

## Notat

---

Til: Jon Inge Resell

---

Kopli til:

---

Frå: Fakultet for informasjonsteknologi, matematikk og elektroteknikk

---

## Studieprogramporteføljen 2014/15 - runde 2

Fakultet for informasjonsteknologi, matematikk og elektroteknikk ønsker å gjennomføre de endringene som ble lagt fram for Styret i juni. Vi har ikke gjort noen endringer i ønsket portefølje.

Vi ønsker å legge ned følgende masterprogram i teknologi

- 5-årig studieprogram i datateknikk (MTDT)
- 5-årig studieprogram i elektronikk (MTEL)
- 5-årig studieprogram i kommunikasjonsteknologi (MTKOM)
- 5-årig studieprogram i teknisk kybernetikk (MTTK)

Vi ønsker å legge ned følgende øvrige masterprogram:

- 2-årig masterprogram i matematikk (MMA)
- 2-årig masterprogram i statistikk (MST)
- 2-årig MSc in Mathematical Sciences (MSMNFMA)

Vi ønsker å opprette følgende masterprogram i teknologi

- 5-årig studieprogram i datateknologi
- 5-årig studieprogram i elektronisk systemdesign og innovasjon
- 5-årig studieprogram i kommunikasjonsteknologi
- 5-årig studieprogram i kybernetikk og robotikk
- 2-årig studieprogram i industriell kybernetikk

Vi ønsker å opprette følgende øvrige masterprogram:

- 2-årig MSc in Mathematical Sciences

---

**Postadresse**

7491 Trondheim

**Org.nr. 974 767 880**

E-post:  
postmottak@ime.ntnu.no  
<http://www.ntnu.no>

**Besøksadresse**

Sem Sælands vei 5

**Telefon**

+47 73 59 42 02

**Telefaks**

+47 73 59 36 28

**Saksbehandler**

Vegard Rønning

Tlf: +47 73 59 42 05

All korrespondanse som inngår i saksbehandling skal adresseres til saksbehandlerenheten ved NTNU og ikke direkte til enkeltpersoner. Ved henvendelse vennligst oppgi referanse.

Utfylt kravspesifikasjon for de nye programmene finnes i vedlagte dokumenter. De 4 nye 5-årige programmene er samlet i et fellesdokument med vedlegg, mens de nye 2-årige programmene er beskrevet i egne dokumenter.

I Styrebehandlingen i juni ble det nevnt at dette egentlig var en omlegging av eksisterende program og ikke nedleggelse av gamle og opprettelse av nye studieprogram. Endringene i programmene er så stor at vi likevel ser på det som det. I samtaler med FS-gruppa har vi likevel kommet fram til at vi viderefører studieprogramkodene i denne overgangen slik at vi enklere kan bevare statistikk etc.

Brynjulf Owren  
prodekanus for utdanning

Vegard Rønning  
seksjonsleder for utdanning

#### Vedlegg: 3

- nye program i 5-årig teknologi
- nytt program i 2-årig industriell kybernetikk
- nytt program i 2-årig MSc in Mathematical Sciences

# Fremtidens IKT-studier (FRIKT)

## Forslag til nye program for 5-årige sivilingeniørstudier innen IKT

*Saksframlegg i NTNU-styret 12. juni 2013*

**Delprosjekt "Studiestruktur":**  
Thomas Tybell (IET)  
Morten Hovd (ITK)  
Magnus Jahre (IDI)  
Poul Heegaard (ITEM)  
Guttorm Sindre (IDI)  
Reinold Ellingsen (IET)  
Brynjulf Owren, prosjektleder  
Jon Kummen, prosjektkoordinator  
Vegard Rønning (Utdanningsseksj. IME)

## Innholdsfortegnelse<sup>1</sup>

1	Strategisamsvar og samfunnsrelevans (H).....	3
2	Krav til masterprogram i forskrifter (H).....	5
3	Studieplan, emnebeskrivelser (V).....	5
4	Læringsmål og forventet læringsutbytte (H, V).....	5
5	Fastsettelse av studieplan (-).....	5
6	Kostnadsberegning og finansiering (H).....	5
7	Oppdragsundervisning, egenbetaling (-).....	6
8	Antall studenter (H).....	6
9	Opptakskrav og rangeringsregler (-).....	7
10	Samarbeidende fakulteter (-).....	7
11	Forskningskopling og tverrfaglighet (V).....	7
12	Eksterne samarbeidspartnere (H).....	7
13	Fellesgrader og fellesprogram, allianser (-).....	7
14	Markedsvurdering (H).....	7
14.1	Bakgrunn.....	7
14.2	Rekruttering.....	8
14.3	Markedsføring og merkevarebygging.....	9
14.3.1	Tiltaksplan.....	9
15	Særskilte programaspekter (V).....	10
15.1	KDD-emner.....	10
15.2	Ingeniørstiger.....	11
15.3	Tilleggsprofiler.....	11
15.3.1	Realisering.....	12
15.3.2	Foreslåtte tilleggsprofiler.....	12
15.3.3	Tilleggsprofilenes bidrag til IKT-studiernes læringsmål.....	13
16	Innmelding av nytt studieprogram til FS (-).....	13
17	Vitnemålstekster (-).....	13
	<b>Vedlegg: Dokumentasjon for hvert av de fire foreslåtte nye studieprogrammene.....</b>	<b>13</b>

---

<sup>1</sup> Parentesmerkingen i kapitteloverskrifter henviser til hvorvidt innholdet er beskrevet i hoveddokumentet (H), i respektive vedlegg (V), både i hoveddokument og i vedlegg (H,V) eller ikke anses relevant her (-). Strukturen i dokumentet følger Studiedirektørens anbefalte kravspesifikasjon ved etablering av nye studietilbud ved NTNU.

---

## 1 Strategisamsvar og samfunnsrelevans (H)

Bakgrunnen for søknaden er et ønske om en fornying og revitalisering av studieporteføljen innenfor IKT-fagene, med forankring i NTNU og IME-fakultetets strategiplaner 2011-2020. Disse nye programmene er

- Datateknologi
- Elektronisk systemdesign og innovasjon
- Kybernetikk og robotikk
- Kommunikasjonsteknologi

Dette dokumentet gir en samlet beskrivelse av disse fire nye studieprogrammene i henhold til studledirektørens kravspesifikasjon. I fire vedlegg oppgis informasjon som er spesifikk for hvert program. De fire programmene vil koordineres av miljøer ved de fire instituttene: Institutt for datateknikk og informasjonsvitenskap, Institutt for elektronikk og telekommunikasjon, Institutt for teknisk kybernetikk og Institutt for telematikk.

NTNU sin strategiplan *Kunnskap for en bedre verden* dannet bakteppe for IME-fakultetets strategiplan av juni, 2011. I strategi- og handlingsplan for 2013-2014/15 ved NTNU under utdanningsområdet pekes det på tre viktige fokuspunkter under virksomhetsmål: Kvalitetsutvikling, helhetlig studieprogramporteføljeutvikling og rekrutteringsstrategi.

Utgangspunktet for utvikling av ny studieprogramportefølje for IKT-fagene ved NTNU er følgende ambisjoner, formulert i åtte målpunkter som alle er forankret i IME sin strategiplan

1. Studienes faglige innretning og sammensetning skal være tuftet på langsiktige behov for kompetanse i industri, næringsliv og offentlig forvaltning
2. Studiene skal være tett koblet til internasjonalt orientert forskning
3. Kandidatene skal oppnå et læringsutbytte som gjør dem konkurransedyktige i et internasjonalt arbeidsmarked
4. Kandidatene skal oppnå et læringsutbytte som gir grunnlag for fremtidig innovasjon, nyskaping og bærekraft
5. Studiene skal være "riktig" dimensjonert
6. Studiene skal fremstå på en attraktiv måte overfor studlesøkende ungdom slik at et tilstrekkelig antall dyktige studenter rekrutteres
7. Studiene skal ha høy gjennomstrømning og beskjedent frafall
8. Studiene skal bidra til utvikling av forskerkompetanse ved at en betydelig andel av masterkandidatene fortsetter med ph.d.-studier.

Prinsipper som er lagt til grunn for å sikre samsvar med strategien i design av studieprogram er

- Konstruksjon av nye studieprogrammer er faglig basert, dette er for å sikre at utdanningen blir forskningsbasert og koblet mot internasjonal forskning. Det bidrar dessuten til at de uteksaminerte kandidatene er konkurransedyktige i det internasjonale arbeidsmarkedet. Videre sikres robuste strukturer, og organiseringen gir et godt utgangspunkt for å tilpasse seg endringer i den teknologiske utviklingen. Spesialiseringene i alle programmer vil kobles tett opp mot pågående forskningsaktivitet, og dermed gi de aller beste kandidatene et godt utgangspunkt for ph.d.-studier.
- Gode basiskunnskaper vektlegges i alle programmer. Dette bidrar til langsiktig kompetanse ved at man styrker kandidatenes evne til å omstille seg i et omskiftelig arbeidsliv. Utgangspunktet er her VK1-modellen som sikrer et godt grunnlag i matematiske fag, fysikk og kjemi. I tillegg kommer to nye grunnleggende emner som er felles for alle fire studieprogrammer og som behandler de sentrale IKT-grunnlagstemaene Kretsteknikk, Digitalteknikk og Datamaskiner (KDD1, KDD2).
- Som hovedregel vil programmer baseres på et operativt samarbeid mellom to institutter. Dette vil sikre tverrfaglighet og på sikt gi fleksibilitet og muligheter for studietilbud innenfor fagområder som vokser fram i grenselandet mellom tradisjonelle fagfelt.
- Hvert enkelt studieprogram vil ha en såkalt "ingeniørstige" bestående av fire obligatoriske emner, ett i hvert av de fire første semestrene. I tillegg til en solid faglig basis gir ingeniørstigen studentene en økt forståelse av fagets kontekst og samfunnsrolle. Gjennom bruk av prosjektbasert undervisning vil ingeniørstigen også virke motiverende. Samtidig skaper ingeniørstigen, ved at den er programspesifikk, en klassefølelse, og kommuniserer distinkthet. Den vil således spille en viktig rolle i å øke motivasjonen og redusere frafallet blant studentene. Næringslivssamarbeid spiller en viktig rolle i design, implementasjon og fornyelse av våre studieprogrammer og blir et vesentlig virkemiddel ifm. emner og øvingsopplegg i ingeniørstigen.
- Gjennom å innføre konseptet "tilleggsprofiler" ønsker vi å imøtekomme studentenes interesse for de store samfunnsutfordringene og hvordan IKT kan bidra konstruktivt til å møte disse, i samspill med andre fagområder. Følgelig er dette et motivasjonsøkende tiltak som også kan benyttes i rekruttering overfor studenter på videregående skole gjennom å kommunisere at IKT er et sentralt verktøy for å løse viktige samfunnsutfordringer. Videre er de foreslåtte tema valgt for å appellere til både jenter og gutter.
- Studieprogrammene er robuste og faglig distinkte. Tilgrensende fagområder håndteres gjennom samarbeid mellom fagmiljøer, ofte på tvers av instituttorganisering. Det er gjort tydelige avklaringer mellom tilgrensende utdanningsområder utenfor iME-fakultetet, spesielt gjelder dette spesialisering innen nanoteknologi og beregningsvitenskap.
- Studieprogrammene er ressursmessig forsvarlige, nye tiltak krever omfordeling av ressurser uten behov for økte budsjetter på lang sikt.
- De nye programmene baserer seg på utstrakt samarbeid med industri, næringsliv og offentlig forvaltning gjennom fakultetets satsning på næringslivsnettverk. Relevante aktører innen ulike fagområder trekkes her direkte inn i utdanningsvirksomheten gjennom ulike tiltak. Samarbeidet skal bidra til å gi kandidatene et læringsutbytte som er relevant for fremtidig innovasjon, nyskaping og bærekraft.
- Utdanningskvalitet. I planlegging og implementasjon av studieprogrammene vektlegges en kontinuerlig utvikling av kvalitet i utdanningen i form av utprøving av nye undervisnings- og

evalueringsformer, innføring av bedre kvalitetssikringsrutiner og bruk av IT-verktøy i organisering og gjennomføring av undervisningen. Det er et spesielt fokus på grunnundervisningen i matematikk, med tettere oppfølging av studenter og utvikling av bedre og mer motiverende øvingsopplegg. I sum vil disse tiltakene bidra til å redusere frafall.

## 2 Krav til masterprogram i forskrifter (H)

Alle de fire nye studieprogrammene tilfredsstiller kravene stilt i Kunnskapsdepartementets Forskrift om krav til mastergrad av 1. desember, 2005. Spesielt gjelder at det totale omfanget er på 300 studiepoeng i henhold til §4, og masteroppgaven har omfang 30 studiepoeng som samsvarer med Krav til selvstendig arbeid i §6. NTNU sine særskilte krav om emnestørrelse og fellesemner ligger også til grunn i de vedlagte studieplaner (se vedleggene).

