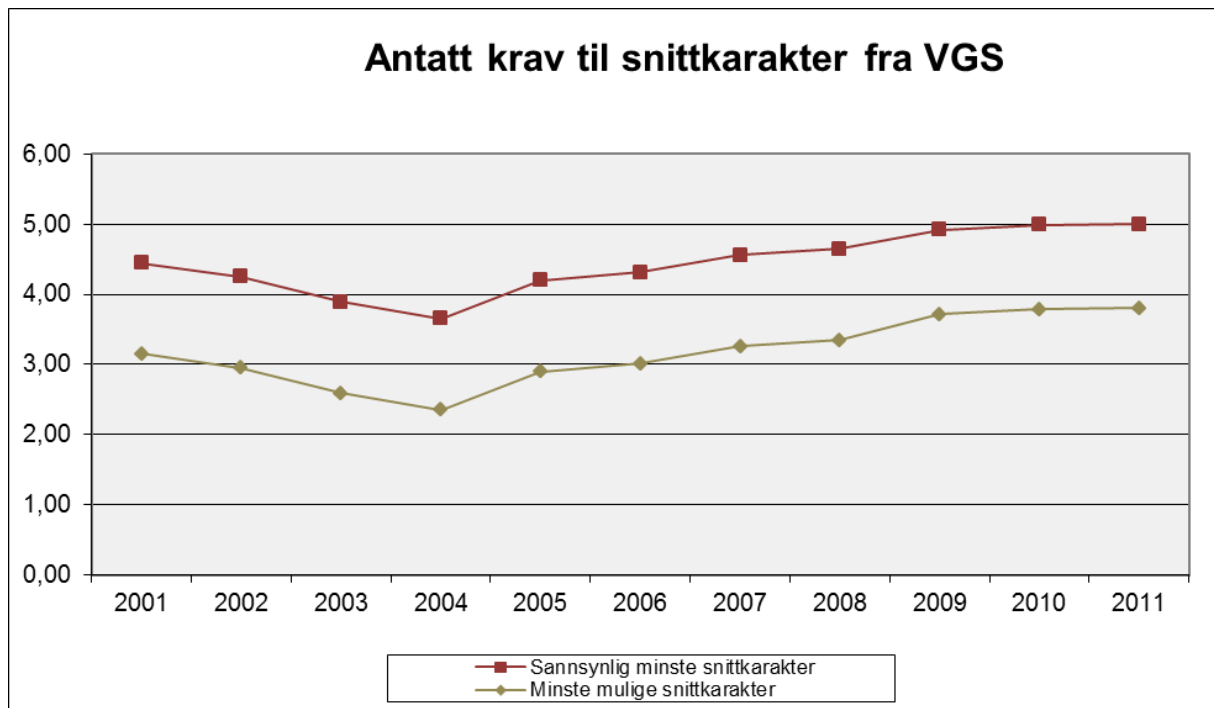
Utviklingen når det gjelder søkere, opptakskrav og opptak framgår av materialet nedenfor.



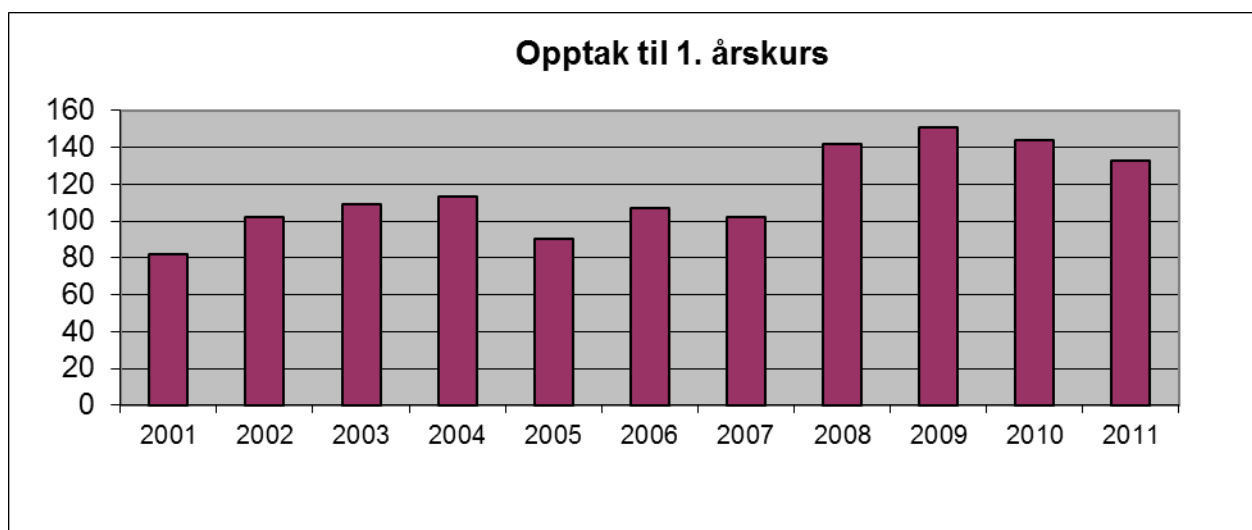
Figur 9.1 Antall primærøkere til studieprogrammet Energi og miljø



Figur 9.2 Opptaksgrener for studieprogrammet Energi og miljø. Kurven viser at opptakskravene fra vgs til E&M studiet har økt.

