**Utredning av mulige 5-årige sivilingeniørløp ved UiB – rapport fra arbeidsgruppene**

## Sammendrag og hovedkonklusjoner

(Gås gjennom tilslutt – noen momenter: )

Arbeidsgruppene anbefaler at dersom finansiering gjennom tilførsel av nye fullfinansierte studieplasser kan sikres, opprettet femårig sivilingeniørutdanninger innenfor følgende områder,:

* **Medisinsk teknologi**, med tre studieretninger; medisinsk databehandling, medisinsk fysikk og medisinsk kjemi
* **Undervannsteknolog**i med to studieretninger; marin akustikk og optikk og marin robotikk

For begge disse studieprogrammene bør det være innstegsmuligheter etter 3 år for kandidater med bakgrunn fra relevante studieløp på Høgskolen i Bergen (HiB) og Sjøkrigsskolen

Det anbefales videre at muligheten til å opprette tilsvarende løp innen energi og/eller energiomstilling utredes videre. En slik utredning må blant annet avklare forholdet til- og arbeidsdeling med det eksisterende masterprogrammet i energi.

## Innledning

Det matematisk- naturvitenskapelige fakultet (MN) ved UiB har gjennom flere år vært inne i en utvikling mot økt fokus på teknologi. Også regionalt er det nå økende teknologisk orientert samarbeid mellom utdannings- og forskningsinstitusjoner og andre aktører innen næringsliv og offentlig sektor, et samarbeid som blant annet kommer til uttrykk gjennom Teknovest og Science City Bergen (\*\*\* referanser). Bergen og Vestlandet for øvrig er en region med mye teknologitung virksomhet innen blant annet energi, maritim virksomhet og helse. Behovet for utdanning av høykvalifisert arbeidskraft innen disse områdene dekkes ofte ikke lokalt, og i mange tilfeller heller ikke nasjonalt. Planene for et nybygg innen energi og teknologi (ENTEK bygget) som nå er under utredning, tar også sikte på å tilrettelegge for samarbeid og innovasjon mellom ulike aktører innen teknologirelaterte områder, og vil være en sentral del av en planlagt «teknologiklynge» på Nygårdshøyden sør.

 På utdanningssiden har økt fokus på teknologi ved MN gitt seg utslag både i økende teknologisk forankring i eksisterende disiplinprogrammer, og opprettelse av tverrfaglige programmer som nanoteknologi, petroleumsteknologi, datateknologi og energi. Disse programmene opplever nå stor tilgang på kvalifiserte søkere. På samme måte opplever den treårige ingeniørutdanningen på Høgskolen i Bergen (HiB) meget gode søkertall, men det kan der oppleves som et handicap i konkurransen om de beste søkerne (blant annet i forhold til NTNU i Trondheim) at institusjonen ikke er akkreditert til å gi femårig sivilingeniørutdanning. Samtidig kan det være et regionalt problem at ingeniørstudenter med bakgrunn fra HiB som ønsker en femårig sivilingeniørgrad må forlate regionen for å ta de to siste årene av sin utdannelse, og da ofte kan gå tapt for bedrifter på Vestlandet.

Mot denne bakgrunn oppnevnte Dekan ved Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet i oktober 2014 tre arbeidsgrupper for å utrede mulige 5-årige sivilingeniørløp innen medisinsk teknologi, energiomstilling og undervannsteknologi. Arbeidsgruppene ble satt sammen på en slik at både UiB, Høgskolen i Bergen, Helse Bergen og Sjøkrigsskolen er representerte. Dette er også de samme aktørene som er tenkt som samarbeidspartnere i en fremtidig sivilingeniørutdanning.

**MANDAT – Sivilingeniør arbeidsgrupper**

De tre gruppene ble gitt følgende mandat:

«Fakultetet planlegger å utvide utdanningsporteføljen ved å etablere flere sivilingeniørprogram, og ønsker å be KD om 60 nye fullfinansierte femårige studieplasser. Dette er i tråd med en utvikling mot et mer teknologiorientert fakultet, og vil synliggjøre vår kompetanse og aktivitet på teknologiområdet. Vi vil møte samfunnets behov for utdanning på nye fagområder ved å bruke vår kompetanse i samarbeid med andre regionale aktører innen utdanning og næringsliv. Planene medfører imidlertid også et behov for å bygge opp ny kompetanse ved fakultetet, noe som kun vil være realiserbart ved tilførsel av nye fullfinansierte studieplasser. Vi ønsker å utnytte nye synergier mellom fag og endringer i arbeidslivets kompetansebehov. Høsten 2014 vil fakultetet utrede hvilke konkrete fagområder det bør satses på for å bygge opp en sivilingeniørutdanning. Eksempler på områder som kan være særlig aktuelle er medisinsk teknologi, energiomstilling og undervannsteknologi.

For videre utredning ønsker fakultetet å sette ned 3 arbeidsgrupper som skal utrede muligheten for opprettelse av sivilingeniørstudier innen de tre områdene. Arbeidsgruppene skal settes sammen på en slik måte at de dekker relevante institutter og samarbeidspartnere. Både Høgskolen i Bergen og Sjøkrigsskolen vil inngå som samarbeidspartnere og ha medlem i relevante arbeidsgrupper. Arbeidet innledes med et fellesmøte for å sette rammer for arbeidet. Prodekan for utdanning og studiesjef vil dele på å være observatør i arbeidsgruppene.

**I arbeidet med utarbeidelse av forslag til sivilingeniørprogrammene skal følgende kriterier tas hensyn til:**

* *Utnyttelse av eksisterende kompetanse sammen med utdanningsinstitusjoner i nærmiljøet (Høgskolen, Sjøkrigsskolen)*
* *Hvordan kompetanse kan bygges opp gjennom anslagsvis 3 nye stillinger til fagområdet (i tillegg vil det bli planlagt for administrative ressurser)*
* *Hvordan man kan dra veksler på nærings- og kunnskapsmiljø i Bergensområdet/-regionen.*

**Videre skal arbeidsgruppene:**

* *Kartlegge rekrutteringsgrunnlaget*
* *Behovet for kandidater*
* *Vurdere disse tilbudene opp mot andre tilbud regionalt og nasjonalt*

**Arbeidet forventes å munne ut i:**

* *Overordnet begrunnelse for oppretting av programmet*
* *Læringsutbytte i tråd med gjeldende retningslinjer*
* *Skisse til oppbygging av det 5-årige programmet i tråd med retningslinjer for siv.ing.-programmet.*
* *Videre gjennomførbarhet i lys av ressursvurderinger gitt over*