## 3 Studieplan, emnebeskrivelser (V)

### 4 Læringsmål og forventet læringsutbytte (H, V)

i beskrivelsen av læringsmål benyttes systemet beskrevet i Nasjonalt kvalifikasjonsrammeverk i høyere utdanning (KRV). Vi bruker konsekvent begrepet "læringsmål" for å beskrive de kunnskaper og ferdigheter en kandidat forventes å inneha (skal ha) ved fullført program eller emne. Som diktert av KRV inndeles læringsmål i de tre kategoriene Kunnskaper, Ferdigheter og Generell kompetanse.

i dette dokumentet foreligger kun læringsmål for studieprogrammer, studieretninger og hovedprofiler. Disse er å finne i vedleggene. Den generelle læringsmålsbeskrivelsen for sivilingeniørstudiet utviklet av FUS, 21. august, 2009, danner et bakteppe for arbeidet. Noen kommentarer vedrørende læringsmål for tilleggsprofiler er gitt i kapittel 15.3.

### 5 Fastsettelse av studieplan (-)

Ikke relevant som del av denne dokumentasjonen.

### 6 Kostnadsberegning og finansiering (H)

Vurdering av kostnader og inntekter i den nye studieprogramporteføljen i IKT-fag ved IME gjøres best ved å analysere kvantitative endringer i forhold til dagens situasjon. Disse endringene kan beskrives i følgende punkter:

1. Ingen økning i studieprogramporteføljen. Når det gjelder 5-årige masterprogrammer (siv.ing.) innen IKT-området, har IME i dag fire studieprogrammer (Datateknikk, Elektronikk, Kommunikasjonsteknologi, Teknisk Kybernetikk). FRIKT foreslår å opprettholde fire studieprogrammer innen området.
2. Ingen netto økning i antall emner: De nye FRIKT-studieplanene innebærer at det opprettes noen nye prosjektemner i tidlige semestre for de fire siv.ing.-studiene. Imidlertid vil de involverte studietilbudene redusere sin emneportefølje med minst like mange emner, ikke

minst å legge ned eller slå sammen emner på masternivå som har et lavt studenttall, slik at man her kan tilby noe færre emner med et større studentantall på hvert.

3. Innføring av prosjektemner i tidlige årskurs innebærer å ta i bruk undervisningsformer med relativt høye variable kostnader på store studentkull. Dette kunne potensielt være en økonomisk belastning i form av å kreve mer personell til undervisningen. Imidlertid ser vi for oss at den ovennevnte reduksjonen av antall emner høyere opp i studiet vil frigjøre personell slik at disse prosjektemnene skal kunne realiseres uten nyansettelser og uten at undervisningsoppgavene for de vitenskapelig tilsatte totalt sett øker i omfang.
4. En målsetning med de nye studieprogrammene er at frafallet reduseres som resultat av tiltakene, noe som gir økt inntjening gjennom økt studiepoengproduksjon i høyere årskurs. Det er imidlertid foreløpig ikke budsjettert med økte inntekter som resultat av forventet redusert frafall.

Vi konkluderer med at den nye studieprogramporteføljen vil ha tilnærmedesvis de samme kostnader som dagens portefølje, men med et potensiale for økt inntjening dersom tiltakene for å motvirke frafall gir den tilsiktede effekt.

## 7 Oppdragsundervisning, egenbetaling (-)

Ikke relevant som del av denne dokumentasjonen.

## 8 Antall studenter (H)

Hovedambisjonen på IKT-studiene er å øke antallet kandidater i forhold til dagens tall<sup>2</sup>. De fleste programmene ønsker likevel å fokusere på økt gjennomstrømning de første årene for så å øke opptaksrammene på sikt. Vi legger oss derfor på nivå med opptakstallene for 2012 på 3 av de 4 nye programmene. Det nye kommunikasjonsteknologiprogrammet ønsker imidlertid å øke rammene allerede fra 2014.

Studieprogram	Antall studenter
Datateknologi	130
Elektronisk systemdesign og innovasjon	85
Kommunikasjonsteknologi	70
Kybernetikk og robotikk	120

---

<sup>2</sup> Disse forslagene til rammer gjelder bare de 5-årige studieprogrammene, og de 2-årige masterprogrammene vil ha egne rammer.



## 9 Opptakskrav og rangeringsregler (-)

Ikke relevant som del av denne dokumentasjonen.

## 10 Samarbeidende fakulteter (-)

Ikke relevant som del av denne dokumentasjonen.

## 11 Forskningskopling og tverrfaglighet (V)

### 12 Eksterne samarbeidspartnere (H)

Flere av FRIKT-prosjektets overordnede målpunkter (se kapittel 1) er i sterk grad avhengig av god forankring mot samarbeidspartnere fra næringsliv, industri og offentlig forvaltning. Derfor har det vært en prioritert oppgave å sikre at næringslivsinteressene i tilstrekkelig grad er involvert i relevante deler av prosjektarbeidet. I to faser har vi invitert utvalgte samarbeidspartnere til diskusjoner om næringsens/avtagernes erfaringer, samt forventninger og ønsker til kandidatenes kunnskaper, ferdigheter og generelle kompetanse etc.

- I forprosjektet høsten 2011 var en referansegruppe med bl.a. 6 bedriftsrepresentanter tett involvert i arbeidet med å ta frem hovedprosjektets ambisjon, mandat og scope.
- I første kvartal 2012 arrangerte prosjektet en heldags workshop som samlet ca. 80 deltakere, fordelt 50/50 på representanter fra bedriftene og NTNU-ansatte/-studenter. Her ønsket vi å benytte anledningen til å møte et bredt utvalg av representanter fra næringsliv, industri og offentlig forvaltning til diskusjoner om sentrale temaer i pågående prosjektaktiviteter. Arbeidsgrupper gjennomførte workshops med fokus på både tverrgående/generelle temaer og diskusjoner knyttet til spesifikke bransjer og fagområder.

Gjennom fakultetets satsning på næringslivsnettverk vil relevante aktører innen ulike fagområder bli trukket inn i forskjellige studieprogramrelaterte sammenhenger. Se øvrige kapitler (i både dette og vedlagte dokumenter) for konkretisering av ulike former for næringslivssamarbeid i forbindelse med IME-fakultetets utdanningsvirksomhet innen IKT.

### 13 Fellesgrader og fellesprogram, allianser (-)

Ikke relevant som del av denne dokumentasjonen.

### 14 Markedsvurdering (H)

#### 14.1 Bakgrunn

Generelt rekrutterer sivilingeniørprogrammene ved NTNU gode studenter. De fire eksisterende IKT-programmene Datateknikk, Elektronikk, Kommunikasjonsteknologi og Teknisk kybernetikk har de senere årene erfart nedgang i søkertallene og har svakere rekruttering enn ønskelig. Ved opptaket høsten 2012 var det tegn som tyder på at søkertallene var på vei oppover for Datateknikk og Teknisk

kybernetikk. Svak rekruttering innebærer erfaringsvis høyt frafall fra studiene, noe som IKT-programmene har lidd under de senere årene, og som vi fortsatt lider under; konkret betyr det 35-40% frafall. Frafallet skjer hovedsakelig de to første årene. Generelt kan det sies at studieprogrammer som rekrutterer bedre, dvs. har høyere opptakskrav, erfarer jevnt over mindre netto frafall enn studieprogrammer som har lavere opptakskrav.

En vesentlig del av basisbevilgningene til instituttene følger studentene gjennom studiepoengproduksjonen. Disse bevilgningene bidrar i vesentlig grad til miljøenes evne til å finansiere både undervisningen og forskningen. Således er det åpenbart et grunnleggende problem dersom rekrutteringen faller og frafallet øker. Bærekraftige fagmiljøer er avhengige av god tilgang på nye talenter som evner å gjennomføre utdanningen og skape grobunn for videre forskning og utvikling av feltet.

Tilstrømningen av kvinnelige søkere til våre studieprogrammer er ikke tilfredsstillende ettersom kun 10-20% av søkerne er jenter. Her ligger det sannsynligvis en betydelig reserve som ikke er utnyttet. Hvorfor er det slik? Vi ønsker ikke å slå oss til ro med at det er tilsvarende svak rekruttering i andre land vi ønsker å sammenlikne oss med.

På denne bakgrunn er rekruttering og frafall viktige problemstillinger som FRIKT-prosjektet har hatt oppmerksomhet på.

Jobbmarkedet som våre studenter møter ved fullført utdanning, er en annen side av markedsvurderingen vedrørende studieprogrammene. Generelt kan man si at kandidatene møter et godt arbeidsmarked uavhengig av studieprogram innen IKT-feltet. Flertallet av kandidatene skaffer seg jobb i løpet av det avsluttende eksamenssemesteret. Sannsynligvis er antall uteksaminerte NTNU-kandidater med IKT-kompetanse lavere enn ønskelig sett fra næringslivets side, ettersom arbeidskraft importeres fra utlandet. Men vi har pr. i dag ingen dokumentasjon som bekrefter denne antakelsen.

## 14.2 Rekruttering

Rekruttering til høyere utdanning er i betydelig grad en konkurranse om de beste hodene. Steinbach-komiteén konkluderte i 2008 med at NTNU rekrutterer godt til sivilingeniørutdanningen, og at næringslivets behov for nye sivilingeniører imøtekommes tilfredsstillende. IKT-studieprogrammene ved IME-fakultetet skulle gjerne rekruttert bedre enn hva tilfellet er, med andre ord hatt flere primærsøkere. Antall avgangselever fra videregående skole som tilfredsstillende NTNUs formelle krav til fordypning i matematikk og fysikk (R2/FYS 1) for sivilingeniørutdanningen, er 6500-7000 elever pr år. Med NTNUs tilleggskrav til minst karakter 4 i matematikk, reduseres antallet med ca 50%. Disse 3500 kandidatene er attraktive studenter for rekruttering til meget populære studier som bl.a. medisin, odontologi, veterinærmedisin, og økonomi. IKT-studiene har i de senere årene tapt terreng i konkurransen om studentene med de foran nevnte profesjonsutdanningene som i realiteten stiller de samme opptakskrav som for sivilingeniør, uten at realfagene matematikk og fysikk er vesentlige ingredienser i de respektive studiene. Det kan synes som om de fleste ungdommer i den gruppen vi rekrutterer fra, har en positiv assosiasjon til for eksempel en leges arbeidsoppgaver og status. IKT-ingeniørenes arbeidsfelt og status er sannsynligvis mer uklare og blir ikke tilsvarende positivt oppfattet.

I denne konkurransesituasjonen er således profilering og merkevarebygging av studieprogrammene viktige oppgaver som krever vedvarende og økt innsats og oppmerksomhet fra instituttens side i tiden som kommer. Samtidig er det utfordrende og krevende å nå fram med et klart og nøkternt budskap overfor uinnvidd ungdom om hva disse fagfeltene representerer og alle karrieremulighetene som ligger der. Det antas at mange ulike jobbmuligheter, som faktisk disse studiene åpner for, oppfattes som positivt. Dette budskapet mener vi gjerne kan formidles fra aktørene innen næringsliv, industri og offentlig forvaltning, som kjenner arbeidsoppgavene best og som vet hva de ønsker å ta i bruk av ny teknologi. Næringslivet kan og bør vise fram mulighetene og arbeidsoppgavene for sivilingeniører. Næringslivsnettverkene som er etablert ved fakultetet, vil arbeide med rekrutteringstiltak ved bl.a. å bidra til å eksponere bedriftenes behov for nyutdannede sivilingeniører i et bredt spekter av spennende og utfordrende arbeidsoppgaver.

Læringsstedets og studiets omdømme er sannsynligvis et meget viktig moment i rekrutteringsarbeidet overfor studiesøkende ungdom. Høye opptakskrav trekker til seg de beste studentene, også de som ikke er spesifikt interessert i fagfeltet i utgangspunktet. Befinner man seg i en prestasjonskultur, kommer gjerne faginteressen som en følge av inspirerende omgivelser og egne gode faglige prestasjoner. Entusiastisk fagmiljø, oppdatert studieplan, relevant fagtilbud i forhold til arbeidslivet, internasjonale forskningskontakter, samt engasjerte og engasjerende forelesere er alle elementer som bidrar til godt omdømme av et studium.

Rekruttering av flere jenter til studiene står nødvendigvis høyt på prioriteringslisten over arbeidsoppgaver i forhold til rekruttering. Her legges det ned betydelig innsats ved fakultetet gjennom arrangementet *Teknologi-camp for jenter* som avholdes årlig som et tre-dagers arrangement ved NTNU/IME, og som henvender seg spesielt til realfagsinteresserte jenter i videregående skole. Samtidig med at det er ønskelig å øke andelen kvinnelige studenter er det en selvfølge at vi også ønsker å rekruttere flere unge menn til våre studier.

### 14.3 Markedsføring og merkevarebygging

Fire nye studieprogrammer skal være operative fom. opptaket i 2014. Innholdet i studiene er til dels betydelig endret i forhold til dagens programmer og ett eller flere nye programnavn vil bli lansert. Dette søker vi å utnytte i den forestående markedsføringen. Våre nye framtidsrettede studier skal særlig markedsføres overfor den primære målgruppen av studiesøkende ungdom, så vel som overfor næringslivet og samfunnet forøvrig. Oppgaven med å bygge og markedsføre den nye merkevaren er omfattende; den søkes gjennomført med grundighet og utholdenhet. Det løpet som nå startes, vil vi legge på et nivå og et omfang som fakultetet kan evne å gjennomføre på permanent basis.