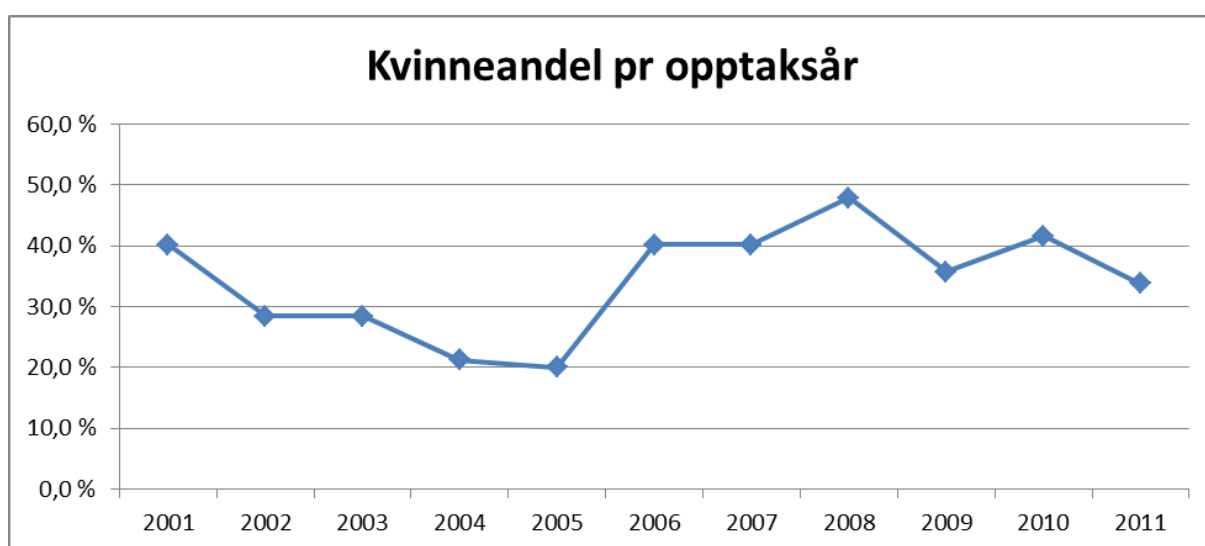


Figur 9.3 Antatt karakterkrav for opptak til Energi og miljø, beregnet ut fra poenggrense.



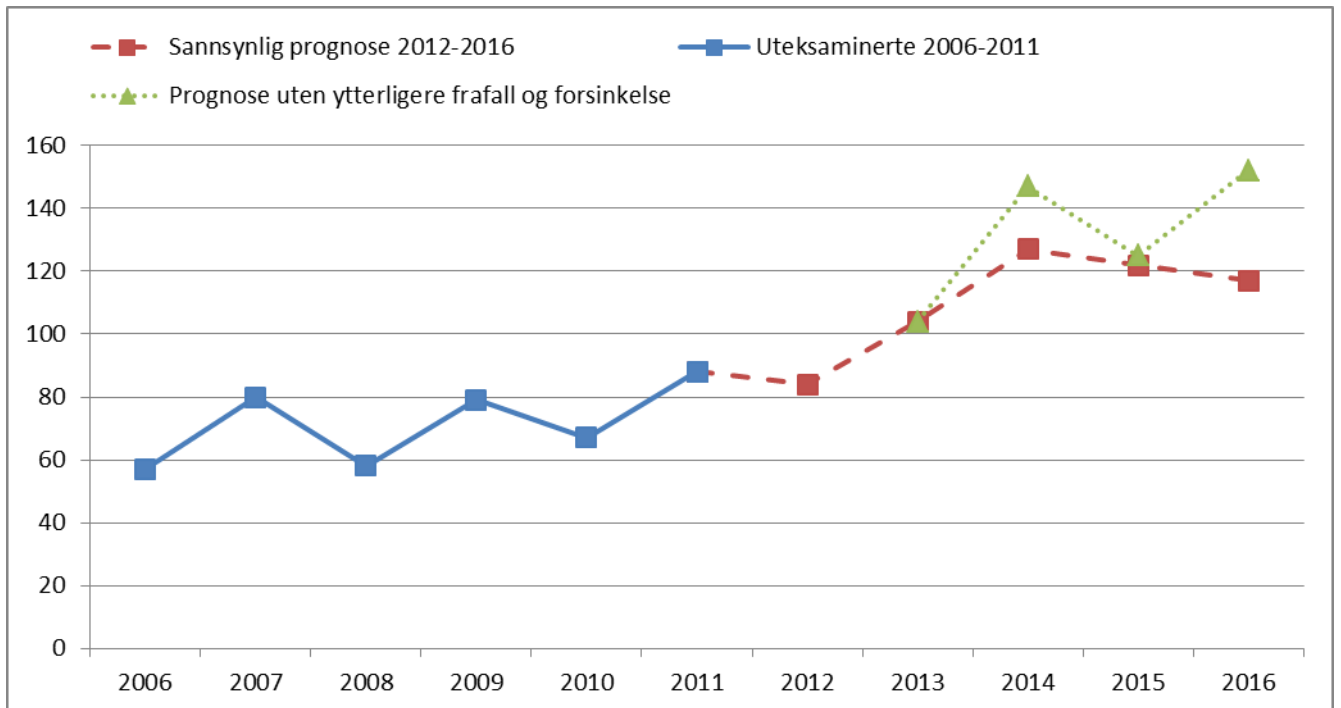
Figur 9.4. Antall studenter møtt til immatrikulering ved studieprogrammet Energi og miljø.

Søkningsen var god de første årene og opptakskravene ble hevet betydelig sammenlignet med det tidligere elkraftstudiet. Fra 1998 til 2007 varierte antallet opptatte studenter omkring hundre. Det har altså ligget på omtrent det antallet på 100 som det var ambisjon om i utgangspunktet. Fra 2008 har opptaket ligget på ca 140 pr år.



