

# SIVILINGENIØR I ENERGI, KLIMA OG MILJØ

Spesialisering: **Fusjonsenergi**

Fusjonsenergi er den ultimate formen for ren energi, og en forventer at alle våre energibehov kan dekkes når kommersielle fusjonskraftverk kan realiseres. Fusjonsenergien oppstår som et biprodukt når en fusjonerer to lette atomkjerner. Fusjonsprosessen krever at de fusjonerende atomene holder så høye temperaturer at materien er i en plasmatilstand. Studentene vil tilegne seg solide kunnskaper om plasmadynamikk, energitransport, magnetisk innelukking og utfordringer knyttet til energiutvinning i fusjonsreaktorer.

V5	EOM-3901 Master's thesis in energy, climate and environment		
H5	EOM-3010 Project paper in energy, climate and environment	Valgemne	Valgemne
V4	FYS-2007 Statistical signal theory	FYS-3026 Fusion plasma physics	Valgemne
H4	FYS-2006 Signal processing	FYS-2009 Introduction to plasma physics	MAT-2201 Numerical methods
V3	MAT-2200 Differential equations	Valgemne	Ikke-realfaglig valgemne

Studieplanen kan tilpasses mer teoretiske masteroppgaver ved å velge inn emnene MAT-3200 Continuum models og MAT-3202 Nonlinear waves som valgemner.

Valgemner velges i samråd med veileder ut fra relevans i forhold til masteroppgaven. Blant valgemnene må minst 10 studiepoeng være ikke-realfaglige.

Flere emner i fysikk og matematikk vil være aktuelle som valgemner, samt individuelt spesialpensum i tilknytning til masteroppgaven. For øvrig kan emner fra andre spesialiseringsretninger eller ytterligere ikke-realfaglige valgemner inngå.

Utvexlingsopphold lar seg enkelt tilpasse i sjette semester.

## SIVILINGENIØR I ENERGI, KLIMA OG MILJØ

Spesialisering: **Fornybar energi**

Studie spesialiseringen fornybar energi tar utgangspunkt i de fire energikildene, vind, sol, bølge og tidevann. Denne spesialiseringen belyser de energikildene som verden må satse på for oppfylle målsettingen fra *Verdenskommisjonen for miljø og utvikling* om en bærekraftig utvikling. For å kunne jobbe med og utvikle disse energikildene må en ha god forståelse av fysikk og matematikk. Ved å skrive prosjekt- og masteroppgaven vil studenten få veldig god kunnskap om en av problemstillingene innen ny fornybar energi.

V5	EOM-3901 Master's thesis in energy, climate and environment		
H5	EOM-3010 Project paper in energy, climate and environment	Valgemne	Valgemne
V4	FYS-2007 Statistical signal theory	FYS-3028 Solar energy an energy storage	Valgemne
H4	FYS-2006 Signal processing	MAT-2201 Numerical methods	Valgemne
V3	MAT-2200 Differential equations	FYS-2000 Kvantemekanikk	Ikke-realfaglig valgemne

Valgemner velges i samråd med veileder, ut i fra hvilken som er relevans i forhold til masteroppgaven. Mist et av valgemnene må være på 3000 nivå og minst 10 studiepoeng må være ikke-realfaglige.

Flere emner i fysikk, matematikk og statistikk vil være aktuelle som valgemner, samt individuelt spesialpensum i tilknytning til masteroppgaven. For øvrig kan emner fra andre spesialiseringsretninger eller ytterligere ikke-realfaglige valgemner inngå.

Med individuelle tilpasninger kan det legges til rette for utvekslingsopphold.

# SIVILINGENIØR I ENERGI, KLIMA OG MILJØ

## Spesialisering: Miljøovervåkning fra satellitt

For miljøovervåkning av områder med dårlig utbygd infrastruktur, konsentrerer spesialiseringen seg om satellittfjernmåling for jordobservasjon, hvordan ulike anvendelser av jordobservasjonsdata kan brukes i klimastudier og til å overvåke og kartlegge kystområder, utslipp av olje fra båter og plattformer, kartlegging av snømengder, flom, vind over hav, globale havstrømmer, iskanten og isfjell, snødekte områder og skoggrensen.

V5	EOM-3901 Master's thesis in energy, climate and environment		
H5	EOM-3010 Project paper in energy, climate and environment	FYS-3012 Pattern recognition	FYS-3023 Environmental monitoring from satellite
V4	FYS-2007 Statistical signal theory	FYS-2010 Digital image processing	FYS-3001 Earth observation from satellites
H4	FYS-2006 Signal Processing	Valgemne	Valgemne
V3	Valgemne	Valgemne	Valgemne/ ikke-realfaglig emne

Valgemner velges i samråd med veileder ut fra relevans i forhold til masteroppgaven. Blant valgemnene må minst 10 studiepoeng være ikke-realfaglige.