Som en del av FRIKT-prosjektet har IME-fakultetet engasjert kommunikasjonsselskapet Burson-Marsteller til å bistå i arbeidet med å legge opp en markedsføringsstrategi, som vil bli lagt til fakultetsnivået i gjennomføringen. En aktivitet i dette strategiarbeidet har fokusert på valg av navn for de nye programmene. I den forbindelse har Instituttvise arbeidsgrupper kommet opp med forslag til navn som Burson-Marsteller har testet overfor relevante ungdomsgrupper.

#### 14.3.1 Tiltaksplan

Våre IKT-studier markedsføres på linje med øvrige siv.ing.-studier ved NTNU. En rekke tiltak har vært gjennomført de senere årene, - av disse nevnes: brosjyremateriell, Forskningsdagene, campusbesøk, skolebesøk, rekrutteringsnettsider, Jenteprosjektet ADA, Jentedagen, IT-camp, Kyb-elektro-camp.

Disse har formodentlig hatt en positiv effekt på rekrutteringen, men det er vår klare ambisjon at den skal bli vesentlig bedre. Således vil vi i løpet av vårsemesteret 2013 legge opp en strategi for markedsføringen som vil inneholde en rekke tiltak, - både tidligere anvendte og nye tiltak. Det er en selvfølge at vår markedsføring utformes i tråd med NTNUs sentrale retningslinjer der slike kommer til anvendelse<sup>3</sup>.

Markedsføringen planlegges å benytte seg av *betalt materiell*, *ubetalte saker* fremmet gjennom media og bruk av *NTNUs egne kommunikasjonsflater* som innbefatter sosiale medier, nettsider og studentarrangementer.

Eksempel på betalt materiale er trykt materiale og digital reklame.

En medieplan legges opp for å forberede, samordne og selge inn relevante saker overfor ubetalte medier som aviser og TV-kanaler nasjonalt og regionalt. Sakene søkes relatert til de unge sivilingeniørenes posisjon og fremtidige muligheter i næringslivet, nasjonalt og internasjonalt. Næringslivsnettverkene kan og bør kunne spille en rolle i å engasjere næringslivspartnere i medieprofileringen gjennom intervjuer, bransjeomtale og eksponering av rollemodeller.

Sosiale medier og studieprogrammets nettsider ansees som kanskje de viktigste kommunikasjonskanalene overfor den primære målgruppen. Derfor ønsker vi å prioritere arbeidet med å lage attraktive nettsider som formidler budskapet om våre studieprogrammer slik at ungdommer fatter interesse og leser det. Det er ønskelig å aktivisere grupper av dagens aktive studenter i dette arbeidet gjennom studentblogger. Oppkjøring av disse aktivitetene er fra høsten 2013 til våren 2014.

Arrangementer og kampanjer rettet mot studiesøkende ungdom vil bli gjennomført i tilsvarende format som tidligere. Besøk ved videregående skoler av og med IKT-studenter samt campusbesøk ved NTNU inngår i dette. Videre er Jentedagen, IT-camp og Kyb-elektro-camp høyst aktuelle arrangementer også i fortsettelsen. Kan hende tilsvarende skal forsøkes også overfor gutter. Disse tiltakene er generelt kostnadskrevenende. IME-fakultetet har på dette området gjort erfaringer som vil være nyttige i en kritisk vurdering av hvor, hvordan og overfor hvem slike arrangementer skal legges opp. Disse aktivitetene gjennomføres årlig typisk fra senhøstes fram til påske i forkant av søking til høyere utdanning.

## 15 Særskilte programasperter (V)

Her gis en kort beskrivelse av særskilte programasperter som er felles for de fire nye IKT-programmene.

### 15.1 KDD-emner

Fagområdene Kretsteknikk, Digitalteknikk og Datamaskiner (KDD) dekkes i dag over to fag innen alle IMEs IKT-studieprogram, men det legges forskjellig vekt på de forskjellige fagområdene. Dette

---

<sup>3</sup> Delprosjekt Rekruttering i FRIKT er tett koblet til prorektors pågående utvikling av ny rekrutteringsstrategi og handlingsplaner for NTNU.

resulterer i flere delvis overlappende emner, og en strømlinjeforming utløser betydelige stordriftsfordeler. Institutt for elektronikk og telekommunikasjon (IET) har fagansvaret for kretsteknikk og digitalteknikk mens Institutt for datateknikk og Informasjonsvitenskap (IDI) har ansvaret for datamaskinområdet.

FRIKT-prosjektet foreslår å implementere KDD-undervisningen over to emner med arbeidsnavnene Kretsteknikk, Digitalteknikk og Datamaskiner 1 og 2 (KDD1 og KDD2). KDD1 dekker grunnleggende analog og digital elektronikk, og gir en introduksjon til sekvensielle systemer. KDD2 repeterer grunnleggende digital elektronikk og går gjennom sekvensielle systemer i detalj. Videre dekker KDD2 prinsipper for konstruksjon av datamaskiner og hvordan samhandling mellom programvare og maskinvare er organisert. Både KDD1 og KDD2 benytter studentaktive læringsformer som gir teorien en praktisk dimensjon i tillegg til å vise relevans for nasjonal og internasjonal industri. Øvingsopplegget i KDD2 er utviklet i samarbeid med Energy Micro.

## 15.2 Ingeniørstiger

Alle de fire nye IKT-programmene ved IME skal ha en ingeniørstige. Dette er en uavbrutt rekke med linjespesifikke ingeniøremner gjennom de 4 første semestrene (totalt 30 studiepoeng) og som er relevante for det valgte studieprogrammet. Ingeniørstigen gir hvert studieprogram mulighet til å kommunisere sin egenart fra dag én, og den bidrar til å realisere linjespesifikke og tydelige studieløp. Flere av studieprogrammene har foreslått introduksjonskurs der prosjektbasert, mestringsfremmende undervisning er sentralt. Videre skal ingeniørstigen bidra til å gi et realistisk og inspirerende bilde av hva slags problemstillinger studentene kan jobbe med etter fullført studium.

Vi ønsker å påpeke at ingeniørstigen, i og med at den er linjespesifikk, bidrar til å bygge en god klassefølelse blant studentene. Dette er viktig fordi et sentralt mål med tiltaket er å redusere frafall. Hvis vi får studentene gjennom de to første studieårene, vil de aller fleste fullføre studiet. Gjennom å sette faglige aktiviteter i en samfunnskontekst, og gjennom dette motivere studentene til innsats, vil ingeniørstigen bidra til redusert frafall og studenter med solid basiskompetanse etter to år.

Linjespesifikke ingeniørstiger vil kreve økt bruk av ressurser tidlig i studiet. Vi hevder at en fokusering av ressurser mot de to første årene bygger opp om et godt læringsmiljø, inkl. en god studentoppfølging og hyppig kontakt mellom student og faglærer. Dette er i tråd med industriens anbefaling om god basisutdanning på FRIKTs næringslivsseminar den 16. mars 2012, samt IMEs visjon "Studenten i fokus i alt vi gjør!".

Næringslivssamarbeid spiller en viktig rolle i design, implementasjon og fornyelse av våre studieprogrammer og blir et vesentlig virkemiddel ifm. emner og øvingsopplegg i ingeniørstigen.

## 15.3 Tilleggsprofiler

For å minimere frafall og sette fokus på IKT-feltets viktige bidrag til samfunnskritiske tema foreslår vi et nytt verktøy: *tilleggsprofil*. En tilleggsprofil er et organisert tverrfaglig studietilbud som kan tas av alle studieretninger / hovedprofiler innen IMEs nye IKT-studieprogram. Tilleggsprofilene er de samme på tvers av studieprogrammene. Følgelig er de et viktig tiltak for å realisere et tverrfaglig studium.

Tilleggsprofilene vil ha følgende funksjon i studieplanen:

- De belyser hvordan IKT kan benyttes for å løse viktige samfunnsutfordringer innen et område.
- De legger til rette for tverrfaglige prosjekt- og masteroppgaver.
- De skaper en felles plattform for studenter som tar en spesifikk tilleggsprofil, uavhengig av hvilket studieprogram de tilhører.

### 15.3.1 Realisering

Det blir valgfritt for studentene ved IMEs nye IKT-studieprogrammer om de ønsker å inkludere en tilleggsprofil i sitt masterstudium. Omfanget på en tilleggsprofil skal være minst 22.5 studiepoeng. Dette vil normalt realiseres gjennom å velge 2 relevante k-emner (7.5 studiepoeng hver) samt å utnytte ingeniøremne annet studieprogram/studieprofil (7.5 studiepoeng). Gitt en tilleggsprofil, kan studentene velge k-emner basert på en spesifikk liste. Følgelig blir antall valgbare k-emner mindre og mer fokusert enn for en student som ikke velger en tilleggsprofil. Det kan ikke garanteres kollisjonsfrihet mellom emnene som inngår i en tilleggsprofil.

En tilleggsprofil kan knyttes opp mot prosjekt- og masteroppgave, og kan derved bidra til økt tverrfaglighet og tettere kopling mellom studieprogrammene. Det er opp til fagmiljøet selv å bestemme om de har mulighet for å tilby slike prosjekt- og masteroppgaver.

For å koordinere tilleggsprofilene foreslår vi en faglig ansatt som koordinator, som får ansvar for å sikre god flerfaglighet. Videre har koordinatoren ansvar for å utarbeide og revidere emneporteføljen i en tilleggsprofil inklusive godkjente k-emner, samt legge til rette for tverrfaglige prosjekt- og masteroppgaver. For å kunne gjennomføre denne oppgaven skal koordinator ha møterett til studieprogramrådsmøtene. Koordinator er også tiltenkt ansvar for å presentere tilleggsprofil(er) for studentene.

Vi ønsker at valgt tilleggsprofil skal synliggjøres på vitnemålet.

### 15.3.2 Foreslåtte tilleggsprofiler

Tilleggsprofiler skal representere spesifikke områder IME ønsker å fokusere på. Vi ser for oss å tilby 3 tilleggsprofiler:

<b>IKT-basert helse</b>	Tilleggsprofilen legger en basis for tverrfaglige tilnærminger til å løse viktige utfordringer innen fremtidens helsevesen basert på IKT. Videre skal den belyse hvordan bredden av IKT, inkl. helseinformatikk og diagnostikk, er viktige bidrag til å løse disse utfordringer, samt gi en innføring i etiske og økonomiske aspekter.
<b>Grønn IKT</b>	Tilleggsprofilen gir en basiskompetanse i å bruke IKT for å forbedre energikrevende prosesser, for eksempel i smartgrid-sammenheng, samt utvikling av energieffektive og miljøvennlige IKT-systemer. Profilen dekker både programvare, maskinvare og komponenter. Målet er å belyse hvordan IKT kan legge til rette for et bærekraftig samfunn.
<b>Digital innovasjon</b>	Tilleggsprofilen gir studentene en god innføring i innovasjon, samt hvordan IKT kan brukes effektivt i kunnskapsorganisasjoner og til utvikling av nye produkter. Effektivisering av digitale tjenester og systemer er et sentralt tema.

### **15.3.3 Tilleggsprofilenes bidrag til IKT-studiernes læringsmål**

Tilleggsprofilene skal bidra til å oppfylle læringsmålene til sivilingeniørstudiet. Spesielt bidrar de til å oppfylle visjonen om "generell kompetanse som gir relevant handlingskompetanse til å møte behov og utfordringer i privat og offentlig virksomhet".

Videre bidrar tilleggsprofilkonseptet til å oppfylle to av sivilingeniørstudiets generelle kompetansemål:

- Forstå ingeniørfagernes rolle i et helhetlig samfunnsperspektiv, ha innsikt i etiske krav og hensyn til bærekraftig utvikling, og kunne analysere etiske problemstillinger knyttet til ingeniørfaglig arbeid
- Kunne samarbeide og bidra til tverrfaglig samhandling

## **16 Innmelding av nytt studieprogram til FS (-)**

Ikke relevant som del av denne dokumentasjonen.

## **17 Vitnemålstekster (-)**

Ikke relevant som del av denne dokumentasjonen.