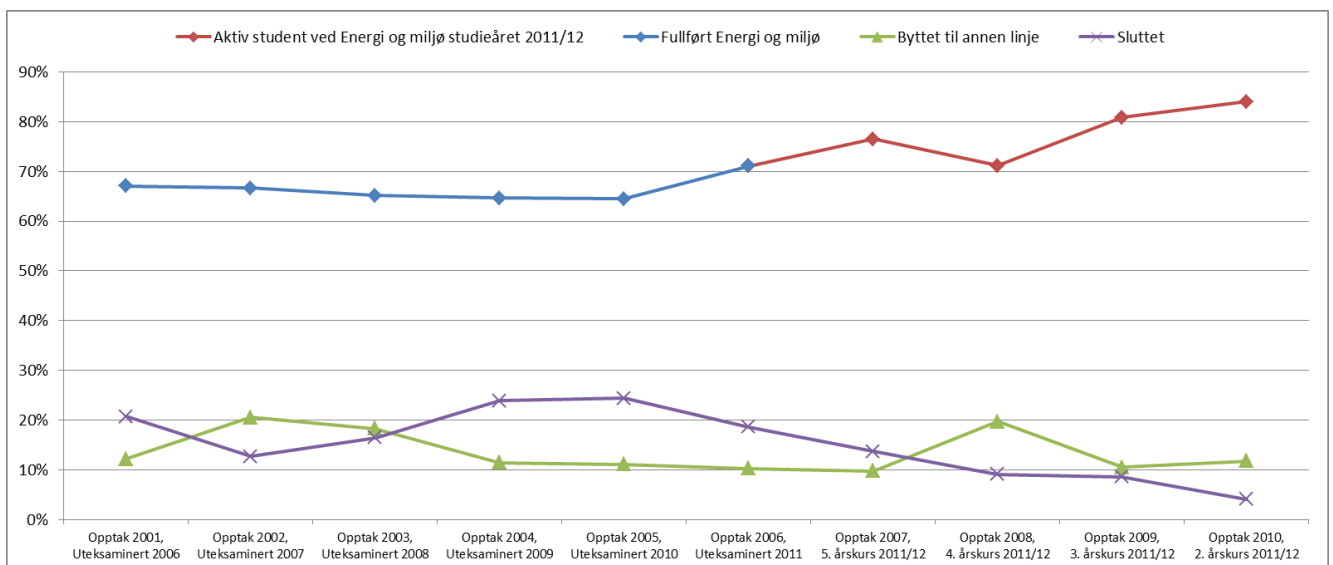
Figur 9.5. Kvinneandel blant studenter opptatt ved studieprogrammet Energi og miljø 2001 - 2011

Kvinneandelen har vært relativt høy med unntak av opptakene i 2004 og 2005, der andelen bare var ca 20%. For de øvrige kullene har andelen ligget høyere enn for sivilingeniørprogrammene ellers. Det skal bemerkes at andelen gikk ned til 33,8% i 2011, og at studieprogrammet bør ha ambisjoner om å løfte denne opp mot 50%.



Figur 9.6. Antall uteksaminerte fra energi og miljø 2006 – 2011, prognose 2012 - 2014

Antall uteksaminerte studenter fra energi og miljø har ligget på fra snaut 60 til over 80 pr år. Dette vil øke betydelig fra 2013, når de store kullene som ble tatt opp fra 2008 og fremover uteksamineres. Tallene over inkluderer ikke studenter på 2-årige program.

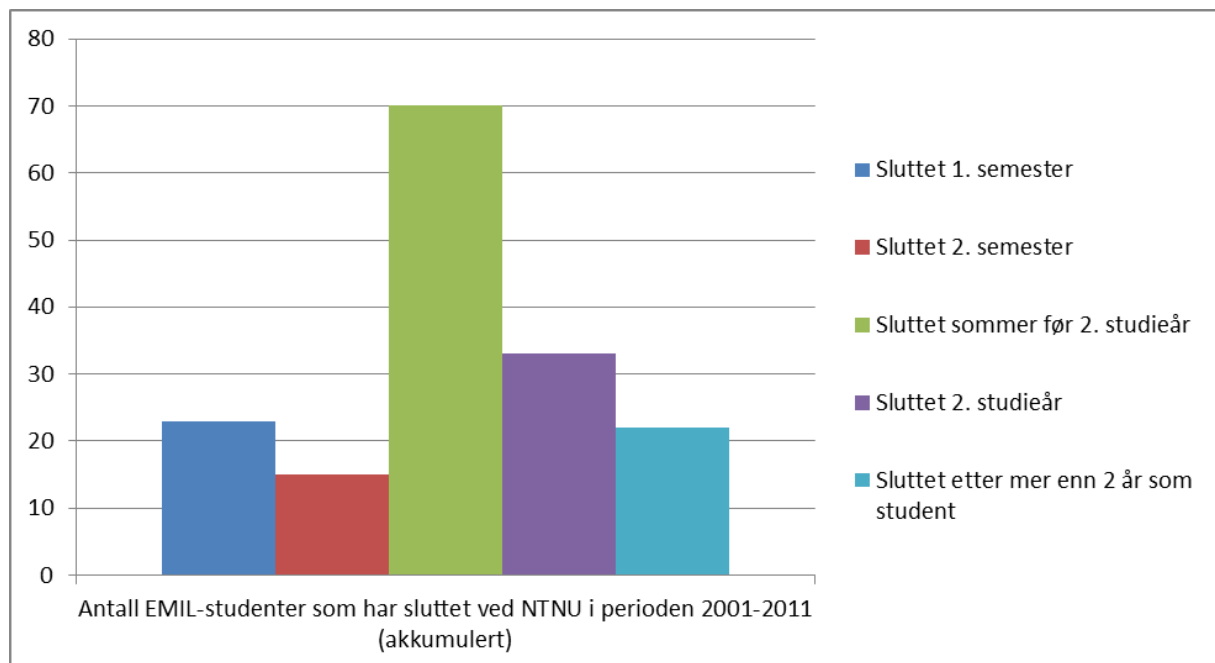


Figur 9.7. Gjennomstrømning. Status høst 2011 sortert etter uteksamineringsår/årskurs studieåret 2011/12.