***Arbeidsgruppene leverer en skisse til 20. desember 2014.»***

(Det ble senere besluttet å utsette tidspunkt for ferdigstilling av rapporten til slutten av februar)

**Sammensetning av gruppene og arbeidsform**

Følgende representanter ble oppnevnt i arbeidsgruppene:

**Medisinsk teknologi:**

Førsteamanuensis Kjartan Olafsson (IFT/UiB)

Førsteamanuensis Renate Gruner (Helse Bergen/IFT/UiB/

Professor Hans René Bjørsvik (KI/UiB)

Førsteamanuensis Gry Sjøholt (HiB)

**Energiomstilling:**

Professor Peter Haugan (GFI/UiB)

Professor Jan Petter Hansen (IFT/UiB)

Professor Inga Berre (MI/UiB)

Professor Ritske Huismans (GEO/UiB)

Instituttleder Per E. Thorvaldsen (HiB)

**Undervannsteknologi:**

Professor Rolf Birger Pedersen (GEO/Geobiologi/UiB)

Professor Per Lunde (IFT/UiB)

Professor Ilker Fehr (GFI/UiB)

Instituttleder Nils Ottar Antonsen (HiB)

Dekan Ellen Berle (Sjøkrigsskolen)

Gruppen for energiomstilling ble i sluttfasen utvidet med Professor Vidar Jensen fra Kjemisk institutt.

I tillegg har prodekan for utdanning, Harald Walderhaug, og studiesjef Eli Neshavn Høie ved MN vært med på møtene i alle arbeidsgruppene.

Eli Neshavn Høie har vært sekretær for arbeidsgruppene underveis i arbeidsprosessen. Selve rapporten har vært sluttført av Harald Walderhaug i samarbeid med Høie.

Arbeidsgruppen for medisinsk teknologi har avholdt 4 møter, undervannsteknologi 3 møter og energiomstilling 2 møter. I tillegg har det vært to fellessamlinger hvor medlemmene fra alle tre grupper har deltatt. Det har også vært utstrakt bruk av e-post korrespondanse underveis, noe som har vært spesielt viktig siden det tidvis har vært vanskelig å finne møtedager som har passet alle gruppemedlemmene. Det er opprettet en wikisside der referater fra gruppemøter, arbeidsdokumenter produsert i gruppene og andre aktuelle dokumenter har blitt lagt ut underveis i prosessen[[1]](#footnote-1).

**Generell bakgrunn**

Som beskrevet over, har diskusjonen rundt teknologi og utdanning i Bergensregionen blant annet ledet frem til et konkret ønske om å se nærmere på nye femårige utdanningsløp innen spesifikke områder. Disse utdanningsløpene kan nyttiggjøre den brede utdanningskompetansen som totalt sett finnes på institusjoner som UiB, HiB og Sjøkrigsskolen, men bør også trekker inn instituttsektoren, helseforetak og lokalt næringsliv som leverandører av praksis og arbeidslivsrelevans. En slik utnyttelse av synergier mellom ulike utdanningsinstitusjoner i regionen, er også i tråd med den sittende regjeringens fokus på økt samhandling og kommunikasjon innen utdanningssektoren (SAK). I tillegg vil eventuelle nye friske studieplasser tilknyttet nye utdanningsløp kunne gi økte ressurser som kan anvendes på å bygge opp kompetanse på områder som i dag ikke er tilstrekkelig dekket innen de foreslåtte studieprogrammene.

At slike nye teknologiske studieløp skal lede frem til en sivilingeniørtittel er i utgangspunktet ikke en nødvendighet, men en slik tittel vil kunne være et konkurransefortrinn i synliggjøring av studietilbudene og deres innhold, og bidra til å vise potensielle søkere fra videregående skole med anlegg og interesse for teknologi ar de ikke trenger å reise fra regionen for å ta slik utdanning på høyt nivå. Kunnskapsdepartementet vedtok i 2012 å gjeninnføre både siviløkonom og sivilingeniør som beskyttede titler som skal gis med «skråstrek» som for eksempel Master i teknologi/sivilingeniør. De korresponderende fagrådene i Universitets- og høgskolerådet (UHR) fikk oppgaven med å definere kravene til innhold og profil for at en utdanning skal kvalifisere til å bruke disse tilleggstitlene. For sivilingeniørstudiet tilfalt denne oppgaven nasjonalt råd for teknologisk utdanning (NRT). Rådsmøtet sluttet seg til dokumentet «Hva karakteriserer en sivilingeniørutdanning» (rerferanse/link). Dette dokumentet har dannet bakgrunn for arbeidsgruppenes diskusjoner i sammensetningen av de ulike løpene som foreslås i denne prosessen.

For å kunne ta i bruk tittelen «sivilingeniør» trenger følgende krav å være oppfylt i studieløpet:

* Minst 30 ECTS studiepoeng (stp) med matematiske fag
* Minst 15 stp andre naturfaglige basisfag (fysikk og kjemi)
* Minst 150 stp «tekniske fag» (herunder basisfag i IT, mekanikk etc., og «spesialiseringsfag for studieretningen)
* Minst 5-15 stp med fag på tvers av retning (ikke-realfag)
* Avsluttende masteroppgave på minimum 30 stp

For studenter hjemmehørende ved UiB, HiB eller Sjøkrigsskolen er det i dag fire alternative studieløp som kam tenkes å gi den nødvendige fagsammensetningen for en sivilingeniørtittel:

1. Treårig ingeniørutdanning på HiB etterfulgt av toårig relevant mastergrad ved UiB. Aktuelle eksempler på slike løp eksisterer i dag for masterprogrammene i energi og datateknologi.
2. Bachelor pluss master (3+2-løp), hvor begge utdanningene er fra UiB og samlet sett fyller de nødvendige kravene. Aktuelle eksempler som, eventuelt med små tilpasninger, vil kunne fylle disse kravene er blant annet studieprogrammene i petroleumsteknologi og nanoteknologi.
3. Nye studieløp (3+2), der første del er fra enten UiB, HiB eller Sjøkrigsskolen og siste del gis (akkrediteres) ved MN/UiB
4. Nye femårige integrerte studieløp, der innholdet i studieprogrammet kan utformes og gis av flere av utdanningsinstitusjonene i regionen samarbeid, men akkreditering og formelt ansvar for graden ligger ved MN/UiB

For alternativene 1 og 2 over er det allerede (eventuelt med små tilpasninger) mulig å tildele sivilingeniørtittel for eksisterende studieløp. Høgskolen i Bergen og UiB/MN-fakultetet har over lang tid hatt ett tett og godt samarbeid om utdanning. Studenter kan ta emner på tvers av institusjonene, og det ble for noen år tilbake etablert en fellesgrad i infomatikk/datafag som har vært svært vellykket. I tillegg har en rekke kandidater med ingeniørutdanning tatt mastergrad ved MN-fakultetet.