### **Vedlegg: Dokumentasjon for hvert av de fire foreslåtte nye studieprogrammene**

1. Det 5-årige sivilingeniørstudiet i "Datateknologi"
2. Det 5-årige sivilingeniørstudiet i "Elektronisk systemdesign og innovasjon"
3. Det 5-årige sivilingeniørstudiet i "Kybernetikk og robotikk"
4. Det 5-årige sivilingeniørstudiet i "Kommunikasjonsteknologi"

# Fremtidens IKT-studier (FRIKT)

## Forslag til nytt program for det 5-årige sivilingeniørstudiet i «Datateknologi»

*Saksframlegg i NTNU-styret 12. juni 2013*

**Delprosjekt "Nye Datateknikk":**

**Magnus Jahre (IDI, leder)**

**Dag Svanæs (IDI)**

**Pinar Øzturk (IDI)**

**Kjetil Svarstad (IET)**

**Finn Arve Aagesen (ITEM)**



## Innholdsfortegnelse

1	Strategisamsvar og samfunnsrelevans (H) .....	3
2	Krav til masterprogram i forskrifter (H).....	3
3	Studieplan, emnebeskrivelser (V).....	3
3.1	Studieretninger og hovedprofiler.....	5
3.1.1	Studieretning Programvaresystemer (PS) .....	6
3.1.2	Studieretning Databaser og søk (DSØ) .....	8
3.1.3	Studieretning Kunstig intelligens (AI) .....	9
3.1.4	Studieretning Algoritmer og datamaskiner (AD).....	10
4	Læringsmål og forventet læringsutbytte (H, V).....	12
4.1	Læringsmål for Datateknologi .....	12
4.2	Læringsmål for studieretninger og hovedprofiler .....	14
4.2.1	Læringsmål for studieretning Programvaresystemer (PS) .....	14
4.2.2	Læringsmål for studieretning Databaser og søk (DSØ) .....	16
4.2.3	Læringsmål for studieretning Kunstig intelligens (AI) .....	17
4.2.4	Læringsmål for studieretning Algoritmer og datamaskiner (AD).....	18
5	Fastsettelse av studieplan (-).....	20
6	Kostnadsberegning og finansiering (H) .....	20
7	Oppdragsundervisning, egenbetaling (-).....	20
8	Antall studenter (H).....	20
9	Opptakskrav og rangeringsregler (-).....	20
10	Samarbeidende fakulteter (-) .....	20
11	Forskningsskoping og tverrfaglighet (V).....	20
12	Eksterne samarbeidspartnere (H) .....	20
13	Fellesgrader og fellesprogram, allianser (-).....	20
14	Markedsvurdering (H) .....	21
15	Særskilte programaspekter (V).....	21
16	Innmelding av nytt studieprogram til FS (-).....	21
17	Vitnemålstekster (-).....	21

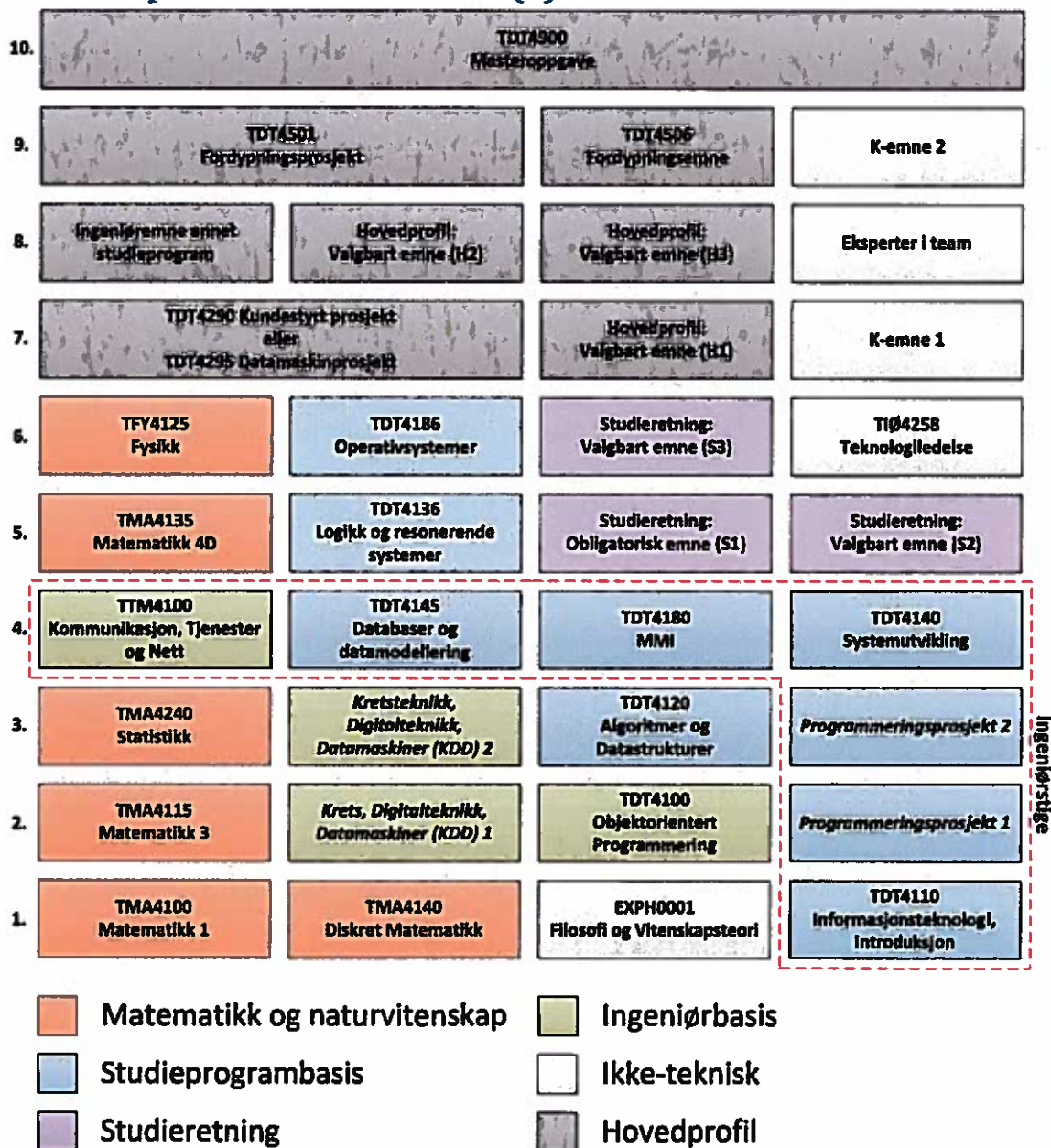
# 1 Strategisamsvar og samfunnsrelevans (H)

Se hoveddokument.

# 2 Krav til masterprogram i forskrifter (H)

Se hoveddokument.

# 3 Studieplan, emnebeskrivelser (V)



Figur 1 – Studieplan for Datateknologi

Figur 1 viser arbeidsgruppens forslag til studieplan for Datateknologi. Denne er en videreføring av dagens studieprogram, men de to første studieårene er vesentlig endret for å motvirke frafall og øke

motivasjon. Den viktigste strukturendringen er implementasjonen av en ingeniørstige som består av 3 emner og ett integrert øvingsopplegg:

- TDT4110 Informasjonsteknologi, grunnkurs
- Programmeringsprosjekt 1 (Ny)
- Programmeringsprosjekt 2 (Ny)
- Fellesprosjektet i 4. semester (Integrert øvingsopplegg i TDT4140, TDT4180, TDT4145 og TTM4110)

TDT4110 Informasjonsteknologi, grunnkurs inngår i ingeniørstigen og fyller rollen som Introduksjons-emne for studieprogrammet. Dette emnet er obligatorisk for alle 5-årige teknologiprogram, men siden IDI allerede har ansvaret for dette emnet kan vi utnytte det i vår ingeniørstige. Dette vil innebære noe grad av spesialtilpassing for datateknologistudentene, og følgelig har det en ressursmessig konsekvens. Å bruke ressurser her kan imidlertid være et av de viktigste frafallsreducerende tiltakene.

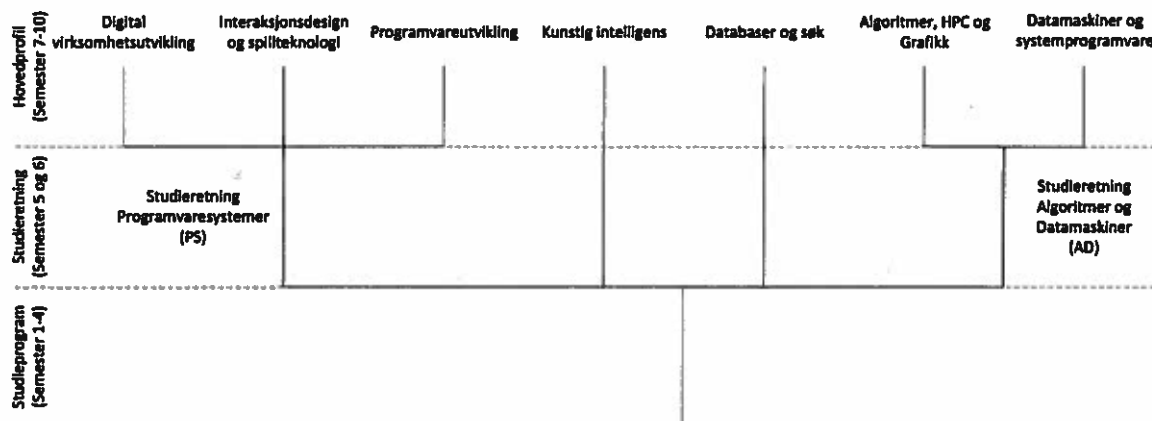
Programmeringsprosjekt 1 (PP1) er et nytt prosjektfag der studentene trenes i basisferdigheten programmering. Målet er å øke motivasjon gjennom at programmeringen har praktiske og håndfaste konsekvenser. Dette kan realiseres ved bruk av Arduino. Arduino er en familie open source testkort bygget rundt en Atmel mikrokontroller. Følgelig bygger prosjektet på kompetanse IDI har fra før samt at det er relevant for lokal og internasjonal industri.

Programmeringsprosjekt 2 (PP2) benytter samme infrastruktur som PP1, men øker vanskelighetsgraden på oppgavene. Forslaget som foreligger er en oppgave der uavhengige enheter må samarbeide. Prosjektoppgavene vil være utformet slik at studentene kan se relevans for brukere og organisasjoner.

Fellesprosjektet i 4. semester foreslås videreført. Dette er et integrert øvingsopplegg for alle fagene i dette semesteret der studentene får jobbe med et større utviklingsprosjekt. Dette prosjektet skiller seg fra PP1 og PP2 ved at man jobber på et høyere abstraksjonsnivå. Følgelig kan problemstillingene være langt mer omfattende, og dette gir økte krav til systemmodellering, prosjektstyring og testmetodikk samt bruk av verktøy for konfigurasjonsstyring og automatisert testing.

De nye emnene Kretsteknikk, Digitalteknikk og Datamaskiner (KDD) 1 og 2 er felles for alle IKT-studieprogram på IME og derfor beskrevet i hoveddokumentet.

### 3.1 Studieretninger og hovedprofiler



Figur 2 – Studieretninger og hovedprofiler for Datateknologi

Figur 2 viser studieretninger og hovedprofiler for Datateknologi. Hver hovedprofil er robust og koblet til et område det Institutt for datateknikk og informasjonsvitenskap (IDI) har internasjonalt orientert forskningsvirksomhet. Syv hovedprofiler er relativt mange, og følgelig må hver hovedprofil ha begrenset intern valgbarhet for at programmet som helhet skal være ressursmessig forsvarlig. Resultatet av FRIKT-prosjektet vil totalt sett være at antall emner i IDIs emneportefølje reduseres. I resten av dette kapitlet beskrives faglig innretning på de ulike hovedprofilene og studieretningene samt forslag til valgbare og obligatoriske emner.

Studieretningene og hovedprofilene er implementert ved at studentene velger emner fra lister utarbeidet av fagmiljøene. Emnepllassene som er tilgjengelige for studieretninger og hovedprofiler, har blitt tildelt forkortelsene S1, S2, S3, H1, H2 og H3 der S-ernene er tilhører studieretningene og H-ernene tilhører hovedprofilene. S1, S2 og H1 er høstemner mens S3, H2 og H3 er våremner (se Figur 1). Hver studieretning har en tabell som angir valgbare og obligatoriske S-emner mens hver hovedprofil har en tabell som angir valgbare og obligatoriske H-emner.

### 3.1.1 Studieretning Programvaresystemer (PS)

Programvaresystemer fokuserer på hvordan man støtter IKT-utvikling og -bruk i forhold til organisasjoner og brukere. Studieretningen gir et grundig fundament til å kunne forstå rollen til programvare (software) i forhold til strategiske og organisasjonsmessige problemstillinger. Videre gir studieretningen mulighet til å kunne fordype seg i metoder, prosesser, teknikker og verktøy for distribuert og kooperativ programvareutvikling samt prinsipper og praksis for konstruksjon av brukervennlige menneske-maskin grensesnitt med fokus på gamification.

Emneplass	Emner
S1	<ul style="list-style-type: none"><li>TDT4178 Informasjonssystemer (obligatorisk)</li></ul>
S2	<ul style="list-style-type: none"><li>TDT4165 Programmeringsspråk</li><li>TDT4237 Programvaresikkerhet</li></ul>
S3	<ul style="list-style-type: none"><li>TDT4240 Programvarearkitektur (obligatorisk)</li></ul>

Tabell 1 - Studieretningsemner for Programvaresystemer (PS)

#### 3.1.1.1 Hovedprofil Digital virksomhetsutvikling (DV)

Digital virksomhetsutvikling fokuserer på datasystemer for virksomheter. En viktig type virksomhetssystemer er informasjonssystemer. Disse systemene tar seg av offentlige og private virksomhetens behov for innsamling, lagring, prosessering og distribusjon av informasjon og er av stor strategisk viktighet for de fleste virksomheter. Derfor er strategiske og organisasjonsmessige problemstillinger ofte like viktige som de tekniske problemstillingene, spesielt siden IT muliggjør fundamentalt nye måter å organisere både offentlig og privat virksomhet gjennom prosessinnovasjon.