Kurvene viser prosentandel av studentene som møtte til immatrikulering som har fullført studiet ved Energi og miljø eller fortsatt er aktive ved studieprogrammet. Merk at dette omfatter studenter som er forsinket i forhold til normert studietid. Kurvene viser også andelen som har byttet til andre program ved NTNU, og andelen som har sluttet ved NTNU.

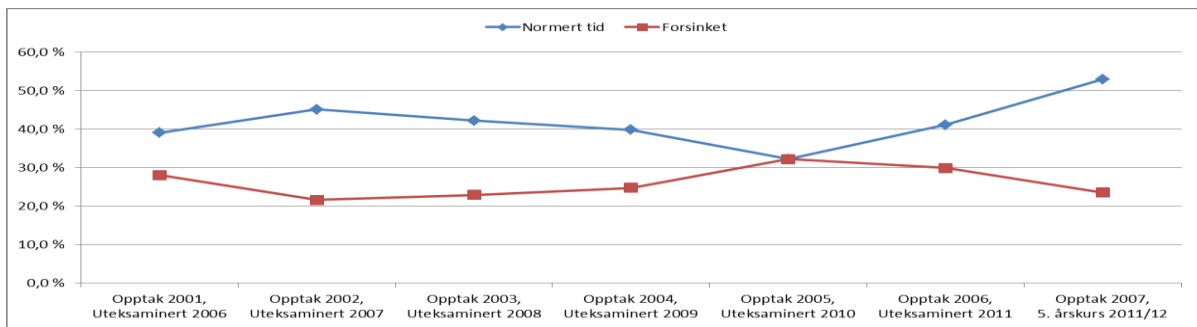
For avgangskullene i 2009 og 2010 var frafallet på hele 25 % i tillegg til ca 10 % overgang til andre studieprogram. Siden dette har frafallet sunket jevnt, og ser for de to kullene som startet i 2008 og 2009 ut til å ende på ca 10 %. For kullet som startet i 2010 er frafallet foreløpig på litt under 5 %, men dette må fortsatt forventes å øke noe gjennom 2. årskurs.

Overgang til andre studieprogram har to tydelige toppe, den siste for det kullet som nå går i 4. årskurs. I denne klassen var det en spesielt stor overgang til Industriell økonomi. Men for andre kull ser det ut til at dette problemet er noe mindre enn antatt. De som bytter studieprogram, bytter til en lang rekke andre program ved NTNU, ikke bare sivilingeniørprogrammer.



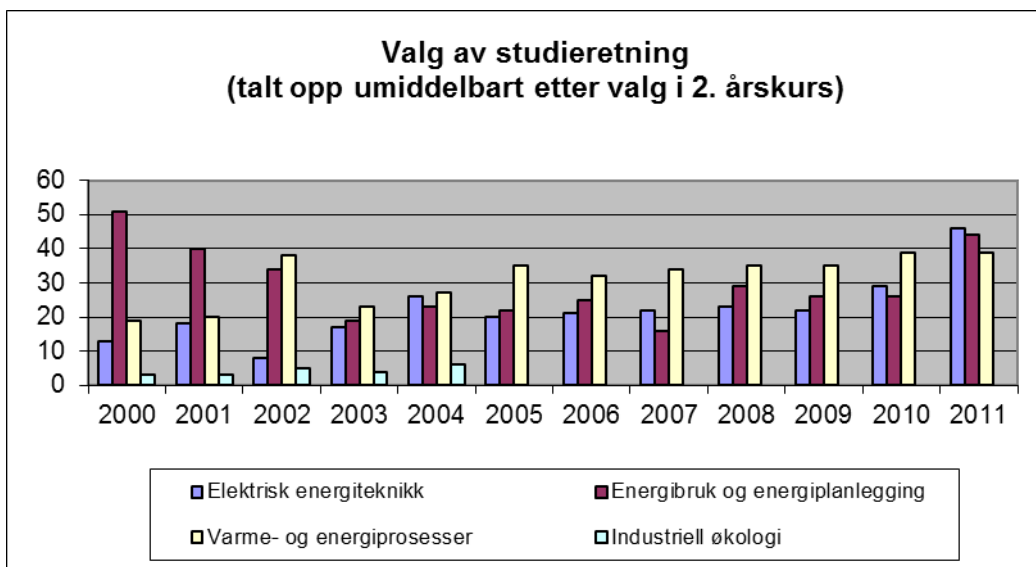
Figur 9.8: Frafall pr semester/studieår. Akkumulert for perioden 2001-2011.

Oversikten i figur 9.8 viser at hovedtyngden av frafallet skjer ved at studentene ikke starter på 2. studieår. I praksis vil de nok ha bestemt seg betydelig tidligere enn dette. I de tilfellene der en student slutter etter mer enn 2 år som student, dreier dette seg nesten alltid om studenter som fortsatt ikke har kommet lenger enn 2. årskurs. Kun unntaksvis forekommer det at studenter som har startet på 3. årskurs slutter ved studiet.



Figur 9.9: Prosentandel av studenter møtt til immatrikulering som har fullført på normert tid vs prosentandel som har fullført med forsinkelse.