Denne utredningen tar i hovedsak for seg alternativ 4, men også med innstegsmuligheter i et femårig løp etter 3. studieår (alternativ 3), noe som særlig vil kunne være relevant for studenter med bakgrunn fra HiB og Sjøkrigsskolen.

Mulige fokusområder for nye femårige integrerte studieløp ble diskutert i ulike fora våren 2014. Ut fra en total vurdering av eksisterende kompetanse ved utdanningsinstitusjonene, muligheter for å bygge opp nye kompetansemiljøer, regionale og nasjonale behov og arbeidsmarked ble det, som beskrevet over, tatt en avgjørelse om i første omgang å opprette tre arbeidsgrupper for å se nærmere på konkrete muligheter innen undervannsteknologi, medisinsk teknologi og energiomstilling. Vurderinger og konkrete forslag fra de tre arbeidsgruppene gjengis under.

**Felles vurderinger for alle de tre arbeidsgruppene**

For alle de tre foreslåtte fokusområdene gjelder at forslag til konkrete studieplaner dels utnytter eksisterende emner ved MN eller en av de andre samarbeidende utdanningsinstitusjonene, og dels er basert på å opprette nye spesialiserte emner. I første kategori kommer både basisemner innen fag som matematikk, fysikk, informatikk og kjemi (som tilbys både på MN og ved HiB) og eksisterende spesialemner som er høyrelevante for de foreslåtte studieløpene og kan inngå i en ny kontekst. Et eksempel på et slikt eksisterende spesialemne er *PHYS371 Utvalde emne i undervannsakustikk* som i dag tilbys ved Institutt for fysikk og teknologi og er høyrelevant for et nytt studieløp i Undervannsteknologi.

Nye emner som foreslås opprettet er tilsvarende av to typer. Studieløpene skal, i tråd med de nasjonale kravene til sivilingeniørutdanning, inneholde ikke-realfaglige emner som er med på å gi utdanningen økt samfunns- og arbeidslivsrelevans. Et eksempel på et slikt emne er «legemiddellovgivning» som inngår i de foreslåtte studieløpene for medisinsk teknologi. I tillegg kommer teknologiske/realfaglige spesialemner som ikke allerede eksisterer ved UiB eller en av de andre utdanningsinstitusjonene og derfor må baseres på innhenting av ny kompetanse på lærersiden. Et eksempel på et slikt foreslått emne er *Radiofarmasøytisk kjemi* som vil kunne inngå i det foreslåtte studieløpet for Medisinsk teknologi.

Typisk sett vil alle slike studieløp i de første semestrene være dominert av en felles basis med grunnemner i matematikk, fysikk, informatikk og i noen tilfeller kjemi, før studentene kan introduserer for mer spissede spesialemner i sitt studieløp som bygger på denne basisen. Det er ressursmessig fornuftig og nødvendig å utnytte allerede eksisterende basisemner ved institusjonene. Imidlertid gir dette også en utfordring i forhold til identitetsbygging og læringsmiljø for sivilingeniørstudiene, ved at disse studentene lett kan «drukne» som en minoritet på store emner dominert av disiplinstudenter. Det er derfor viktig å finne tiltak som bidrar til egen identitet både faglig og sosialt. I tillegg til å tilrettelegge fysiske forhold, som egne lesesaler og møtesteder for sivilingeniørprogrammene, søker derfor studieplanforslagene under å etablere egne «sivilingeniøremner» som leses parallelt med de store grunnemnene helt fra starten av studiet.

Examen Philosophicum er en integrert del av alle gradsgivende studier ved UiB, og tas tradisjonelt sett i første semester. Det er imidlertid arbeidsgruppenes oppfatning at man ved å legge dette faget senere i studiet kan gi det en form som mer direkte støtter opp om etiske og vitenskapsfilosofiske problemstillinger som er særlig relevante for teknologiutvikling spesielt, og dra nytte av den ekstra erfaring og kompetanse innen sitt spesialområde studentene har tilegnet seg senere i studiet.

Eksisterende sivilingeniørutdanning i Norge, som volummessig domineres av NTNU, har gjort bruk av 30 stp masteroppgaver som studentene jobber med i sitt siste semester på utdanningen. De nasjonale retningslinjene åpner imidlertid også for bruk av 60 stp oppgaver, noe som er hovedregelen for masteroppgaver ved MN i dag. Det var bred enighet på tvers av de tre arbeidsgruppene å gå inn for 60 stp masteroppgaver som hovedregel også for sivilingeniørutdanningene, noe som reflekteres i de foreslåtte studieløpene under. Et argument for dette er at det vil gi sivilingeniørutdanningene ved UiB et nasjonalt særpreg også med hensyn på å gi kandidatene mer trening i å takle store selvstendige prosjekter. Videre gir det mulighet til mer forskningsnære problemstillinger som krever mer modning og refleksjon, siden arbeidet med masteroppgaven vil kunne spres over en periode på to år.

**Medisinsk teknologi**

Generell begrunnelse og behov

Moderne helsevern og medisinsk behandling er i tillegg til medisinsk kompetanse i stadig økende grad tuftet på avansert teknologisk utstyr, avansert databehandling og avansert laboratoriedrift og analyse. Et moderne sykehus krever samhandling mellom flere yrkesgrupper og realfaglig og teknologisk kompetanse på høyt nivå. Arbeidsgruppen ser for seg at et felles studieprogram vil kunne ha tre Noen aktuelle områder er blant annet: Kommersialisering og innovasjon

* Arbeid med avansert medisinsk teknisk utstyr og laboratorieutstyr i klassifiserte laboratorier
* Drift, kvalitetskontroll, optimering og strålevern tilknyttet diagnostikk, inkludert syklotron, GMP laboratorier og avbildningsmodaliteter
* Drift, kvalitetskontroll, optimering og strålevern tilknyttet stråle- og partikkelterapi
* Databehandling, nettverk og systemer tilknyttet medisinsk teknisk utstyr og andre laboratorier

Regionalt vil det i tillegg til behov på sykehus og offentlig helsevesen (Helse Vest) også være behov for kandidater med denne type bakgrunn innen medisinsk teknisk industri og farmasøytisk industri, samt innen kommersialisering og innovasjon. En tentativ liste over potensielle arbeidsgivere og/eller samarbeidspartnere er gitt i appendiks.