Emneplass	Emner
H1	<ul style="list-style-type: none"><li>TDT4258 Modellbasert utvikling av informasjonssystemer</li><li>TDT4249 Samhandlingsteknologi</li><li>TDT4237 Programvaresikkerhet</li><li>BliTT sammen IDI: Software engineering 2<sup>1</sup></li></ul>
H2 og H3	<ul style="list-style-type: none"><li>TDT4215 Web-intelligens</li><li>TDT4252 Virksomhetsmodellering og arkitektur</li><li>TIØ4170 Teknologibasert forretningsutvikling</li><li>TDT4210 Helseinformatikk</li></ul>
Prosjekttema	<ul style="list-style-type: none"><li>TDT4290 Kundestyrte prosjekt</li></ul>

Tabell 2 – Hovedprofiltemaer for Digital virksomhetsutvikling (DV)

<sup>1</sup> Software Engineering II er et resultat av sammenslåingen av TDT4235 Programvarekvalitet og prosessforbedring og TDT4242 Kravspesifikasjon og testing

### 3.1.1.2 Hovedprofil Interaksjonsdesign og spillteknologi (IS)

Interaksjonsdesign og spillteknologi fokuserer på datasystemer for forbrukere. Interaksjonsdesign dekker begreper, prinsipper og praksis for konstruksjon av brukervennlige menneske-maskin grensesnitt. Spillteknologi retter seg mot utvikling av interaktive grafiske systemer. Nedslagsfeltet spenner fra rene underholdningsløsninger til simulatorer.

Emneplan	Emner
H1	<ul style="list-style-type: none"><li>IT3402 Design av grafiske brukergrensesnitt</li><li>TDT4195 Grunnleggende visuell databehandling</li><li>TDT4245 Samhandlingsteknologi</li><li>Slått sammen ID1 Software engineering 2</li></ul>
H2 og H3	<ul style="list-style-type: none"><li>IT3010 Forskningsmetoder i informatikk</li><li>TDT4230 Grafikk og visualisering</li><li>TDT4125 Algoritmekonstruksjon, videregående kurs</li><li>TDT4215 Web-intelligens</li><li>TDT4252 Virksomhetsmodellering og arkitektur</li><li>TDT4260 Datamaskinarkitektur</li><li>TDT4280 Distribuert kunstig intelligens og Intelligente agenter</li><li>TDT4210 Helseinformatikk</li></ul>
Prosjekttema	<ul style="list-style-type: none"><li>TDT4290 Kundestyrt prosjekt</li></ul>

Tabell 3 – Hovedprofilemner for Interaksjonsdesign og spillteknologi

### 3.1.1.3 Hovedprofil Programvareutvikling (SE)

Programvareutvikling (engelsk: software engineering) består av teorier, kunnskap og praksis for effektiv og økonomisk forsvarlig konstruksjon av programvaresystemer som tilfredsstiller kravene til brukere og kunder. Hovedprofilen omhandler både små, mellomstore og store systemer, og dekker alle faser av livssyklusen til et programvaresystem: behovsanalyse og spesifisering, design, konstruksjon, testing, distribusjon, drift og vedlikehold. Hovedprofilen dekker metoder og prosesser for distribuert og kooperativ programvareutvikling. Videre dekkes teknikker og verktøy som støtter måling, analyse, testing og kvalitet (sikkerhet, ytelse, gjenbruk).

Emneplan	Emner
H1	<ul style="list-style-type: none"><li>Slått sammen ID1 Software Engineering 2 (obligatorisk)</li></ul>
H2 og H3	<ul style="list-style-type: none"><li>TDT4215 Web-intelligens</li><li>TDT4252 Virksomhetsmodellering og arkitektur</li><li>TDT4280 Distribuert kunstig intelligens og intelligente agenter</li><li>TDT4210 Helseinformatikk</li><li>TDT4190 Distribuerte systemer</li></ul>
Prosjekttema	<ul style="list-style-type: none"><li>TDT4290 Kundestyrt prosjekt</li></ul>

Tabell 4 – Hovedprofilemner for Programvareutvikling (SE)

### 3.1.2 Studieretning Databaser og søk (DSØ)

Databaser og søk fokuserer på hvordan man mest mulig effektivt kan organisere og søke frem informasjon fra samlinger av strukturerte og ustrukturerte data. Hovedprofilen gir en grundig forståelse for hvordan databaser bygges opp, og hvordan man mest effektivt kan søke etter informasjon i en database. Viktige problemstillinger er knyttet til Big Data og effektiv utføring av databaseoperasjoner i parallelle og distribuerte systemer, inkludert bruk av MapReduce, NoSQL, og nettsky-teknologier. Hovedprofilen gir også mulighet for fordypning innenfor problemstillinger knyttet til datagravedrift, datavarehus, informasjonsgjenfinning, data fra sosiale media og data som grunnlag for tjenesteutvikling.

Emneplass	Emne(r)
S1	<ul style="list-style-type: none"><li>• TDT4100 Datavarehus og datagravedrift (obligatorisk)</li></ul>
S2	<ul style="list-style-type: none"><li>• TDT4117 Informasjonsgjenfinning (obligatorisk)</li></ul>
S3	<ul style="list-style-type: none"><li>• TDT4125 Algoritmekonstruksjon, videregående kurs</li><li>• TDT4171 Metoder i kunstig intelligens</li><li>• TDT4190 Distribuerte systemer</li></ul>

Tabell 5 - Studieretningsemner for Databaser og søk (DSØ)

Emneplass	Emne(r)
F1	<ul style="list-style-type: none"><li>• TDT4150 Avanserte databasesystemer (obligatorisk)</li></ul>
H2	<ul style="list-style-type: none"><li>• TDT4225 Behandling av store datamengder</li><li>• TDT4215 Web-intelligens</li></ul>
F3	<ul style="list-style-type: none"><li>• TDT4200 Parallele beregninger</li><li>• TDT4210 Helseinformatikk</li><li>• TDT4237 Programvaresikkerhet</li><li>• TDT4125 Algoritmekonstruksjon, videregående kurs</li><li>• TDT4225 Behandling av store datamengder</li><li>• TDT4215 Web-intelligens</li></ul>
Prosjektemne	<ul style="list-style-type: none"><li>• TDT4290 Kundestyrt prosjekt</li><li>• TDT4295 Datamaskinprosjekt</li></ul>

Tabell 6 - Hovedprofilemner for Databaser og søk (DSØ)

### 3.1.3 Studieretning Kunstig intelligens (AI)

Kunstig intelligens (engelsk: Artificial Intelligence (AI)) fokuserer på teknikker og metoder for å la datamaskiner løse oppgaver eller å støtte mennesker i å ta vanskelige beslutninger. AI-metoder har sitt teoretiske grunnlag i og får inspirasjon fra flere kilder: a) menneskelig kunnskap og rasjonalitet – med tilsvarende støtte fra psykologi og sosiologi, b) selv-organiserende mekanismer i naturen, særlig økologi, evolusjonær biologi, og nevrovitenskap og c) matematikk og beregninger. AI har både vitenskapelige og ingeniørmessige mål gjennom henholdsvis å oppnå en dyp forståelse av naturlig kognisjon og forbedrede systemer for automatisk problemløsning. Retningen utfordrer studentene til å designe, implementere og analysere komplekse systemer som viser intelligent adferd samt å se sammenhenger mellom disse systemene og kognisjon i naturen.

Emneklass	Emne(r)
S1	<ul style="list-style-type: none"><li>• TDT4171 Metoder i kunstig intelligens</li></ul>
S2	<ul style="list-style-type: none"><li>• IT3709 Intelligente brukergrensesnitt</li><li>• TDT4265 Datasyn</li></ul>
S3	<ul style="list-style-type: none"><li>• TDT4173 Maskinlæring og case-basert resonnering</li><li>• IT3708 Sub-symboliske AI-metoder</li><li>• TDT4280 Distribuert kunstig intelligens og Intelligente agenter</li></ul>

Tabell 7 - Studieretningsemner for Kunstig intelligens (AI)

Emneklass	Emne(r)
H1	<ul style="list-style-type: none"><li>• IT3108 Kunstig intelligens programmering</li><li>• IT3709 Intelligente brukergrensesnitt</li><li>• TDT4117 Informasjonsgjenfinning</li></ul>
H2 og H3	<ul style="list-style-type: none"><li>• TDT4215 Web Intelligens</li><li>• TDT4173 Maskinlæring og case-basert resonnering</li><li>• IT3708 Sub-symboliske AI-metoder</li><li>• TDT4280 Distribuert kunstig intelligens og Intelligente agenter</li></ul>
Prosjektemne	<ul style="list-style-type: none"><li>• TDT4290 Kundestyrte prosjekt</li><li>• TDT4295 Datamaskinprosjekt</li></ul>

Tabell 8 - Hovedprofilemner for Kunstig intelligens (AI)



### 3.1.4 Studieretning Algoritmer og datamaskiner (AD)

Algoritmer og datamaskiner fokuserer på systemer som krever høy ytelse. Studieretningen gir studentene innblikk i metoder og teknikker som kan anvendes til å oppnå dette. Utdanningen er praktisk rettet og involverer mye programmering. Systemene implementeres på en lang rekke plattformer fra de minste mikrokontrollerne via vanlige kontordatamaskiner til kraftige grafikkort og superdatamaskiner. I tillegg introduseres verktøy og metoder for empirisk og teoretisk ytelseevaluering. Studieretningen leder videre til hovedprofilene Algoritmer, HPC og Grafikk og Datamaskiner og systemprogramvare.

Emneplass	Emne(r)
S1	• TDT4165 Programmeringspråk (obligatorisk)
S2	• TDT4195 Grunnleggende visuell databehandling (obligatorisk)
S3	• TDT4258 Energieffektive datamaskinsystemer • TDT4125 Algoritmekonstruksjon, Videregående kurs • TDT4205 Kompilatorteknikk

Tabell 9 - Studieretningsemner for Algoritmer og datamaskiner (AD)

#### 3.1.4.1 Hovedprofil Datamaskiner og systemprogramvare (DSY)

Datamaskiner og systemprogramvare opererer i grensesnittet mellom maskinvare og programvare. Fokus er på hvordan abstraksjonsnivåene i en moderne datamaskin samhandler, og hvordan ingeniørteknikker for å håndtere kompleksitet kan anvendes. Studentene tilegner seg avansert kunnskap om hvordan moderne datamaskiner konstrueres, evalueres og analyseres samt hvordan man skriver programvare som utnytter datamaskinen på best mulig måte. Hovedprofilen er programmeringstung og studentene kan jobbe med en lang rekke prosessortyper, simulatorer og konstruksjonsverktøy.

Emneplass	Emne(r)
H1	• TDT4265 Datamaskinonstruksjon (obligatorisk)
H2	• TDT4260 Datamaskinarkitektur (obligatorisk)
H3	• Ny IET Design av digitale systemer II • TDT4258 Energieffektive datamaskinsystemer • TDT4205 Kompilatorteknikk • TDT4125 Algoritmekonstruksjon, videregående kurs
Prosjektemne	• TDT4295 Datamaskinprosjekt

Tabell 10 - Hovedprofilemner for Datamaskiner og systemprogramvare (DSY)

Datamaskiner og systemprogramvare er blitt utarbeidet i samarbeid med Institutt for Elektronikk og Telekommunikasjon (IET) og grenser til studieretningen innevede systemer ved det nye elektronikkprogrammet. TDT4258 og TDT4260 blir trolig obligatorisk for denne studieretningen. IET gjør store endringer i sin emneportefølje, og resultatet av denne omleggingen er at spesialiseringsemnene innen digitale systemer reduseres til ett høstemne og ett våremne med arbeidstitlene Design av digitale systemer i og Design av digitale systemer ii (DDS i og ii). Fagmiljøene ved de to instituttene samarbeider om videre utvikling.

### 3.1.4.2 Hovedprofil Algoritmer, HPC og grafikk (AHG)

Algoritmer, Grafikk og HPC fokuserer på systemer som løser kompliserte problemer. Emnene i hovedprofilen deler et fokus på ytelse og en matematisk tilnærming til aktuelle problemstillinger. Hovedprofilen er programmeringstung og har et sterkt fokus på å utvikle ferdighetene som er nødvendige for å realisere systemer med strenge ytelseskrav. Emnene innenfor hovedprofilen dekker fagområdene visuell databehandling, heterogene parallelle beregningssystemer samt søkealgoritmer og kombinatorisk optimering.

Emneklass	Emner
H1	<ul style="list-style-type: none"><li>• TDT4280 Parallele beregninger</li><li>• TDT4287 Algoritmer for bioinformatikk</li><li>• TDT4173 Maskinlæring og case-basert resonnering</li></ul>
H2 og H3	<ul style="list-style-type: none"><li>• TDT4125 Algoritmekonstruksjon, videregående kurs</li><li>• TDT4205 Kompilatorteknikk</li><li>• TDT4230 Grafikk og visualisering</li><li>• TDT4265 Datasyn</li></ul>
Prosjektemne	<ul style="list-style-type: none"><li>• TDT4298 Kundestyrte prosjekt</li><li>• TDT4295 Datamaskinprosjekt</li></ul>

Tabell 11 – Valgbare emner for Algoritmer, HPC og grafikk (AHG)

## 4 Læringsmål og forventet læringsutbytte (H, V)

Læringsmålene for studieprogram på NTNU er del av et hierarki. Det øverste nivået i hierarkiet er læringsmålene for sivilingeniørstudiet som er fastsatt av FUS. Så følger læringsmålene for studieprogrammet, studieretninger og hovedprofiler. Vi har valgt å legge til grunn at hvert nivå arver læringsmålene fra nivået over. Følgelig vil læringsmålene på et nivå beskrive den ytterligere kompetansen kandidaten har tilegnet seg.