Av de studentene som har fullført eller fortsatt er aktive studenter ved Energi og miljø, vil et betydelig antall være forsinket i forhold til normert studietid. Kurven i figur 9.7 tar ikke hensyn til at en del av studentene er forsinket i studiet. I figur 9.9 viser vi derfor hvordan dette fordeler seg mellom de som er i rute, og de som er forsinket. I det kullet som ble uteksaminert i 2010 viser det seg at kun 32 % av studentene som møtte til immatrikulering, fullførte studiet på normert tid. Like mange var forsinket med et halvt år eller mer. Trenden for kullene etter dette viser en klar forbedring. Dersom alle de som nå går i 5. årskurs leverer masteroppgave til våren, vil for første gang over 50 % av de som møtte til immatrikulering fullføre på normert tid.



Figur 9.10: Valg av studieretning, fordeling på studieretningene.

Valget av studieretning var preget av en overvekt på Energibruk og energiplanlegging til å begynne med, men det har jevnet seg ut etter hvert. Jevnt over er det få som har valgt elektrisk energiteknikk.

## 9.2 Utdanningskapasitet ved Energi og miljø

Når det gjelder rammebetingelser for opptak til E&M studiet, er det som tidligere nevnt enighet om at det utdannes for få MSc – kandidater med bakgrunn fra E&M studiet. Arbeidsgruppen DP2 har vurdert muligheter for å få økt antallet på nye studenter. Med dagens rammebetingelser ved instituttene synes det å være urealistisk på kort sikt. Viktige hindringer er antall laboratorieplasser, antall faglærere per MSc – student og kapasiteten på leseplasser. Det betyr at inntaket vil bli ca 140-150 nye studenter til E&M studiet per år, og at opptaksgrensen for 1. årskurs – ordinær kvote vil ligge på ca 55 poeng som er et krevende krav. Sett i sammenheng med krevende mål for E&M studiet, tror vi at et inntak på 140-150 studenter er riktig fordi studieprogrammet setter kvalitet fremfor kvantitet.

Arbeidsgruppen DP4 skal komme med anbefalinger vedrørende økonomiske rammebetingelser for studiet. Gruppen har ikke kommet med konkrete innspill, men det er identifisert en rekke tiltak i FREMS – prosjektet som vil trenge ekstern finansiering. Slike tiltak er beskrevet i kapittel 11 Prioriterte oppgaver og i vedlegget. En rekke tiltak antas foreslått finansiert av eksterne kilder som industri og næringsliv eller over Energikontaktens budsjett. Gruppen har ikke konkludert da tiltakene ennå ikke er godkjent av ledelsen ved fakultetene.

FREMS – prosjektet har et totalbudsjett på 2,25 mill NOK finansiert av involverte institutter og Energikontakten. Driftskostnadene ved gjennomføring av FREMS - prosjektet er betydelig lavere enn estimert i budsjettet. Det betyr at prosjektet disponerer økonomiske midler til andre formål. Hvordan disse midlene skal disponeres videre i studieprogrammet, må avgjøres av de som har finansiert prosjektet.

## 10 Organiseringen av studiet

Studieprogrammet ledes i dag av en studieprogramleder og et studieprogramråd. I rådet deltar studieprogramleder og representanter for faglærere og studenter. Hver av de to samarbeidende instituttene er representert ved to faglærere. En faglærer representerer Studieprogrammet Industriell økonomi pga det nære samarbeidet. Studieprogramleder veksler mellom de to instituttene. Det er to studentrepresentanter i rådet. For å øke beslutningsmuligheten ble rådet for to år siden utvidet til å omfatte også instituttlederne for de to samarbeidende instituttene. Styreleder for Energikontakten er invitert som observatør til møtene.

For å oppnå tettere kontakt og for å gi næringslivet mulighet til å påvirke fremtidig utvikling, foreslås det at E&M studiet i fremtiden blir organisert ved at det etableres et studieprogramråd og et studieprogramutvalg. Studieprogramrådet vil kunne bestå av representanter fra styret i Energikontakten, faglærere og studenter. (f.eks 5 industrirepresentanter, instituttledere, studieprogramleder og 2 studenter) Rådet møtes 2 – 3 ganger i året og behandler strategiske saker. Den daglige driften av E&M studiet tas vare på av studieprogramutvalget som består av, studieprogramleder, instituttledere, representanter for faglærere og studenter. Studieprogramutvalget møtes jevnlig. Det bør også vurderes om studieprogramleder skal ansettes på heltid da studieprogramleder skal ha en sentral rolle i samspillet med koordinator for Energikontaktens medlemsbedrifter og studieprogrammet. Om studieprogramleder skal rekrutteres utenfra eller blant NTNU ansatte, må vurderes. Studieprogramleder ansatt på NTNU bør veksle mellom de to instituttene og rapportere til dekanus ved IME – fakultetet.

# 11 Prioriterte oppgaver

Målsettingen med FREMS – prosjektet er å revidere studieprogrammet E&M slik at det oppfyller krav og forventninger fra industri og næringsliv, offentlige etater og undervisningssektoren til nye masterstudenter i et 10 - 15 års perspektiv. Deltakere i arbeidet med å revidere E&M studiet har vært representanter fra industri og næringsliv (Energikontaktens medlemmer), faglærere ved instituttene Elkraft og EPT, E&M studenter og andre. Det er gjennomført en internasjonal evaluering av studieprogrammet. Arbeidet viser at kvaliteten på studieprogrammet E&M må bli bedre og at noen endringer i studietilbudet er nødvendig for å løse de utfordringer industri og næringsliv vil møte fremover. Skal man lykkes med målsettingen, er det ikke nok å utarbeide forslag til nytt E&M program, nødvendige forbedringstiltak må gjennomføres og studieprogrammet må revideres jevnlig. Den utfordringen er ansvaret til studieprogramrådet og ledelsen ved instituttene Elkraftteknikk og EPT.