Nasjonalt finnes det i dag toårige mastergradsprogram innen medisinsk teknologi eller beslektede emner ved Universitetet i Oslo og NTNU (se appendiks), men ingen integrerte femårige utdanninger. Et nytt femårig program vil derfor også kunne ha nasjonal interesse.

Arbeidsgruppen ser for seg et studieprogram som etter en oppstart med felles emner de tre første semestrene tillater spesialisering mot tre ulike retninger; medisinsk kjemi, medisinsk databehandling og medisinsk fysikk (Trenger mer begrunnelse her, pluss er dette riktige navn og inndeling?). En skisse til studieplan er vist i Figur 1:

**Mulig plan for felles emner i sivilingeniørutdanning innen Medisinsk teknologi**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 10.sem. – Vår | Masteroppgave | Masteroppgave | Masteroppgave |
| 9.sem. – Høst | Masteroppgave | Masteroppgave |  |
| 8.sem. – Vår | Masteroppgave |  |  |
| 7.sem. - Høst | Evt eksperter i team\*\*\*) |  |  |
| 6.sem. – Vår | Studieretningsavhengig/utveksling |  |  |
| 5.sem. – Høst | Ex. phil | studieretningsemner | studieretningsemner |
| 4.sem. – Vår | MAT121/131 | MAT102 | studieretningsemner |
| 3.sem. – Høst | STAT110 | PHYS102 | BIO121 (HiB) |
| 2.sem. – Vår | KJEM110 | PHYS101 | SIV102\*) |
| 1.sem. – Høst | INF109 | MAT111 | SIV101\*) |

*\*) Nye emner:*

*\*\*) Avhengig bl. a. av om studenten velger en fysikk- eller kjemiorientert masteroppgave*

*\*\*\*) Et emne Eksperter i team kan eventuelt passe å legge inn i 7. eller 8. semester (5 stp?)*

*Tommefelter: Emner og/eller spesialpensum valgt i samråd med veileder – vil være avhengig av spesialisering og masteroppgavens tema*

**Figur 1: Skisse til felles studieplan for femårig integrert utdanning i medisinsk teknologi**

Emner som i skissen er angitt med emnekode eller navn i venstre og midtre kolonne er eksisterende grunnemner i matematikk, statistikk, fysikk, kjemi og informatikk fra MN. BIO121 er et eksisterende emne fra HiBs bioingeniørutdanning som gir en grunnleggende innføring i medisinske fag for ikke-medisinere.

SIV101 og SIV102 er foreslåtte nye emner spesielt rettet mot dette studieprogrammet. De fokuserer på tema ut over teknologi og realfag som ansees viktige for å jobbe i et tverrfaglig miljø innen en helserelatert institusjon eller bedrift. Dersom disse emnene plasseres tidlig i studiet som foreslått over, vil de i tillegg til det faglige utbyttet ha en viktig funksjon for kullfølelse og læringsmiljø for studentene på programmet, siden de her kun vil møte og arbeide med studenter fra eget kull, i kontrast til å være en minoritet blant disiplinstudenter på de store grunnemnene i realfag. Et forslag til faglig innhold på de to spesialiseringsemnene er:

SIV101: SIKKERHET I MEDISINSK TEKNOLOGI

* Pasientsikkerhet
* Taushetsplikt
* Strålevern pasient og helsepersonell
* Legemiddellovgivning
* Sikkerhet og sertifisering tilknyttet medisinsk teknisk utstyr
* Sporbarhet og dokumenthåndtering
* Datasikkerhet og kommunikasjon
* Datatilsyn og databehandleravtaler
* Risikoanalyser

SIV102 INNOVASJON og teknologiledelse:

* Design av laboratorier og fasiliteter, eks. produksjon av radiofarmaka
* Regulatoriske føringer i laboratorier og medisinsk-tekniske installasjoner tilknyttet helseforetak, inkl. klassifisering og sertifisering av laboratorier GCP/GMP etc
* Randomiserte kliniske studier (RCT) – retningslinjer tilknyttet kommersiell oppdragsforskning
* Medisinsk etikk
* Helseøkonomi
* Prosjektledelse (Kost/nytte)
* Eksempler fra IKT: komplekse løsninger tilknyttet medisinsk teknisk utstyr
* \*) Avhengig bl. a. av om studenten velger en fysikk- eller kjemiorientert masteroppgave

De tomme feltene i figur 1 vil i hovedsak fylles opp med obligatoriske emner som er knyttet til studentenes spesialisering/studieretning, men også gi rom for noe valgfrihet. For en spesialisering inn mot kjemi vil studieplanen kunne se ut som angitt i Figur 2:

**Studieplan for sivilingeniørutdanning innen Medisinsk teknologi, med spesialisering inn mot kjemi / mikrokjemiteknikk**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 10.sem. – Vår | Masteroppgave | Masteroppgave | Masteroppgave |
| 9.sem. – Høst | Masteroppgave | Masteroppgave | VALG2) |
| 8.sem. – Vår | Masteroppgave | Microflow1) | VALG2) |
| 7.sem. - Høst | Radiofarm. kjemi1)  | KJEM2311)  | Org.syntese & spektros.1) |
| 6.sem. – Vår | KJEM2601)  | PHYS2251)  | KJEM2101)  |
| 5.sem. – Høst | Ex. phil | KJEM1311) | KJEM1201)  |
| 4.sem. – Vår | MAT121/131 | KJEM1301) | MAT102 |
| 3.sem. – Høst | STAT110 | PHYS102 | BIO121 (HiB) |
| 2.sem. – Vår | KJEM110 | PHYS101 | SIV102 |
| 1.sem. – Høst | INF109 | MAT111 | SIV101 |

1) For kjemiorientert masteroppgaver

2) Emner og/eller spesialpensum valgt i samråd med veileder – vil være avhengig av forskningsoppgavens tema

**Figur 2: Skisse til studieplan med spesialisering mot kjemi/mikrokjemiteknikk**

Her er emner merket grønt samme felles basis som gitt i figur 1, mens emner merket rødt angir spesialiseringen mot kjemi. De fleste aktuelle emner inngår enten fast i undervisningen ved MN, eller har vært gitt som spesialpensum ved Kjemisk Institutt. For å opprettholde og utvikle undervisning og veiledning inn mot sivilingeniørprogrammet vil det imidlertid være behov for å utvide staben med en stilling med fokus mot microkjemiteknikk / Instrumentelle metoder i organisk syntese. Dette er konkretisert mer i appendiks.