Vi har valgt å bruke læringsmålsmatriser som et verktøy for å sikre samsvar mellom læringsmål på emnenivå og på program og hovedprofilnivå. Målet med matrisene er å vise hvordan hvert enkelt emne bidrar til måloppnåelsen. Disse matrisene er svært detaljerte, og vi har derfor valgt ikke å ta dem med i denne kravspesifikasjonen.

For at de definerte læringsmålene skal gi et helhetlig inntrykk i både form og innhold, har vi lagt følgende begrensninger på læringsmålsformatet:

- En hovedprofil skal ha 3 til 5 kunnskapsmål
- En hovedprofil skal ha 3 til 5 ferdighetsmål
- Generell kompetanse er felles for studieprogrammet og alle spesialiseringene

### 4.1 Læringsmål for Datateknologi

#### Kunnskaper:

1. Har en grunnleggende forståelse av konstruksjon og virkemåte for moderne datamaskiner og beslektet datateknisk utstyr og har kunnskap om konsepter og tilhørende teknikker som er nødvendige for styring av, samarbeid og kommunikasjon mellom datamaskiner.
2. Har kunnskap om programmering og de teknikkene og verktøyene som brukes i utvikling og kvalitetssikring av programvare. Har kunnskap om etablerte algoritmer og datastrukturer og metodikken for å analysere og effektivisere løsninger.
3. Har grunnleggende og generell kunnskap om systemutviklingsprosessen og metodikken for utvikling, integrasjon og evaluering av større IT-systemer. Skal kjenne begrepsapparat, metoder og teknikker for design og evaluering av grafiske brukergrensesnitt.
4. Har grunnleggende kunnskaper om datamodellering, databasekonstruksjon og databasehåndteringssystemer som grunnlag for å kunne velge teknologi og implementere løsninger for lagring og forvaltning av data og informasjon.
5. Har generell kunnskap om fagfeltet kunstig intelligens som grunnlag for å kunne realisere aspekter av intelligent adferd i datamaskinsystemer.
6. Kjenner til sentrale metoder fra matematikk, fysikk og statistikk og hvordan disse kan anvendes på datatekniske problemstillinger.
7. Har dybdekunnskap innen et spesialisert felt knyttet opp mot aktiv forskning, herunder tilstrekkelig faglig innsikt til å ta i bruk nye forskningsresultater.

**Ferdigheter:**

1. Kan identifisere, definere og analysere sammensatte datatekniske problemer og kunde- og brukerbehov og kunne spesifisere, designe, implementere og evaluere datatekniske løsninger.
2. Kan jobbe effektivt med verktøy for modellering og konstruksjon av programvare og dokumentasjon, og kan finne frem til og ha faglige forutsetninger for å benytte seg av eksisterende programvare og rammeverk.
3. Kan bruke matematiske metoder til å modellere datasystemer og programmer.
4. Kan bruke tilgjengelige informasjonskilder for å finne forskningsresultater.

**Generell kompetanse:**

1. Kan kommunisere skriftlig og muntlig om faglige problemstillinger rundt modellering, utvikling, arkitektur, vedlikehold og kvalitetssikring av IT-systemer både ovenfor profesjonelle og ikke-spesialister/sluttbrukere.
2. Kan samarbeide effektivt med andre og bidra til tverrfaglig samhandling rundt design, utvikling og evaluering av IT-systemer.
3. Kan fornye og omstille seg faglig, herunder kunne utvikle sin faglige kompetanse på eget initiativ.
4. Forstår informasjonsteknologiens rolle i samfunnet, og kan vurdere de samfunnsmessige og etiske konsekvensene av informasjonsteknologiske valg.

## 4.2 Læringsmål for studieretninger og hovedprofiler

### 4.2.1 Læringsmål for studieretning Programvaresystemer (PS)

Studieretningen har følgende felles læringsmål:

#### Kunnskaper (PS):

1. Har videregående kunnskap om programvarearkitektur for utvikling, integrasjon og evaluering av større IT-systemer.
2. Har videregående kunnskap om metodikk for utvikling, integrasjon og evaluering av større IT-systemer i organisasjoner.

#### Ferdigheter (PS):

1. Kan identifisere, definere, analysere og evaluere forskjellige arkitekturer, rammeverk og utviklingsverktøy for IT-systemer i henhold til krav og kundebehov.
2. Kan jobbe effektivt med kundestyrte IT-prosjekter med krav, design, implementasjon, testing og prosessforbedring.

#### Generell kompetanse:

Målene for generell kompetanse er de samme som for studieprogrammet

#### 4.2.1.1 Læringsmål for hovedprofil Digital virksomhetsutvikling (DV)

Hovedprofilen har følgende læringsmål ut over læringsmålene til studieretningen:

#### Kunnskaper (PS-DV):

1. *(Arvet fra studieretningen)*
2. *(Arvet fra studieretningen)*
3. Har videregående kunnskap om virksomhetsarkitektur der IKT systemer har en viktig del.
4. Har videregående kunnskap innen IT-strategi og forretningsmessig bruk av IKT
5. Har god kunnskap om digitale forretningsmodeller og innovasjonsteknikker med bruk av IKT

#### Ferdigheter (PS-DV):

1. *(Arvet fra studieretningen)*
2. *(Arvet fra studieretningen)*
3. Kan jobbe effektivt med virksomhetsmodeller, inkludert modeller av forretningsprosesser og forretningsmodeller
4. Kan bruke modell-baserte og semantiske teknikker for krav, analyse og design og videreutvikling av informasjonssystemer

#### Generell kompetanse:

Målene for generell kompetanse er de samme som for studieprogrammet

#### 4.2.1.2 Læringsmål for hovedprofil Interaksjonsdesign og spillteknologi (IS)

Hovedprofilen har følgende læringsmål ut over læringsmålene til studieretningen:

#### Kunnskaper (PS-IS):

1. *(Arvet fra studieretningen)*
2. *(Arvet fra studieretningen)*
3. Har videregående kunnskap om brukernære teknikker og metoder for design, utvikling og evaluering av grafiske brukergrensesnitt, dataspill og samhandlingsteknologi.

4. Har videregående kunnskap om programvarearkitekturer, rammeverk og utviklingsverktøy for grafiske brukergrensesnitt, dataspill og samhandlingsteknologi.
5. Har god kunnskap om datagrafikk og interaksjonsteknologier, samt deres relevans for grafiske brukergrensesnitt, dataspill og samhandlingsteknologi, og god kunnskap om det teoretiske grunnlaget for brukervennlige grafiske brukergrensesnitt, dataspill og samhandlingsteknologi.

**Ferdigheter (PS-IS):**

1. *(Arvet fra studieretningen)*
2. *(Arvet fra studieretningen)*
3. Kan jobbe effektivt med brukernær design, utvikling og evaluering av grafiske brukergrensesnitt, dataspill og samhandlingsteknologi.

**Generell kompetanse:**

*Målene for generell kompetanse er de samme som for studieprogrammet*

**4.2.1.3 Læringsmål for hovedprofil Programvareutvikling (SE)**

Hovedprofilen har følgende læringsmål ut over læringsmålene til studieretningen:

**Kunnskaper (PS-SE):**

1. *(Arvet fra studieretningen)*
2. *(Arvet fra studieretningen)*
3. Har videregående kunnskap om spesifisering, modellering og testing i forhold til Innovative prosesser og produkter
4. Har kunnskap om erfaringsbasert forbedring av prosesser og produkter
5. Har god kunnskap om det teoretiske grunnlaget for programvareutvikling, forbedring, kvalitetssikring og programvarebasert innovasjon.

**Ferdigheter (PS-SE):**

1. *(Arvet fra studieretningen)*
2. *(Arvet fra studieretningen)*
3. Kan jobbe effektivt med software design, utvikling og evaluering
4. Kan identifisere, definere, analysere og evaluere forskjellige arkitekturer, rammeverk og utviklingsverktøy for store og/eller innovative systemer i henhold til krav og kundebehov.

**Generell kompetanse:**

*Målene for generell kompetanse er de samme som for studieprogrammet*

#### 4.2.2 Læringsmål for studieretning Databaser og søk (DSØ)

##### **Kunnskaper (DSØ):**

1. Har videregående kunnskap om systemer og teknologi for lagring og håndtering av data og informasjon, deres bruksområder og karakteristiske egenskaper.
2. Har avansert kunnskap om teknologi, metoder og teknikker for indeksering, spørringer og søk i strukturerte data og ustrukturert informasjon som tekst og andre multimedia data.
3. Har avansert kunnskap om metoder og teknikker for bearbeiding og analyse av strukturerte data og tekst.
4. Har videregående kunnskap om samfunnsmessige, etiske og juridiske problemstillinger knyttet til lagring, forvaltning, publisering og bruk av data og Informasjon.

##### **Ferdigheter (DSØ):**

1. Kan spesifisere, designe, implementere og evaluere systemer for lagring, oppdatering, indeksering, søk og analyse av strukturerte data, tekst og andre multimedia data.
2. Kan evaluere, velge og tilpasse eksisterende systemer og løsninger i forhold til definerte bruker-/kundebehov.
3. Kan analysere og vurdere systemer og løsninger i relasjon til ikke-tekniske forhold.
4. Kan anvende kunnskaper og ferdigheter på nye problemer og bidra i forsknings- og utviklingsprosjekter.

##### **Generell kompetanse:**

*Målene for generell kompetanse er de samme som for studieprogrammet*

### 4.2.3 Læringsmål for studieretning Kunstig intelligens (AI)

#### Kunnskap (AI):

1. Generell forståelse for det matematiske, komputasjonelle, sosiologiske, psykologiske og biologiske grunnlag for kunstig intelligens.
2. Oversikt over forskjellige metoder i kunstig intelligens, og hvordan og når disse er egnet for praktisk anvendelse
3. Grundig forståelse av klassiske kunnskapsrepresentasjoner som logikk og sannsynligheter, samt de resonneringsmetoder som passer til dem.
4. Bred forståelse for selv-adaptivitet i både biologiske og kunstige systemer.
5. God kjennskap til hvordan AI-moduler både kan kombineres med hverandre og kommunisere med mennesker og andre maskinele moduler.

#### Ferdigheter (AI):

1. Kan utvikle, lage og bruke automatiske resonnerings-, søkings- og problemløsnings-systemer som har grunnlag i datavitenskap, psykologi, sosiologi, spillteori og/eller biologi, for både deterministiske problemstillinger og de med mye usikkerhet.
2. Kan uttrykke kunnskap i logiske, probabilistiske og andre kjente formalismer, og i situasjonsspesifikke så vel som generaliserte strukturer.
3. Kan kople AI-systemer til omverden, mennesker og andre maskiner (med bruk av sensorer, grensesnitt, kommunikasjonsnettverk, osv.), i både enkel og multi-agent kontekst.
4. Kan lage datasystemer som kan lære av egne erfaringer – dvs. egne riktige og feilaktige handlinger – slik at adferden og ytelsen forbedres over tid.
5. Kan analysere brukerens behov for beslutningsstøtte og designe og implementere tilsvarende beslutningsstøttesystemer.

#### Generell kompetanse:

*Målene for generell kompetanse er de samme som for studieprogrammet*



#### 4.2.4 Læringsmål for studieretning Algoritmer og datamaskiner (AD)

##### Kunnskaper (AD):

1. Har avansert kunnskap om ytelsestunge beregningsprosesser og -mekanismeres virkemåte
2. Har avansert kunnskap om metoder, algoritmer og arkitekturer for systemer med høy ytelse

##### Ferdigheter (AD):

1. Behersker programmering generelt og ytelsesfokuset programmering spesielt
2. Kan anvende metoder for teoretisk og empirisk evaluering av ytelsestunge systemer

##### Generell kompetanse:

*Målene for generell kompetanse er de samme som for studieprogrammet*

#### 4.2.4.1 Læringsmål for hovedprofil Datamaskiner og systemprogramvare (DSY)

Hovedprofilen har følgende læringsmål ut over læringsmålene for studieretningen:

##### Kunnskaper (AD-DSY):

1. *(Arvet fra studieretningen)*
2. *(Arvet fra studieretningen)*
3. Har avansert kunnskap om datamaskiners konstruksjon og virkemåte samt hvordan programvare og maskinvare samhandler i en datamaskin
4. Har inngående kunnskap om teorier, metoder og teknikker som anvendes til analyse og realisering av datamaskinsystemer
5. Kjenner til utviklingsprosess for systemer som involverer både maskinvare og programvare

##### Ferdigheter (AD-DSY):

1. *(Arvet fra studieretningen)*
2. *(Arvet fra studieretningen)*
3. Behersker programmering generelt og maskinvarenær programmering spesielt
4. Kan anvende metoder for design og utvikling av digitale elektroniske systemer på ulike abstraksjonsnivå til å realisere datamaskinsystemer

##### Generell kompetanse:

*Målene for generell kompetanse er de samme som for studieprogrammet*

#### **4.2.4.2 Læringsmål for hovedprofil Algoritmer, HPC og grafikk (AHG)**

Hovedprofilen har følgende læringsmål ut over læringsmålene for studieretningen:

##### **Kunnskaper (AD-AHG):**

1. *(Arvet fra studieretningen)*
2. *(Arvet fra studieretningen)*
3. Ha inngående kunnskap om teorier og metoder innen (a) visuell databehandling, (b) heterogene, parallelle beregningssystemer eller (c) søkealgoritmer og kombinatorisk optimering

##### **Ferdigheter (AD-AHG):**

1. *(Arvet fra studieretningen)*
2. *(Arvet fra studieretningen)*
3. Beherske (a) programmering med OpenGL eller andre omgivelser for visuell databehandling, (b) utnytte beregningskraften til moderne flerkjernesystemer inkl. GPUer, PC-klynger og superdatamaskiner via parallellprogrammeringsomgivelser som f.eks. OpenMP, MPI og OpenCL/CUDA eller (c) implementasjon av algoritmer for søk og kombinatorisk optimering.