Flere emner i fysikk, matematikk, statistikk og informatikk vil være aktuelle som valgemner, samt individuelt spesialpensum i tilknytning til masteroppgaven. For øvrig kan emner fra andre spesialiseringsretninger eller ytterligere ikke-realfaglige valgemner inngå.

I sjette semester er det lagt til rette for utvekslingsopphold. Eventuelt kan utvekslingsopphold enkelt tilpasses i sjuende semester.

# SIVILINGENIØR I ENERGI, KLIMA OG MILJØ

## Spesialisering: Klimadynamikk

Spesialiseringen skal gi studentene en grundig innføring i de fysiske prosessene som ligger til grunn for naturlige og menneskeskapt globale klimaendringer, og forskningsbasert opplæring i bruk av matematiske, statistiske og beregningsmessige begreper og verktøy som anvendes i klimaforskning. Det legges vekt på tverrfaglige aspekter og beskrivelse av klimaet som et komplekst dynamisk system.

V5	EOM-3901 Master's thesis in energy, climate and environment		
H5	EOM-3010 Project paper in energy, climate and environment	Valgfag	Valgfag
V4	MAT-3213 Climate dynamics	MAT-3202 Nonlinear waves	Valgfag
H4	MAT-3200 Mathematical methods	MAT-2201 Numerical methods	Valfag
V3	Valfag	MAT-2200 Differential equations	STA-2003 Tidsrekker

Valgemner velges i samråd med veileder ut fra hva som er relevans i forhold til masteroppgaven. Blant valgemnene må minst 10 studiepoeng være ikke-realfaglige.

Flere emner i fysikk og matematikk vil være aktuelle som valgemner, samt individuelt spesialpensum i tilknytning til masteroppgaven. For øvrig kan emner fra andre spesialiseringsretninger eller ytterligere ikke-realfaglige valgemner inngå.

Utvekslingsopphold lar seg enkelt tilpasse i syvende semester (H4 eller H5).

# SIVILINGENIØR I ENERGI, KLIMA OG MILJØ

## Spesialisering: Fossil energi og karbonlagring

Spesialiseringen i fossile energikilder og lagring av CO<sub>2</sub> undersøker konvensjonelle hydrokarbonsystemer (klassiske petroleumssystemer), nye ukonvensjonelle energikilder som grunn-gass eller gasshydrater, og muligheter for og overvåking av lagring av CO<sub>2</sub> under havbunnen. Grunn-gass og gasshydrater kan være en betydelig ny energikilde, men utgjør likesom en trussel for petroleumssleting og muligens for klimaet. Geologisk lagring av CO<sub>2</sub> (CCS = Carbon Capture and Storage) er en av de store muligheter for reduksjon av denne klimagassen og omfatter injeksjon i en bergart under jordens overflate. Den økte interessen for det arktiske området vil utvilsomt føre til en økt undersøkelses- og utnyttelsesaktivitet med utfordringer for ikke bare olje og gass sektoren, men også for samfunnet og miljøet. Denne spesialiseringen gir relevant kunnskap og ferdigheter som vil ha en høy etterspørsel på fremtidige jobbmarkeder ettersom flere CCS områder og nye ukonvensjonelle energikilder vil bli påbegynt. For å etablere CCS som et effektivt virkemiddel for å redusere klimaendringene, trenger hundrevis av flere geologiske lagringssteder å bli introdusert. Dette vil gjøre CCS-teknologi til et av de mest etterspurte kunnskapssektorene i fremtiden.

V5	EOM-3901 Master's thesis in energy, climate and environment		
H5	EOM-3010 Project paper in energy, climate and environment	GEO-3151 Geoseminar i energi og miljø	Valgemne
V4	GEO-3115 Petroleumsgnologi/ Valgemne	Valgemne	Valgemne
H4	GEO-3121 Marin geologi	GEO-3123 Marin geofysikk	GEO-3118 Miljøgeologi
V3	GEO-3115 Petroleumsgnologi/ Valgemne	GEO-2005 Sedimentologi	GEO-2006 Innføring i anvendt fysikk

Valgemner velges i samråd med veileder ut fra relevans i forhold til masteroppgaven.

Aktuelle valgemner kan være: GEO-2002, GEO-2007, GEO-2008, GEO-3104, GEO-3106, GEO-3112, GEO-3116, GEO-3125, GEO-3126, GEO-3127, GEO-3128, GEO-3129, GEO-3144, GEO-3145, GEO-3221, GEO-3222.

Blant valgemnene må minst 10 studiepoeng være ikke-realfaglige. For øvrig kan individuelt spesialpensum i tilknytning til masteroppgaven, emner fra andre spesialiseringsretninger

eller ytterligere ikke-realfaglige valgemner inngå. I V4 er det lagt til rette for utvekslingsopphold.