Brune emner er valgfrie for studentene. En liste over eksisterende emner på UiB/MN og HiB som er relevante her er gitt i appendiks.

Et tentativt læringsutbytte for det foreslåtte studieprogrammet er også gitt i appendiks

(Læringsutbytte må gjerne stå her og ikke i appendiks siden det er viktig for å vise hva vi vil med programmet, men vi trenger i så fall noen konkrete punkter inn mot det foreslåtte programmet i tillegg til de utmerkede, men veldig generelle formuleringer som står der nå)

+Evt si noe om Rekrutteringsgrunnlag; eventuelt konkretisere mulige samarbeidsmuligheter med randsone (UNI, CMR/CMI, Helse Bergen…..)

**Undervannsteknologi**

Utforskning, kartlegging og overvåking av marine ressurser og av marine miljø er basert på marin observasjonsteknologi. Denne teknologien omfatter sensor og subseateknologi og består av akustiske, optiske, kjemiske og fysiske sensorer, fjernstyrte og autonome roboter, og stasjonære havobservatorier. Teknologien har grunnleggende betydning for petroleumsnæringen, for fiskeri- og oppdrettsnæring, for overvåking av marine miljø, og for utforskning av nye mineral- og bioressurser i dyphavene. Utvikling og innovativ bruk av denne teknologien er viktig for Norges marine fremtid.

Bergensområdet og Vestlandet har en variert marin industri som både fremstiller og bruker denne type teknologi. Dette næringslivet inkluderer teknologiselskaper som utvikler og tilvirker marine sensorer og marine observasjonsplattformer. Det innbefatter subseaselskaper, som bruker fjernstyrte og autonome undervannsroboter (ROV/AUV) til inspeksjon og vedlikehold av havbunnsinstallasjoner. Det omfatter fiskeindustri som baserer innhøsting av marine ressurser på bruk av akustiske sensorer, og havbruksnæring som anvender marin sensorteknologi til overvåking av produksjon og miljø. I tillegg baserer en rekke FOU-institusjoner og statlige forvaltningsinstitusjoner i Bergensområdet sin marine datainnsamling og forskning på denne type teknologi. Universitet i Bergen, Havforskningsinstituttet, CMR, Uni Research og Sjøforsvaret har alle kompetansemiljøer som ligger i fronten i marin forskning og i avansert bruk av marin sensor og subseateknologi.

Til denne sentrale nærings-, forsknings og utviklingsvirksomheten er det behov for ingeniørutdanning rettet inn mot marin sensor- og subseateknologi. Universitetet i Bergen, Høyskolen i Bergen og Sjøkrigsskolen vil sammen kunne skape et nytt utdanningsløp som er innrettet mot dette behovet. En felles visjon er å skape et unikt studieløp som skal bidra til Vestlandets og Norges marine fremtid. Visjonen vil bli basert på et samspill mellom utviklere og brukere av teknologi, og et nært samarbeid mellom et ledende marint universitet; høyskoler med omfattende ingeniørutdanning; marine FOU-institusjoner og et variert marint næringsliv.

Arbeidsgruppen foreslår et studieprogram innen undervannsteknologi med spesialiseringer rettet mot henholdsvis marin sensor- og subseateknologi og akustikk/optikk. Utdanningsløpet vil i stor grad bli basert på eksisterende kompetanse og infrastruktur ved de tre institusjonene, mens nye undervisningsressurser vil bli brukt til å fylle kompetansehull for å skape et helhetlig studieløp. Næringsliv og FOU-institusjoner i nærområdet vil kunne bidra med eksterne lærerkrefter og praksisplasser til studenter.

Norge og Bergen har betydelig industri og til dels verdensledende teknologiselskaper og operatører innenfor det marine området. Arbeidsgruppen ser imidlertid for seg at det foreslåtte studieprogrammet også vil ha bred nasjonal interesse. Eksempler på mulige interessenter og samarbeidspartnere både regionalt og lokalt er gitt i appendiks. På NTNUs webside finner vi for øvrig følgende om undervannsteknologi i regionen:

*« I Norge er spesielt Bergensregionen som har en betydelig næringsklynge innen undervannsteknologi med omtrent 4000 arbeidsplasser direkte knyttet til denne virksomheten. Fagmiljøet i og rundt Bergen er et av de sterkeste i verden, og en vesentlig del av verdens 3000 undervannsbrønner driftes fra Bergen. Statoil, FMC, Aker Solutions og Framo Engineering (nå OneSubsea) er eksempler på verdensledende bedrifter innen undervannsteknologi, som alle driver sin globale operative virksomhet fra Bergensområdet.»* (Per: er det rett forstått at dette er direkte sitat fra NTNU eller er det din formulering – skal vi i så fall ha sitatet med?)

**Plan for studieprogrammet**

En skisse til studieplan for det foreslåtte programmet er vist i Figur 3:

**Skisse til studieplan innen Undervannsteknologi – Fysikkretning (Marin akustikk / Marin optikk)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 10.sem. – Vår | Masteroppgave | Masteroppgave | Masteroppgave |
| 9.sem. – Høst | Valg\*\*\*) | Masteroppgave | Masteroppgave |
| 8.sem. – Vår | Valg\*\*\*) | Valg\*\*\*) | Masteroppgave |
| 7.sem. - Høst | PHYS225 (H) | MAT212 (H) | PHYS272/264\*\*) (H) |
| 6.sem. – Vår |  |  | PHYS271/261\*\*) (V) |
| 5.sem. – Høst | Ex. Phil. (H) | PHYS113 (H) | PHYS116 (H) / ELE127 (HIB) |
| 4.sem. – Vår | MAT121 (V) | MAT131 (V) | PHYS114 (V) |
| 3.sem. – Høst | STAT110 (H) | PHYS112 (H) |  |
| 2.sem. – Vår | MAT112 (V) | PHYS111 (V) | SIV104 |
| 1.sem. – Høst | MAT111 (H) | INF109 (V/H) | SIV103 |

*\*\*) Avhengig av om studenten fortsetter med marin akustikk eller marin optikk i masteroppgaven.*

*\*\*\*) Emne og/eller spesialpensum valgt i samråd med veileder, avhengig av forskningsoppgavens tema.*

***Figur 3. Skisse til studieløp i undervannsteknologi***

(denne skissen ble til tidlig, og er kanskje litt uferdig mhp at den ikke har med senere diskusjon i gruppen. Jeg har tillatt meg å flytte på Exphil, Phys114 og Phys116 for å skape plass til «kullemner», som jeg trenger hjelp til innhold i.Vil også ha generellesynspunkt på om dere synes denne organiseringen er grei. I tillegg er vel skissen først og fremst Pers forslag inn mot akustikk/optikk, så vi trenger også innspill og å se på hvordan dette virker i forhold til robotikk/sensorteknologi)

På samme måte som beskrevet for medisinsk teknologi, er høyre søyle i de første semestrene (SIV103 og SIV104) forbehold emner som er spesielt konstruert for- og rettet mot dette studieprogrammet. Disse er tenkt å gi både spesialisert fagkunnskap og generelle ferdigheter som ansees som viktige for å jobbe i team i et tverrfaglig miljø, i tillegg til at egne «kullemner» tidlig i programmet ansees som svært viktig for kullfølelse og læringsmiljø. Også i tråd med forslaget for medisinsk teknologi er Ex.Phil flyttet til femte semester, både for å skape plass for «kullemner» tidlig i studiet og for å kunne gi emnet et mer skreddersydd fagnært og teknologirelatert innhold.