Nedenfor er vist noen viktige tiltak som anbefales gjennomført før de nye studentene til E&M programmet tas opp høsten 2012. Faglærere og studieprogramrådet må diskutere tiltakene og foreta prioriteringer. Flere av tiltakene må starte høsten 2011.

## 11.1 Innføring av “Key Performance Indicators”

Studieprogramrådet trenger bedre informasjon om situasjonen i studieprogrammet for å kunne gjøre gode beslutninger og prioritere tiltak, og det bør derfor velges et sett med KPI's som er nyttig for denne styringen. Det bør ikke være for mange, for da blir bildet uoversiktlig, men heller ikke for få, for da blir fokus for ensidig. Et sted mellom 4 og 6 synes rimelig, og valgte KPI's må vise fastlagte mål (målbildet). Eksempler på KPI's kan være frafallsprosent, antall primærsøkere per studieplass, antall masterstudenter som fortsetter med doktorgrad osv. Valgte KPI's må være målbare. Studieprogramrådleder, sekretær og eller instituttene involvert må rapportere på KPI's en gang i året (eventuelt 2), og deretter bør programrådet ha en strategisesjon der man kun diskuterer tiltak for kommende år basert på målinger av KPI's.

## 11.2 Organisering av studieprogrammet E&M

Når det reviderte studieprogrammet starter opp høsten 2012, må det være klart hvordan studieprogrammet organiseres. Et sterkt argument er at studieprogramleder bør rekrutteres fra fagmiljøene ved instituttene, da det er viktig med inngående kunnskap om fagområdet, så vel som inngående kunnskap om NTNU-systemet. Det å lage studieplaner og diskutere undervisningsopplegg er en kritisk viktig faglig – administrativ oppgave som ikke bør settes ut til administrativt ansatte, selv om disse måtte inneha bransjekompetanse. For å oppnå tettere kontakt og for å gi næringslivet mulighet til å påvirke fremtidig utvikling, foreslås det at en eller flere industrirepresentanter blir med i studieprogramrådet. Det var enighet om at organiseringen av studieprogramrådet i dag fungerer bra, og at man fortsetter med samme organisering. Studieprogramrådleder vil vurdere forslaget om å ta med industrirepresentanter i programrådet. Han vil presentere forslaget til organisering av studieprogrammet E&M på generalforsamlingen i Energikontakten 16. februar då.

## 11.3 Oppdatere faglig innhold basert på tilbakemeldinger

Spørreundersøkelser høsten 2010 blant E&M studentene og ferdige sivilingeniører med bakgrunn fra E&M studiet, viser at kvaliteten på undervisningen må bli bedre. Spesielle emner kom dårlig ut i evalueringen. Det gjelder både noen basisemner (1.-2.årskurs) og enkelte emner i 3. – 5. årskurs. Tilbakemeldinger og forslag fra etats – og bransjegruppene

(industri og næringsliv) er beskrevet i egen rapport datert juli 2011. Under arbeidet med forbedringer av studieprogrammet må det faglige innholdet i emnene i E&M studiet måles mot forslagene fra industri og næringsliv. Den internasjonale evalueringen av E&M studiet kommenterer og stiller noen viktige spørsmål til innholdet i studieprogrammet. Blant annet mener komiteen at studiet slik det foreligger mer reflekterer behovene til norsk industri og næringsliv enn globale behov. Det må vurderes.

Emner som er spesifikt knyttet til instituttet, er instituttleders ansvar. Tverrfaglige emner er studieprogramleders ansvar.

#### **11.4 Frafallet av E&M studenter**

E&M studenter som slutter under studietiden er fremdeles høyt. Undersøkelser viser at problemet med overgang til studieprogrammet Indøk er overdrevet. Det er kun for 2008 kullet at tallet var svært høyt. Da gikk hele 15 studenter til Indøkt. Oversikter viser at hovedtyngden av frafallet skjer ved at studentene ikke starter på 2. studieår. I praksis vil de nok ha bestemt seg betydelig tidligere enn dette. Spesielt er studentene i første semester sårbare. For å redusere frafallet foreslås det at alle E&M studentene i første semester tilbys støtte i emnet Matematikk 1 samt tilbud om veiledning fra ForVei – prosjektet (forbyggende veiledning).

#### **11.5 Industri og næringsliv engasjeres**

Industri og næringsliv (Energikontaktens medlemsbedrifter) må trekkes med i undervisningen. Det gjelder spesielt overfor studenter i 1. – 2. årskurs. Bransjer som rekrutterer sivilingeniører fra E&M studiet, gir føringer for hvilke emner (spesialisering) i 3. – 5. årskurs bransjen prioriterer. Energikontaktens medlemsbedrifter oppfordres til å sette ut forslag til prosjekt- og masteroppgaver samt sommerjobber til studentene.

#### **11.6 Miljøprofessoratet**

Det nye studieprogrammet får en sterkere miljøprofil. I 6. semester introduseres et nytt emne ” TEP 41XX Miljøanalyse” som blir obligatorisk for alle E&M studentene. Det foreslås at fagmiljøet ved EPT får ansvaret for emnet i samarbeid med Industriell økologi. Til utvikling av miljøemnet/- og fagområdet må det ansettes en kvalifisert person (professor). Ansettelses-saken ble fremmet fra instituttet til fakultetet, på basis av betenkningen som ble skrevet av prof. Edgar Hertwich. Dekanus ved IVT ønsker å vente med å ansette både vår og IPMs foreslåtte stillinger innen Indecol, inntil det er avklart hvordan Indecol skal organiseres. Det er viktig at organiseringen av Indecol avklares så snart som mulig gjennom den arbeidsgruppen som nå er nedsatt. Dette innebærer at prosessen med ansettelse av ny professor forskyves noen måneder. Personen må ansettes så snart som mulig. Det kan bli aktuelt å be om ekstern delfinansiering av stillingen i en innkjøringsfase på 2-3 år.