# SIVILINGENIØR I ENERGI, KLIMA OG MILJØ

## Spesialisering: Havbunnsmiljø

Havbunnen utgjør en betydningsfull og veldig sårbar grenseflate mellom sedimenter og vannet der man finner et rikt dyre- og planteliv, og der det foregår mange forskjellige prosesser. I denne spesialiseringen vil en lære om kartlegging og forekomsten av mangfoldige økosystemer (blant annet korallrev i dyphav) på havbunnen, forurensninger i havbunnen og deres spredning, og karbon syklus i havbunnsverflaten (utslipp av gass, utfelling av mineraler). Det er mange forskjellige økosystemer som eksisterer på havbunnen i grunne områder på kontinentalsokkelen, men også i de dypeste områdene der metan slipper ut av havbunnen og er grunnlag for et helt enestående økosystem. Det er viktig å kartlegge disse og forstå forekomsten, ikke minst pga den store aktiviteten i olje- og gassindustrien, spesielt i arktiske områder der økosystemer er mer sårbare. Med hensyn til klimaforandringene i dag og i fortiden er det viktig å undersøke hvordan variasjoner i CO<sub>2</sub>-nivå har påvirket havbunnen eller hvordan, hvorfor og hvor mye metan slipper eller har sluppet ut fra havbunnen. Denne spesialiseringen har mye fokus på miljøaspektet, men resultatene har ofte veldig mye betydning for energibransjen offshore. Dette gjelder også planlegging av offshore vindparker eller lignende, hvor en nøyaktig havbunnskartlegging spiller en viktig rolle.

V5	EOM-3901 Master's thesis in energy, climate and environment		
H5	EOM-3010 Project paper in energy, climate and environment	GEO-3151 Geoseminar i energi og miljø	Valgemne
V4	Geo-3128 Marine Geohazards/Valgemne	Valgemne	Valgemne
H4	GEO-3121 Marin geologi	GEO-3111 Reconstructing Quaternary Environments	GEO-3118 Miljøgeologi
V3	Geo-3128 Marine Geohazards/Valgemne	GEO-2005 Sedimentologi	GEO-3112 Sedimentære Prosesser og Produkter

Valgemner velges i samråd med veileder ut fra relevans i forhold til masteroppgaven og kan være: GEO-2003, GEO-2007, GEO-2008, GEO-3122, GEO-3123, GEO-3144, GEO-3145, GEO-3221 og GEO-3222. Blant valgemnene må minst 10 studiepoeng være ikke-realfaglige. For øvrig kan individuelt spesialpensum i tilknytning til masteroppgaven, emner fra andre spesialiseringsretninger eller ytterligere ikke-realfaglige valgemner inngå. I åttende semester er det lagt til rette for utvekslingsopphold.

# SIVILINGENIØR I ENERGI, KLIMA OG MILJØ

## Spesialisering: **Marine geofarer**

Studenter innen spesialiseringen marine geofarer vil lære om forekomst og bevegelse av fluider (inkl. grunnngasser og gasshydrater) i geosystemer og om submarine ras. Med tanke på olje- og gass- industrien utgjør disse to en betydelig trussel for leting og produksjon. Spesielt i dyphavet, der mange av de nye utlyste blokkene ligger, finnes det mange ras på havbunnen, men også begravd under havbunnen. Lekkagesystemer finnes mange plasser på den norske marginen, kanskje mest kjent er flere tusen små fordypninger rund Trollfeltet som indikerer gasslekkasjer fra havbunnen. Det er viktig å forstå sårne systemer mht hva som forårsaker det, hvor mye kommer ut, hvordan det påvirker havbunnsmiljøet og hvordan det utgjør en fare for oljevirkosomheten. Grunnngass og gass-hydrater er strengt tatt en fluid og også ansett som en geofare som kan undersøkes også i denne retningen. En bedre forståelse av bevegelse av fluider i havbunnen er også viktig for CO<sub>2</sub> - lagring og krysser dermed mot retningen "fossil energi og karbon lagring".

V5	EOM-3901 Master's thesis in energy, climate and environment		
H5	EOM-3010 Project paper in energy, climate and environment	GEO-3151 Geoseminar i energi og miljø	Valgemne
V4	Geo-3128 Marin Geohazards/ Valgemne	Valgemne	Valgemne
H4	GEO-3121 Marin geologi	GEO-3123 Marin geofysikk	GEO-3118 Miljøgeologi
V3	Geo-3128 Marin Geohazards/ Valgemne	GEO-2005 Sedimentologi	GEO-2006 Innføring i anvendt fysikk

Valgemner velges i samråd med veileder ut fra relevans i forhold til masteroppgaven. Aktuelle valgemner kan være: GEO-2002, GEO-2007, GEO-2008, GEO-3104, GEO-3106, GEO-3112, GEO-3115, GEO-3116, GEO-3125, GEO-3126, GEO-3127, GEO-3129, GEO-3144, GEO-3145, GEO-3221, GEO-3222.

Blant valgemnene må minst 10 studiepoeng være ikke-realfaglige. For øvrig kan individuelt spesialpensum i tilknytning til masteroppgaven, emner fra andre spesialiseringsretninger eller ytterligere ikke-realfaglige valgemner inngå. I V4 er det lagt til rette for utvekslingsopphold.