Avhengig av spesialisering vil de tomme/valgfrie boksene i studieplanforslaget måtte inneholde emner som gir studentene tilleggskompetanse innen emner som grunnleggende materialteknologi, undervannsteknologi, fluiddynamikk, instrumentering og kraftoverføring subsea…. (andre mhp robotikk/sensorteknologi?).

De fagmiljøene som skal tilrettelegge nye emner og veilede studentene er i dag små. Akustikk og optikkgruppene ved Institutt for fysikk og teknologi er sentrale her, og vil også være viktige inn mot det foreslåtte studieløpet i medisinsk teknologi. Det finnes i dag heller ikke noe miljø ved UIB spesifikt innenfor robot- og sensorteknologi, heller ikke ved CMR, UNI eller Havforskningsinstituttet. Et slikt miljø må delvis bygges opp, og delvis benytte kapasitet i eksisterende forskningsgrupper (akustikk, instrumentering, optikk, CMR, NUI/NUTEC, osv.). Forslaget til opprettelse av dette studieprogrammet betinger derfor en tilførsel av ekstra stillingsressurser til de relevante fagmiljøene.

**Infrastruktur og samarbeid**

En styrke med det foreslåtte programmet er at det i stor grad vil kunne trekke veksler på betydelig eksisterende ekspertise og infrastruktur i regionen. CMR har pågående prosjekter innenfor subsea-akustikk, ultralyd og elektromagnetiske metoder og betydelig samarbeid med Geofysisk institutt og Institutt for Fysikk og teknologi. De vil også trolig kunne bidra inn mot praksis og veiledning for studentene. Sjøkrigsskolen har betydelig aktivitet og også tung infrastruktur som vil kunne være relevant for studieprogrammet (blant annet en kavitasjonstunnel). Annen planlagt infrastruktur som, dersom den realiseres, vil være høyrelevant for studiet er blant annet akustikkbasseng i ENTEK bygget, og akustisk måleplattform i sjø (NCSubsea). (Dett er stort sett Pers liste, men tar gjerne mot flere innspill fra andre her – evt. om en utvidet liste heller bør stå i appendiks)

Et tentativt læringsutbytte for det foreslåtte studieprogrammet er også gitt i appendiks (dette er ikke laget enda – usikker på hvor konkret vi kan få dette til få til nå, men tar gjerne imot innspill fra dere)

**Energi(omstilling)**

(Dette har jeg ikke skrevet enda, men her trengs en mer generell beskrivelse av nåsituasjon og hvorfor vi ikke presenterer konkrete programforslag på linje med medtek og undervannsteknologi her og nå, men vil gå videre med en generell diskusjon rundt relasjon til energimaster, satsing på bred eller smal (les vannkraft) front etc. I denne omgang vil vi melde inn til UiB sentralt inne fristen for å melde planer for nye studieprogram 1. april) at vi jobber videre med forslag innen energi, ut over våren men disse har altså ikke samme modning/konkretiseringsgrad som medisinsk teknologi og subsea enda. All input til hva som bør stå her fra gruppen er velkommen.

**Videre prosess og tidsløp for implementering**

Internt på UiB finnes følgende frister for opprettelse av nye studieprogram:

1 .april: Frist for å melde inn til UiB sentralt planer for nye studieprogram som kan implementeres fra neste studieår (Altså potensielt første studentopptak høsten 2016)

Oktober: Frist for å levere inn konkrete og detaljerte studieplanforslag for foreslåtte nye programmer.

Desember: Behandling av forslag og eventuell godkjenning i Universitetsstyret

Det innebærer ingen endelig forpliktelse til realisering å melde inn planer om et nytt studieprogram innen UiBs frist 1. april. Det foreslås derfor å melde inn planer inne alle tre områder (mer konkrete for medisinsk teknologi og undervannsteknologi enn for energi), så vil forslagene kunne trekkes senere dersom finansiering ikke oppnås, eller andre forhold tilsier at dette er fornuftig.

Realisering av planene er helt avhengig av at det oppnås nye fullfinansierte studieplasser. Fristene over er rent administrative, og det må parallelt arbeides mot Kunnskapsdepartementet og eventuelt UiB sentralt om å oppnå finansiering. Om programmene virkelig kan startes opp høsten 2016 eller ikke, avhenger derfor også i høy grad av om- og når finansiering kan sikres.

**Konklusjoner**

**(tar vi til slutt ☺)**

**Appendiks (Trenger opprydding)**

**Liste over andre aktuelle emner – medisinsk teknologi**

**Eksisterende emner som kan inngå i den skisserte planen:**

* (KJEM100 Kjemi i naturen)
* KJEM110 Kjemi og energi
* MAT101 Brukarkurs i matematikk I (MAT111 er nok mer relevant)
* MAT102 Brukarkurs i matematikk II
* MAT111 Grunnkurs i matematikk I
* MAT121 Lineær algebra
* MAT131 Differensiallikningar I
* (MAT160 Reknealgoritmar I)
* STAT110 Grunnkurs i statistikk
* INF109 Dataprogrammering for naturvitenskap
* BIO121 Anatomi, fysiologi og histologi (inngår i bioingeniørutdanningen ved HiB)
* PHYS111 Mekanikk I
* PHYS112 Elektromagnetisme og optikk
* PHYS114 Grunnleggende målevitenskap og eksperimentalfysikk
* (PHYS117 Prosjektoppgave i fysikk – kan droppes hvis det ikke er krav om en selvstendig bacheloropgave)
* PHYS118 Moderne fysikk I
* PHYS119 Moderne fysikk II
* PHYS212 Fysikk i medisinsk diagnostikk
* PHYS213 Medisinsk fysikk i stråleterapi
* PHYS225 Måleteknologi
* PHYS231 Strålingsfysikk
* PHYS241 Kjerne- og partikkelfysikk
* PHYS261 Atomfysikk og fysikalsk optikk
* PHYS271 Akustikk
* PHYS272 Akustiske transdusere