#### **11.7 Flere norske ph.d – studenter**

I forbindelse med FREMS – prosjektet ble det etablert en arbeidsgruppe som vurderte tiltak som skal få flere norske masterstudenter fra E&M studiet til å fortsette med doktorgradstudier. Gruppen utarbeidet en rapport januar 2011. Næringslivsringene ved NTNU har også møttes for å diskutere det samme.

Forskerrekruttering og ph.d.-utdanning er en av de aller viktigste oppgavene for NTNU. Ph.d.-utdanningen skal gi NTNU noen av de nye forskerne vi trenger, samtidig som den skal gi høyt kvalifiserte kandidater til samfunns- og næringsliv. NTNU satser nå strategisk for å styrke ph.d.- utdanningen. Ph.d. - utdanningen markerer overgangen fra utdanning til forskning. Stipendiaten kommer her for alvor i inngrep med aktive forskningsmiljøer, og grunnlaget for en god forskerkultur etableres. Høy kvalitet i ph.d.- utdanningen er sterkt

knyttet til forskningskvaliteten i fagmiljøene, og det er således av stor betydning at disse er godt integrert. Det må settes inn tiltak som gjør det attraktivt for flere norske E&M masterstudenter og fortsette med doktorgrad. Her bør man kunne lære av hverandre og benytte NTNUs ”best practice”. Fagmiljøene ved instituttene følger opp, og målbildet evalueres årlig

### **11.8 Nettsidene til E&M studiet**

Spørreundersøkelser blant nye studenter viser at nettsidene til NTNU er særdeles viktig, når nye studenter skal velge studieprogram ved NTNU. Nettsidene til Energikontakten bør oppdateres.

### **11.9 EMIL og Energikontakten**

Linjeforeningen EMIL og Energikontakten samarbeider i dag. Kan dette samarbeidet bli bedre? Hva ønsker studentene og hva ønsker Energikontaktens medlemsbedrifter? Dette er en oppgave for lederen av EMIL og koordinator i Energikontakten.

## **12 Tilknyttede dokumenter og arbeider**

Alle FREMS dokumentasjon(rapporter, notater, møterefater osv) er lagret i Sintef e-Room databasen “FREMS”

/1/ Fremtidens Energi- og Miljøstudium – Prosjektbeskrivelse, Trondheim juni 2010

/2/ Studieprogrammet Energi og miljø. Selvevaluering NTNU 2007

/3/ Evaluering av studieprogrammet og kvaliteten på undervisningen, Trondheim januar 2011

/4/ Resultater fra spørreundersøkelse besvart av dagens Energi – og miljøstudenter, styringskomiteen 28.10.2010

/5/ En oversikt over tilbakemeldinger til forbedringer fra etats- og bedriftsgruppene, Trondheim juni 2011

/6/ Evaluation report, international committee, Trondheim april 2011

/7/ Hvordan få flere norske masterstudenter fra studieprogrammet E&M til å fortsette med doktorgrad, Trondheim januar 2011

/8/ Knut Samdal . Rekruttering til energiforskning – månelanding eller krasjlanding? Masteroppgave i Organisasjon og ledelse, NTNU august 2008

/9/ Environmental Education in the E&M Study Program, Draft FREMS Report E, Trondheim 10 April 2011

/10/ Nyhetsbrev: Fremtidens energy – og miljøstudium

## 13 Vedlegg

### 13.1 Komplementære emner i studieprogrammet energi og miljø.

Temablokk	IØT/SVT/HF/AB/DMF/IVT/IME/NT
1. Økonomi og prosjektledelse	TIØ4295 - Bedriftsøkonomi TIØ5200 - Prosjektorganisasjoner
2. Organisasjon og ledelse inkl. IKT	TIØXXXX - Human Resource Management
3. Juridiske tema inkl. IPR	TIØ4215 - Kontraktsrett og kontraktsforhandlinger
4. Etikkfaglige emner	FI5205 - Corporate Responsibility and Ethics
5. Industriell økologi, håndtering av miljørisiko	Gjelder ikke studieretning Energibruk og energiplanlegging: TEP4223 - Livssyklusanalyse TVM4160 - Materialstrømsanalyse TVM4162 - Industriell økologi
6. Helse, miljø og sikkerhet	TIØ4350 - Arbeidsmiljø  Gjelder ikke studieretning Energibruk og energiplanlegging: TIØ4300 - Miljøkunnskap, økosystemer og bærekraft
7. Innovasjon og entreprenørskap	TIØ4230 - Markedsorientert produktutvikling og entreprenørskap
8. Internasjonalisering (inkl. avanserte språkemner) og kulturforståelse	XXXxxxxx - Ingeniørfaglig kommunikasjon (på engelsk)

### 13.2 Forslag til emnekombinasjoner for Elektrisk energiteknikk og smarte nett

5. semester:

TET4140 Elkraftteknikk grunnlag (dette er obligatorisk)  
TIØ4120 Operasjonsanalyse, grunnkurs

6. semester:

TTK4105 Regulerings-teknikk  
TET4135 Energiplanlegging  
TET4130 Overspenninger og overspenningsvern

TET4110 Elektriske maskiner  
TIØ4150 Industriell optimering og beslutningsstøtte eller TTK4135 -  
Optimalisering og regulering,  
Alternativt: SØK1101 Miljø & ressursøkonomi

Komplementære emner:

Dersom formålet er å utvide perspektivet utover profesjonsutdanningen, er det vanskelig å gi generelle anbefalinger her, men mest relevante av valgbare emner er:

Økonomifag generelt  
Prosjektledelse  
Språk generelt  
TIØ 4215 Kontraktsrett - forhandlinger  
TIØ4295 Bedriftsøkonomi  
TIØ4146 Finans for teknisk – naturvitenskaplige studenter

7. semester:

TET4115 Elektriske kraftsystemer  
TET4160 Høyspenningsisolasjon  
TET4190 Kraftelektronikk for fornybar energi – ( Dette er ikke under anbefalt emne i dag, men det burde det vært for energiforsyning. Et svært viktig emne som styrker systemforståelsen ved siden av TET 4115 og er svært viktig for TET 4180 )  
TPK4120 Industriell sikkerhet og pålitelighet.