##### **Generell kompetanse:**

*Målene for generell kompetanse er de samme som for studieprogrammet*

## **5 Fastsettelse av studieplan (-)**

Ikke relevant som del av dokumentasjon.

## **6 Kostnadsberegning og finansiering (H)**

Se hoveddokument.

## **7 Oppdragsundervisning, egenbetaling (-)**

Ikke relevant som del av dokumentasjon.

## **8 Antall studenter (H)**

Se hoveddokument.

## **9 Opptakskrav og rangeringsregler (-)**

Ikke relevant som del av dokumentasjon.

## **10 Samarbeidende fakulteter (-)**

Ikke relevant som del av dokumentasjon.

## **11 Forskningskopling og tverrfaglighet (V)**

Hovedvirkemidlet for å koble studieprogrammet til aktiv forskning er valget av hovedprofiler. Disse har både et tilstrekkelig antall faglærere til å være robuste, og er samtidig innenfor områder der IDi har internasjonalt orientert forskningsvirksomhet. Videre bidrar mange emner til å øke studentenes kompetanse i å modellere og analysere systemer og prosesser. Modellering og analyse er sentralt for senere bidrag til aktiv forskning på master- og PhD-nivå.

Datateknologi er en muliggjørende teknologi med stort potensiale. Dette medfører at stort sett alle hovedprofiler har innslag av tverrfaglighet og indirekte bidrar til tematiske satsningsområder innenfor energi, bærekraft, marin, helse og velferd. IDi har for eksempel forsknings- og undervisningsaktivitet innen bioinformatikk, helseinformatikk og beregningsvitenskap. Videre er to av hovedprofilene (Digital virksomhetsutvikling og Datamaskiner og systemprogramvare) utarbeidet i samarbeid med andre institutt (henholdsvis ITEM og IET). Samarbeidet med IET er knyttet til IMEs forskningsfyrårn Energy Efficient Computing Systems (EECS) og er dermed både tverrfaglig og forskningsrelevant.

## **12 Eksterne samarbeidspartnere (H)**

Se hoveddokument

## **13 Fellesgrader og fellesprogram, allianser (-)**

Ikke relevant som del av dokumentasjon.

## **14 Markedsvurdering (H)**

Se hoveddokument

## **15 Særskilte programaspekter (V)**

Utfordringene til det nåværende studieprogrammet i Datateknikk kan ikke løses av strukturendringer alene. Arbeidsgruppen har identifisert frafall som en sentral utfordring, og ingeniørstigen er det viktigste virkemidlet for å motvirke dette. Målet med ingeniørstigen er å bidra til at flere studenter mestrer studiet. For effektivt å motvirke frafall må vi begynne fra dag en, og følgelig er planen å sette inn støtet i 1. og 2. semester. I 1. semester er løsningen et motiverende øvingsopplegg med vesentlig mer oppfølging enn det som er vanlig på et universitet. Selv med et slikt opplegg forventer vi at en andel av studentene ikke vil nå læringsmålene i 1. semester. Disse vil bli tilbudt et opplegg tidlig i 2. semester slik at de får en hjelp til å nå læringsmålene i dette semesteret. Vi tror at mestringsopplevelser tidlig i studiet vil bidra til en høyere læringsmålsopptåelse totalt.

## **16 Innmelding av nytt studieprogram til FS (-)**

Ikke relevant som del av dokumentasjon.

## **17 Vitnemålstekster (-)**

Ikke relevant som del av dokumentasjon.

# Fremtidens IKT-studier (FRIKT)

Forslag til nytt program for det 5-årige  
sivilingeniørstudiet i

"Elektronisk systemdesign og innovasjon"

*Saksframlegg i NTNU-styret 12. juni 2013*

Thomas Tybell (IET) (leder)

Lars Lundheim (IET)

Snorre Aunet (IET)

Per Gunnar Kjeldsberg (IET)

Nils Holte (IET)

Gunnar Tufte (IDI)

## **Innholdsfortegnelse**

<b>1</b>	<b>Strategisamsvar og samfunnsrelevans (H)</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Krav til masterprogram i forskrifter (H)</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Studieplan, emnebeskrivelser (V)</b> .....	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Læringsmål og forventet læringsutbytte (H, V)</b> .....	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>Fastsettelse av studieplan (-)</b> .....	<b>21</b>
<b>6</b>	<b>Kostnadsberegning og finansiering (H)</b> .....	<b>21</b>
<b>7</b>	<b>Oppdragsundervisning, egenbetaling (-)</b> .....	<b>21</b>
<b>8</b>	<b>Antall studenter (H)</b> .....	<b>21</b>
<b>9</b>	<b>Opptakskrav og rangeringsregler (-)</b> .....	<b>21</b>
<b>10</b>	<b>Samarbeidende fakulteter (-)</b> .....	<b>21</b>
<b>11</b>	<b>Forskningsskoping og tverrfaglighet (V)</b> .....	<b>21</b>
<b>12</b>	<b>Eksterne samarbeidspartnere (H)</b> .....	<b>22</b>
<b>13</b>	<b>Fellesgrader og fellesprogram, allianser (-)</b> .....	<b>22</b>
<b>14</b>	<b>Markedsvurdering (H)</b> .....	<b>22</b>
<b>15</b>	<b>Særskilte programaspekter (V)</b> .....	<b>22</b>
<b>16</b>	<b>Innmelding av nytt studieprogram til FS (-)</b> .....	<b>22</b>
<b>17</b>	<b>Vitnemålstekster (-)</b> .....	<b>22</b>

---

## 1 Strategisamsvar og samfunnsrelevans (H)

Se hoveddokument.

## 2 Krav til masterprogram i forskrifter (H)

Se hoveddokument.

## 3 Studieplan, emnebeskrivelser (V)

Strukturen for programmet Elektronisk systemdesign og innovasjon består av to felles år, basispakken, etterfulgt av fire forskjellige studieretninger: innvevde systemer, Krets og systemdesign, Nanoelektronikk og fotonikk, og Signalbehandling og kommunikasjon, se Fig. 1. I tråd med tanken bakom FRIKT prosjektet, og det spesifikke målet: *Studenten i fokus / alt vi gjør*, har vi stort fokus på de første to årene, basispakken. Gjennom aktiv bruk av studentaktive læringsformer som verktøy, skal det nye studiet skape et motiverende og utfordrende læringsmiljø.

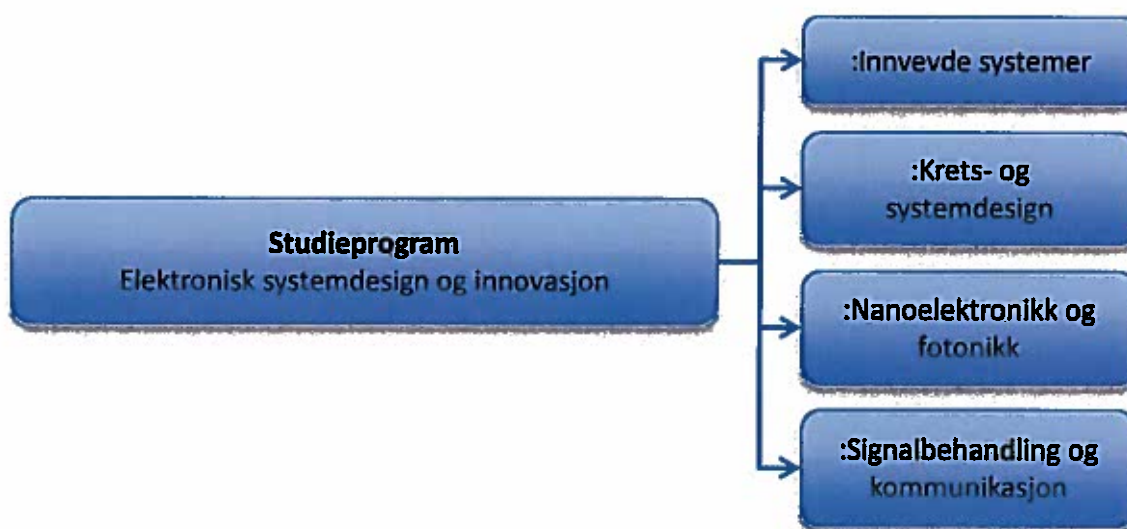


Fig. 1: Overordnet studiestruktur for programmet Elektronisk systemdesign og innovasjon.

### *Basispakken*

Basispakken skal gi studentene et faglig godt fundament med utgangspunkt i relevante basisfag, inkl. matematikk og fysikk, i tråd med VK1 og sentrale føringer i FRIKT prosjektet inkl. de felles fagene KDD1 og 2<sup>1</sup>. Se figur 2 for skisse av studieplanen i basispakken.

<sup>1</sup> KDD1 og 2 står før Krets, digital og data –teknikk 1 og 2

Semester				
5	Ex. phil			
4	TMA4225 Statistikk	TFExxx Innføring i halvlederkomponenter	TFE4120 Elektromagnetisme	TFExxx Avansert elektronisk systemdesign
3	TMA4120 Matematikk 4K	TDTxxx KDD 2	TFY4115 Fysikk	TFExxx Elektronisk systemdesign og -analyse 2
2	TMA4105 Matematikk 2	TMA4115 Matematikk 3	TDT4102 Prosedyre og objekt orientert programmering	TFExxx Elektronisk systemdesign og -analyse 1
1	TMA4100 Matematikk 1	TFExxx KDD 1	TDT4105 informasjonsteknikk GK	TFExxx Elektronisk systemdesign intro

Fig. 2: Utkast til ny studieplan for de to første årene for Elektronisk systemdesign og innovasjon.

Det foreslås å basere det nye studiet på samme matematikk-, fysikk-, og programmerings-opplegg i de to første årene som for dagens 5-årige masterstudium Elektronikk. Videre skal faget TFE4120 (Elektromagnetisme) videreføres. KDD 1 og 2 er erstatter dagens Kretsteknikk (TFE4100) og Digitaltek & Datamask (TFE4105). Nytt i de to første årene er også ingeniørstigen (se nedenfor) samt emnet innføring i halvlederkomponenter.

#### *Ingeniørstigen*

Ingeniørstigen gir studentene, i tillegg til en relevant faglig ballast, økt forståelse av elektronikkfagets kontekst og samfunnsrolle. Fagfeltet har vist seg særlig velegnet for bedriftsetablering basert på ideer utviklet i universitetsmiljøet. Den innovasjonskulturen som eksisterer ved de involverte instituttene skal prege læringsaktivitetene i ingeniørstigen. For å oppfylle de sentrale føringene fra FRIKT, og basert på IETs gode erfaring med prosjektbasert undervisning, eg. TFE4117 (elektronikk



intro) og TTT4100 (elektroniske kretser), foreslår vi en ingeniørstige basert på fire sammenhengende fag: Elektronisk systemdesign intro, Elektronisk systemdesign og -analyse 1 og 2, samt Avansert elektronisk systemdesign. Fagene skal inneholde relevant kretsanalyse, system/sensor kunnskap samt signalbehandling som studentene behøver som basis for videre spesialiseringer. Sammenlignet med dagens 5-årige masterstudium Elektronikk kommer ingeniørstigen til å erstatte fagene TFE4117 (elektronikk intro), TTT4100 (elektroniske kretser), TET4100 (kretsanalyse) samt TTT4100 (signalbehandling og kommunikasjon). Fagene i ingeniørstigen skal aktivt bygge på hverandre, legge til rette for faglig identitet, klassefølelse, gi faglig kontekst samt om mulig ha laboratorieøvinger/studentaktiviteter som et gjennomgående tema gjennom løpet.

TFExxx (Elektronisk systemdesign intro): Faget skal gi studentene en innføring i laboratorieteknikk og mullig bruk av sensor- og nanosystemer inkl. viktigheten av signalbehandling. Stor fokus på prosjektbasert undervisning, der grupper skal ha frihet å utvikle et sensorsystem basert på en gitt ytelsesspesifikasjon. Innføring i rapportskrivning inngår også. Faget bedømmes bestått/ikke bestått.