**Emner/tema som kunne være nyttige, men som ikke eksisterer nå:**

* Laboratoriesikkerhet, spesielt med tanke på medisinsk utstyr
* HMS og pasientsikkerhet
* Medisinsk terminologi (finnes det noe ved HiB?)
* Medisinsk etikk
* Bildebehandling i medisin
* Transportfenomen i menneskekroppen
* Strålevern

**Medisinsk teknologi – andre utdanningstilbud i Norge**

De tilbudene som finnes ved to av de andre universitetene er masterstudier som bygger på noe varierende grunnutdanning. Det finnes for tiden ingen 5-årige integrerte studieløp, og ingeniørutdanningen i medisinsk teknikk som tidligere var gitt ved daværende Høgskolen i Stavanger er lagt ned.

**Universitetet i Oslo: Mastergrad i fysikk – studieretning biofysikk og medisinsk fysikk**

Dette er et klassisk masterstudium som bygger på en bachelorgrad i fysikk. Hovedtema er virkning av stråling (ioniserende-, UV- og synlig lys) på molekylmodeller og celler i kultur (biofysikkretningen), og stråleterapi av kreft sammen med MR-tomografi (medisinsk fysikk).

<http://www.uio.no/studier/program/fysikk-master/studieretninger/biofys-medisin/index.html>

Masterstudiet har tre obligatoriske emner:

* MNHMS0015 - Innføring i Helse, miljø og sikkerhet (HMS)
* MNHMS0015ES – Innføring i el-sikkerhet
* FYS-KJM4710 - Stråling og strålingsdosimetri

Dessuten anbefales emnene

* FYS4720 - Cellulær radiobiologi
* FYS4730 - Medisinsk strålingsfysikk for stråleterapi

Masteroppgaven er 60 studiepoeng.

**NTNU: Masterprogram i medisinsk teknologi.**

<http://www.ntnu.edu/studies/msmedtek>

Dette programmet er tverrfaglig og har fire studieretninger:

* Medical Signal Processing and Imaging
* Healthcare Informatics
* Bioinformatics
* Biophysics and Medical Physics

Opptakskravene er avhengig av studieretning. Det tas opp 10 nye studenter på programmet hvert år ifølge informasjon på nett, men det ble ikke tatt opp studenter på programmet i 2014.

**NTNU: Masterprogram i biofysikk og medisinsk fysikk**

<http://www.ntnu.edu/studies/msphys/biophysics-medical-physics>

Tre hovedtema:

* Biopolymer Physics
* Photobiophysics
* Medical Technology med vekt på optisk avbildning og laser skanning mikroskopi, i tillegg til transportprosesser for molekyler i levende vev.

Masteroppgaven er 60 studiepoeng.

**Eksempel på nærings- og kompetansemiljø som kan bidra med praksis/veiledning og/eller fungere som fremtidige arbeidsgivere:**

Næring i Bergen: HB HF (især Medisinsk teknisk avdeling, Radiologisk avdeling, Avdeling for kreftbehandling og medisinsk fysikk, HV IKT), Haraldsplass (især Medisinsk teknisk avdeling), UIB, NordicNeurolab AS, Michelsen Medical AS, Luzmon Medical AS, CMR (især tidl CMR computing), Siemens, Nasjonalt IKT HF, Dräger, Kebomed …
Kompetanse: MedViz (Forskningsklynge CMR/UIB/HUS), Bergen fMRI gruppe (stor tverrfaglig forskningsgruppe UIB innen medisinsk avbildning), BTO (ledelse og innovasjon) Helse Stavanger

**Emner som bør (må) inngå i den skisserte planen for medisinsk teknologi spesialisert for kjemi.**

* **Radiofarmasøytisk kjemi** (eksisterer i dag som spesial pensum, undervises av Førsteamanuensis II (Kjemisk institutt) Tom Chr. Holm Adamsen
* **Organisk syntese og spektroskopi**. Dette emnet har vært gitt som spesial pensum ved flere anledninger. Kurset / prosjekt ble utviklet som et alternative til KJEM232 for Ersmus studenter og undervises/ledes av Professor Hans-René Bjørsvik. Dette kurset er et lite forsakningsprosjekt, hvor studentene “hands-on” lærer å bruke nødvendig insrumentering for organisk syntese.

**Microkjemiteknikk / Instrumentelle metoder i organisk syntese**

* Fagfeltet vil være sentralt i teknologiutdannelsen for medisinsk teknologi – kjemi/microkjemiteknikk retning. I dette fagfeltet inngår både forsknings aspekter og teknologi / aspekter som vedr. produksjons tracere som skal benyttes i kliniske undersøkelser. Ved opprettelse av en studium bør (må) tilsettes en professor innenfor dette fagfeltet.
* **Micro Process Engineering / Microchemical Engineering.** Kontinuerlig strømnings reaktorer og annet miniatyrisert utstyr for kjemisk framstilling av *precursors* og *tracere* for bruk i forbindelse med PET undersøkelser. Dette er et fagområde som omfatter alt fra mekanisk framstilling av utstyrs enheter (micro reaktorer), styre og måleenheter for disse, samt kunnskaper om hvordan man bruke og utvikle kjemiske prosesser i denne type instrumentering. Forsking innen dette feltet eksisterer på Kjemisk institutt, men det gis ingen kurset i dette temaet (det har ved en anledning vært gitt et spesialpensum i dette temaet).
* **Instrumental methods in organic synthesis (microreactors in organic synthesis and catalysis).** Hvordan miniatyrisert kjemisk apparatur kan benyttes til organisksyntese, rensing og opparbeidelse av ferdige syntese produkter.

**Valgemner (VALG) som kan inngå i sivilingeniør studiet - master grad delen av studiet.**

**KJEM233** – Organisk massespektrometri, **KJEM243** – Metallorganisk katalyse, **KJEM251** – NMR-spektroskopi I, **KJEM334** – Syntese og retrosyntese, **FARM236** – Legemiddelkjemi.

Videre kan spesialpensum (emner) som er tilpasset forskningsoppgaven eller emner av generell interesse som heterosyklisk kjemi og mikrokjemiteknikk emner inkluderes som pensum i VALG delen.