8. semester:

TET4180 Stabilitet i elkraftsystemer  
TET4185 Kraftmarkeder, ressurs og miljø  
TVM4165 Vannkraftverk og vassdragsteknikk  
TET42000 Marine og offshore elektroinstallasjoner

### **13.3 Emnevalg for Energiforsyning og klimatisering av bygninger**

Obligatoriske emner for alle som velger denne hovedprofilen er:

7. semester: TEP4235 Energibruk i bygninger  
6. semester: TET4135 Energiplanlegging  
5. semester: TIØ4120 Operasjonsanalyse

Øvrige anbefalte valgemenner er vist i tabell på neste side.

Type virksomhet	Rådgivende ingeniørfirma Undervisning og FoU	Entreprenør innenfor energi- og klimateknikk Undervisning og FoU	Entreprenør innenfor energi-, vannbåren varme- og sanitært teknikk Undervisning og FoU	Offentlig forvaltning og energivetk Undervisning og FoU
Eksempler på bedrifter medlemmer i Energikontaktken	Hjellnes Consult, Entro Energi, Multiconsult, Norconsult, Rambøll, COWI, Sweco, AF Gruppen, Enova, medlemsbedriftene i RIF, NTNU, SINTEF Energi, med flere	Medlemsbedriftene i Norsk Teknologi, NTNU, SINTEF Energi, med flere	Medlemsbedriftene i NRL, NTNU, SINTEF Energi, med flere	NVE, Enova, Medlemsbedriftene i Energi Norge, NTE, BKK, Trondheim Energi, Agder Energi, Lyse, NTNU, SINTEF Energi, med flere
Ar	Sem	HOVEDOPP GAVE: Energi forsyning og klimatisering av bygninger		
5	10	TEP4560 ENERGI BRUK OG ENERGI PLANLEGGING – PROSJEKT: Energi forsyning og klimatisering av bygninger EP4565 EB & EP – FORDYPNINGSEMNE: Velg to av tema: - Bygningers energiforsyning - Innemiljø og klimatisering av bygninger - Bygningsautomatisering - Varmepumpe teknikk - Ventilasjonsteknikk for industri, brann og sikkerhet - Bygningsakustikk - Ombyggingsteknikk Ikke-teknisk emne 4: TIØ4295 Bedriftsøkonomi	TEP4560 ENERGI BRUK OG ENERGI PLANLEGGING – PROSJEKT: Energi forsyning og klimatisering av bygninger EP4565 EB & EP – FORDYPNINGSEMNE: Velg to av tema: - Bygningers energiforsyning - Innemiljø og klimatisering av bygninger - Bygningsautomatisering - Varmepumpe teknikk - Ombyggingsteknikk Ikke-teknisk emne 4: TIØ4295 Bedriftsøkonomi	TEP4560 ENERGI BRUK OG ENERGI PLANLEGGING – PROSJEKT: Energi forsyning og klimatisering av bygninger EP4565 EB & EP – FORDYPNINGSEMNE: Velg to av tema: - Bygningers energiforsyning - Innemiljø og klimatisering av bygninger - Bygningsautomatisering - Varmepumpe teknikk Ikke-teknisk emne 4: TIØ4295 Bedriftsøkonomi
4	8	TEP4245 Klimateknikk TEP4260 Varmepumpbygn klima Velgen av to: - TEP4260 Varmepumpbygn klima - TET4170 El. installasjoner	TEP4245 Klimateknikk TEP4260 Varmepumpbygn klima	TEP4245 Klimateknikk Velgen av to: - TEP4260 Varmepumpbygn klima - TET4170 El. installasjoner
7	TEP4223 LCA & Eco-efficiency Velg et av to: - TEP4240 Systemsimulering - TET4165 Lys og belysning Perspektivemne: TIØ5200 Prosjektorganisasjoner Ing. fag annen avdeling: TBA4160 - Bygningsfysikk, grunnk	TEP4223 LCA & Eco-efficiency TEP4240 Systemsimulering Perspektivemne: TIØ5200 Prosjektorganisasjoner Ing. fag annen avdeling: TBA4160 - Bygningsfysikk, grunnk	TEP4223 LCA & Eco-efficiency TEP4240 Systemsimulering Perspektivemne: TIØ5200 Prosjektorganisasjoner Ing. fag annen avdeling: TBA4160 - Bygningsfysikk, grunnk	TEP4223 LCA & Eco-efficiency TEP4240 Systemsimulering Perspektivemne: TIØ5200 Prosjektorganisasjoner Ing. fag annen avdeling: TBA4160 - Bygningsfysikk, grunnk
3	6	TEP4130 Varme- & masse transp. Velg et av to: - TET4110 Elektriske maskiner - TEP4125 Termodynamikk II	TE4110 Elektriske maskiner TEP4130 Varme- & masse transp.	TEP4130 Varme- & masse transp. Velg et av to: - TET4110 Elektriske maskiner - TEP4125 Termodynamikk II
5	5	TIØ4300 Miljøkunnskap, økosyst. og bærekraft	TIØ4300 Miljøkunnskap, økosyst. og bærekraft	TIØ4300 Miljøkunnskap, økosyst. og bærekraft