Mulig nytt emne mot medisinsk teknologi med spesialisering mot fysikk:

PHYS212b MODELLERING (et nytt kurs som ville være nyttig å etablere ved IFT ved anledning; (mulig samarbeid UIB/HUS/CMR?))

* Fysiske, statistiske eller matematiske modeller anvendt på medisinske data (især bilder)
* Monte Carlo simuleringer av fysiske og biologiske prosesser (diagnostikk & terapi)
* Metoder for datareduksjon («feature extraction») i komplekse systemer og datamengder
* Presentasjon av resultater/ visualisering

**Læringsutbytte for medisinsk teknologi**

Etter fullført sivilingeniørgrad i medisinsk teknologi skal kandidaten kunne:

Kunnskapar

* gjengi fakta og drøfte grunnleggjande prinsipp innan medisinsk teknologi
* forklare grunnlaget for moderne medisinsk diagnostikk
* forklare utvalde metodar og måleteknikkar i medisinsk teknologi
* vise at ein har avanserte kunnskapar innan medisinsk teknologi på eit godt nivå, og spesialisert innsikt i eit avgrensa område knytta til mastergradsprosjektet

Ferdigheiter

* utføre eit sjølvstendig, avgrensa forskingsprosjekt under rettleiing, men med stor grad av sjølvstende og eige initiativ, og i tråd med forskingsetiske normer
* handtere og presentere medisinske data, drøfte presisjon og nøyaktigheit og bruke programmeringsverktøy for å analysere og behandle data
* analysere problemstillingar i medisinsk teknologi og drøfte måtar å utforske desse på ved hjelp av teori og eksperimentelle metodar
* orientere seg i fagmiljøet og hente inn, analysere og anvende nødvendige kunnskapar og verktøy som trengs for å utføre eit utviklingsprosjekt
* analysere og kritisk vurdere vitskapelege informasjonskjelder og anvende desse til å strukturere og formulere resonnement og nye idear innan medisinsk fysikk og teknologi
* analysere, tolke og drøfte data på ein fagleg god og kritisk måte, og i lys av eksisteranse kunnskap og teoriar innan sitt fagområde

Generell kompetanse

* kunne analysere medisinsk teknologiske problemstillingar generelt og kunne delta i diskusjon om innfallsvinklar og måtar å løyse problem på
* gje god skriftleg og munnleg framstilling av medisinsk teknologiske tema og forskingsresultat
* kommunisere om faglege problemstillingar, analysar og konklusjonar innan medisinsk teknologi, både med spesialistar og til allmennheita
* kunne reflektere over sentrale vitskaplege problemstillingar i eige og andre sitt arbeid
* demonstrere forståing og respekt for verdiar som etikk, openheit, presisjon og pålitelegheit

Kommentar til Læringsutbytte

Kunne muligens sikre at utdanningen imøtekommer krav i strålevernsforskriften (forskrift om strålevern og bruk av stråling $33); «I virksomheter som anvender medisinsk strålebruk som krever godkjenning etter $5 skal de inngå personell på masternivå med realistkompetanse …»

**Liste over andre aktuelle emner – undervannsteknologi**

* Mulige emner som kan inngå i planen (Undervannsteknologi - fysikkretning):
* UIB:
* INF109 - Dataprogrammering for naturvitskap
* STAT110 Grunnkurs i statistikk
* MAT111 Grunnkurs i matematikk I
* MAT112 Grunnkurs i matematikk II
* MAT121 Lineær algebra
* MAT131 Differensiallikningar I
* MAT212 Funksjonar av fleire variable
* PHYS111 Mekanikk I
* PHYS112 Elektromagnetisme og optikk
* PHYS113 Mekanikk 2 og termodynamikk
* PHYS114 Grunnleggende målevitenskap og eksperimentalfysikk
* PHYS116 Signal- og systemanalyse
* PHYS261 Atomfysikk og fysikalsk optikk
* PHYS263 Laboratoriekurs i optikk
* PHYS264 Miljøoptikk og transport av lys og partikler
* PHYS271 Akustikk
* PHYS272 Akustiske transdusere
* PHYS371 Utvalde emne i undervannsakustikk
* PHYS373 Akustiske målesystem
* HIB:
* MAS106 Materiallære og kjemi (V)
* MAS110 Dynamikk og fluidmekanikk (H)
* MAS114 Marine stålkonstruksjoner (V)
* MAS116 Hydrodynamikk (V)
* MAS127 Petroleumsproduksjon og undervannsteknologi (V)
* MAS128 Instrumentering og kontrollsystem
* ELE117 Høyspenningssystemer
* ELE127 Signalbehandling og optisk kommunikasjon
* ELE129 Kraftelektronikk
* ……

**Tentative samarbeidspartnere for undervannsteknologi innen nærings- og kunnskapsmiljøer**

* Eksempler nasjonalt: Kongsberg Maritime, Simrad, Scanmar, Aker Solutions, FMC, Aibel, ….
* Eksempler Bergen (teknologiselskaper): Statoil, Roxar, OneSubsea, Aker Solutions, FMC, Aibel, NCE Subsea (klynge).
* Noen eksempler spesifikt innen akustikk er vist i figuren under. En stor del av disse miljøene operer marint («subsea», undervanssakustikk, seismikk, osv.) De fleste av bedriftene opererer internasjonalt, og mange av disse er verdensledende på sine områder.
* Tilsvarende eksempler kan gjerne synliggjøres innenfor andre teknologiområder?
* Totalt representerer disse miljøene betydelig omsetning, antall arbeidsplasser, og rekrutteringsbehov.



Eksisteerende kompetanser/synergier

• Vedr. undervannsteknologi:

* NCE Subsea (Bergen), v/ leder Owe Hagesæter.
* NCE Subseas akustikkgruppe (klynge av selskaper), v/ Audun Pedersen, ClampOn
* CMR (Bergen), v/ Kari Marvik (manager), Geir Pedersen (marin teknologi)
* NUI (Bergen), v/ Vidar Fondevik
* NUTEC (Bergen)
* OneSubsea (Bergen), v/ Finn P. Nilsen
* Aanderaa Xylem (Bergen), v/ Helge Minken
* Metas AS (Bergen), v/ Terje Torkildsen
* Kongsberg Maritime (Horten), v/ Frank Tichy
* Havforskningsinstituttet (Bergen), v/ Rolf Korneliussen (avdelingsleder Marin Økosystemakustikk) [ikke så mye fokus på «subsea», mer fiskeri, økosystem, osv.]
1. <https://wikihost.uib.no/matnat/index.php/Sivilingeni%C3%B8r_-_Utredning_av_mulige_nye_studiel%C3%B8p> [↑](#footnote-ref-1)