TFExxx og yyy (Elektronisk systemdesign og -analyse 1 og 2): Fagene skal gi studenten en teoretisk og praktisk innføring i kretsdesign, analyse og signalbehandling. Målet er to fag som kombinerer tradisjonelle forelesninger med mer studentaktive læringsformer såsom seminar- og omvendt klasserom teknikker. I faget gis bokstavkarakterer basert på mappeevaluering.

TFExxx (Avansert elektronisk systemdesign): Faget er prosjektbasert, og basert på den teoretiske ballast studentene har ervervet, skal de gruppevis designe og realisere et avansert sensorsystem. Videre legges det vekt på kommunikasjonsegenskaper, og studenten skal dokumentere sensorsystemet for sluttbruker. i faget gis bokstavkarakterer basert på mappeevaluering.

i valget av temaer for laboratorium, studentprosjekt samt øvinger i ingeniørstigen skal vi appellere til sansene (lyd, lys og bilde), og samfunnsrelevante applikasjoner, eg. grønn IKT, energi, og medisinsk teknologi. Dette for å skape kontekst, samt bevisst bruke temaer som kan fenge studentene.

For å sikre god og tett studentoppfølging baseres undervisningen i ingeniørstigen på faglærerteam. Et team, bestående av tre faglærere, samarbeider om de fire etterfølgende fagene og følger et kull fra semester en til fire. Det betyr totalt to team, seks faglærere, ved "steady-state", som fokuserer på å veilede/undervise studentene og kontinuerlig utvikle ingeniørstigen. Faglærerteamene kommer da også til å fungere som årskursfaddere. Videre sikrer bruk av faglærerteam at vi kan implementere innholdet i fagene på et slikt vis at fokus på progresjon i mestring og læring hos studentene blir en naturlig konsekvens av undervisningen.

Vi foreslår videre ett nytt innføringsfag, TFExxx (Innføring i halvlederkomponenter): Faget skal gi studentene en innføring i grunnleggende faststoff elektronikk, og forståelse av fysikken og prosessene bak sentrale elektroniske og optiske komponenter i dagens samfunn, eg. transistor, lysdiode o.l., samt betydning av nedskalering av størrelse i komponentteknologi. I faget gis bokstavkarakterer.

### Studieretninger

Fokus på studieretningene er valgt basert på sentrale behov/temaer innen elektronikk for fremtidens industri/næringsliv og forvaltning. Tre av de fire studieretningene er videreføringer av dagens tre studieretninger ved det 5-årige masterstudiet Elektronikk, som nylig har vært revidert.

Strukturen hos studieretningene er av slik art at de fire er kompatible med tilleggprofil- konseptet som FRIKT introduserer. Alle tre tilleggprofil-tematikkene er relevante for dette studium.

5. vår	Masteroppgave			
5. høst	Komplementær-emne	Fordypningsemne	Prosjektoppgave	
4. vår	EIT	ing. emne annet studieprogram/ studieretning	Design Digitale Systemer II (noe fra TFE4175 Realisering og test og TFE4170 Enbrkkesystemer)	TDT4260 Datamaskin-arkitektur
4. høst	Komplementær-emne	Valg	Design Digitale Systemer I (TFE4140 - Modellering og analyse av digitale systemer og noe fra TFE4175 Realisering og test)	Prosjekt fag for innvedde systemer samkjørt med Design Digitale Systemer I
3. vår	TIØ4258 Teknologiledelse	Valg	TDT4528 Energieffektive Datasystemer	TTK4145 Sanntidsprogrammering
3. høst	Ex.Phil (studenter fra IDA har valgbart emne her pga. Ex.phil tidligere i studieløpet)	Valg	Integrerte Kretser Intro (TFE4151 Design av Integrerte kretser)	Valg med føringer avhengig av hvor man kommer fra (elektronikk eller data)

Figur 3. Studieplan for studieretningen innvedde systemer.

**Innvedde systemer:** Studieretningen er ny og er gitt i samarbeid mellom institutt for elektronikk og telekommunikasjon og Institutt for datateknikk og informasjonsvitenskap. Kandidater som har fordypning innen innvedde systemer skal kunne spesifisere og designe digitale system med integrert

proffessor. Kandidaten skal kunne partisjonere designet på hardware og software og beherske høynivåspråk for konstruksjon og programmering av slike system. For studieplanen, se figur 3.

5. vår	Masteroppgave			
5. høst	Komplementær-emne	Fordypningsemne	Prosjektoppgave	
4. v�r	EIT	Ing. emne annet studieprogram/studieretning	Emne avhengig av hovedprofil (DDS eller AKR)	Valg
4. høst	Komplementær-emne	Valg	Emne avhengig av hovedprofil (DDS eller AKR)	Valg
3. v�r	T1�4258 Teknologiledeise	Valg	TDT4528 Energieffektive Datasystemer	TTT4200 Radioteknikk intro
3. høst	Ex.Phil	Valg	Integrerte Kretser Intro (TFE4151 Design av integrerte kretser)	TTT4120 Digital signalbehandling

Figur 4. Studieplan for studieretningen Krets og systemdesign.

*Krets og systemdesign:* Studieretningen fokuserer på kunnskap om design, implementering og test av digitale, analoge og blandede integrerte kretser og systemer, herunder antenner og RF/mikrob lgekretser og -systemer. For studieplan, se figur 4.

5. vår	Masteroppgave			
5. høst	Komplementær-emne	Fordypningsemne	Prosjektoppgave	
4. vår	EIT	Valg	TFExxx Fotonikk 2 (nytt emne som bygger videre på Fotonikk 1)	TFExxx Nanokomponenter (nytt emne i eseåret 2013/2014 som videreføres)
4. høst	Komplementær-emne	Ing. emne annet studieprogram/studieretning	Valg	TFExxx Sensorprinsipper (nytt emne som erstatter TFE4225, samt deler av TFE4235)
3. vår	TIØ4258 Teknologiledelse	Valg	TFE4180 Halvlederteknologi	TFExxx Fotonikk 1 (nytt emne som erstatter deler av TFE4165 og TFE4160)
3. høst	Ex.Phil	Valg	TFE4130 Bølgeforplantning	TFE4145 Elektronfysikk (ny versjon, basert på nytt innføringsemne i fast stoff elektronikk i basispakken)

Figur 5. Studieplan for studieretningen Nanoelektronikk og fotonikk.

**Nanoelektronikk og fotonikk:** Studieretningen fokuserer spesifikt på utnyttelsen av materialspesifikke funksjonaliteter for innovasjon og utvikling av komponenter, integrerte kretser, mikrosystem, sensorer, optisk teknologi for anvendelser innen IKT, miljøovervåking, medisinsk teknologi, m.m. For studieplan se figur 5.

5. vår	Masteroppgave			
5. høst	Komplementær-emne	Fordypningsemne	Prosjektoppgave	
4. vår	EIT	Valg	Emne avhengig av hovedprofil	Emne avhengig av hovedprofil
4. høst	Komplementær-emne	Ing. emne annet studieprogram/studieretning	Emne avhengig av hovedprofil	Emne avhengig av hovedprofil
3. vår	TTØ4258 Teknologiiledelse	Valg	TTT4115 Kommunikasjonsteori	TTT4225 Anvendt signalbehandling
3. høst	Ex.Phil	Valg	TFE4130 Bølgeforplantning	TTT4120 Digital signalbehandling

Figur 6. Studieplan for studieretningen Signalbehandling og kommunikasjon.

**Signalbehandling og kommunikasjon:** Studieretningen omfatter kunnskap om signalbehandlingsteori og -algoritmer, informasjons- og kommunikasjonsteori, radioteknikk og akustikk. Studieretningen er fokusert på måling, bearbeiding og overføring av signaler innenfor applikasjoner som telekommunikasjon, lyd- og bildebehandling, medisinsk teknologi, miljøovervåking, fjernmåling, navigasjon, romteknologi, støybekjempelse, undervannsakustikk og industriell bruk av akustikk. For studieplan se figur 6.

## 4 Læringsmål og forventet læringsutbytte for studiet Elektronisk systemdesign og innovasjon

Kandidater utdannet innen studieprogrammet Elektronisk systemdesign og innovasjon skal være teknologiske problemløserne med relevans for viktige samfunnsutfordringer. Dette innebærer at de har teknologikompetanse og metodekompetanse, samt innsikt i utvalgte aktuelle applikasjonsområder og hvordan elektroniske løsninger inngår i disse og stimulerer til innovasjon.

I teknologikompetansen inngår fundamentale prinsipper fra elektromagnetisme, optikk og akustikk via elektronisk komponent- og kretsteknologi til høyere abstraksjonsnivå for systemutvikling basert på programvare kombinert med analog og digital elektronikk.

Metodekompetansen involverer analyse og design av analoge og digitale informasjons- og signal-behandelnde systemer.

Kandidatene skal ha innsikt i applikasjonsområder definerte av de forskningsfelter de involverte faggruppene er engasjert i.

Kandidatene skal ha et bredt og solid fundament for livslang læring innen elektronisk systemdesign, et fagfelt i rask utvikling.

**Basis -kunnskaper, -ferdigheter, og -kompetanse (etter to år):**

**Kunnskaper**

**Grunnlags- og støttdisipliner:**

- Matematikk: analyse av én- og flerdimensjonale funksjoner, vektoranalyse, følger og rekker, lineær algebra, komplekse tall, kompleks funksjonsteori, Laplacetransform, Fourierrekker og Fouriertransform, lineære ordinære og partielle differensialligninger
- Statistikk: sannsynlighetsregning, sannsynlighetsfordelinger, estimering, hypotesetesting, enkel lineær regresjon
- Fysikk: grunnleggende mekanikk, bølgefysikk og termodynamikk, elektromagnetisme, og faststoff-elektronikk.

**ingeniørkompetanse:**

**Teknologikompetanse:**

- Virkemåte av sensorer, omvandlere og aktuatorer.
- Oppbygging og virkemåte av grunnleggende komponenter som motstander, spoler, kondensatorer, dioder og transistorer.
- Oppbygging og virkemåte av kombinatoriske og sekvensielle digitale komponenter og enkle systemer.
- Prosessorarkitekturer
- Programmeringsspråk
- Grunnleggende analoge kretsløsninger

## Metodekompetanse:

### Kretsanalyse

- Oppførsel til kretselementer: R, L, C, diode, transistor (felteffekt og bipolar), operasjonsforsterker, digitale porter og vipper.
- Beskrivelse av lineære kretser ved hjelp av differensialligninger, s-domene, frekvensdomene og vlsanalyse.
- Storsignal- og småsignalanalyse av transistorkretser.

### Kretsdesign

- Fremgangsmåte for design av digitale og analoge moduler brukt som byggeblokker i større systemer.

### Signal- og systemanalyse

- Tidsdiskrete og tidskontinuerlige signaler beskrevet i tids- og frekvensdomene.
- Systembeskrivelse og analyse ved hjelp av differensial og differensligninger, systemfunksjon i frekvensdomene og s-domene.

### Programvarutvikling

- Grunnleggende algoritmiske strukturer
- Prosedyre- og objektorient programmering

### Applikasjonkompetanse:

- Anvendelsesområder som gjennom prosjektarbeid gir motivasjon, trening i ingeniørmessig problemløsning og anskueliggjøring av mer abstrakte konsepter.

## Ferdigheter

- Kunne ta ansvar for egen læring inkl. søke, innhente, og forstå relevant fagkunnskap fra lærebøker.
- Kunne arbeide i en laboratoriesituasjon og benytte komponenter, instrumenter og programvareverktøy til å analysere og designe elektroniske kretser og systemer.

## Generell kompetanse

- Kunne anvende sine kunnskaper på en selvstendig og systematisk måte ved å analysere problemstillinger, formulere deloppgaver, og frambringe løsninger.
- Kunne formidle tekniske løsninger skriftlig og muntlig til ulike tilhørergrupper på en velstrukturert, klar og objektiv måte. Spesielt fokus på kommunikasjon med kunde/problemeiere, og med-ingeniøren.
- Kunne arbeide i grupper med oppgaver: planlegge prosjekter, delegere og koordinere oppgaver.

## **Kunnskaper, ferdigheter, og –kompetanse mål etter fem år:**

### **Kunnskaper**

- Solide spesialkunnskaper som grunnlag for metodeforståelse, faglig fornyelse og omstilling innen elektronikk og tilhørende anvendelsesområder.

- Dyptgående teoretisk og praktisk kunnskap innen én av følgende spesialiseringer:

- Kandidater som har fordypning innen innvedde system skal kunne spesifisere og designe digitale system med integrert prosessor. Kandidaten skal kunne fordele designet på maskinvare og programvare samt beherske integrasjon med systemprogramvare og bruk av høynivåspråk for konstruksjon og programmering av slike system. Noen anvendelser er energigjerrige system for høyhastighets databehandling, multimedia applikasjoner, batteristyring, trykkløse sensorer og avansert trådløs kommunikasjon.

- Kandidater som har fordypning innen krets- og systemdesign har kunnskap om design, implementering og test av digitale, analoge og blandede integrerte kretser og systemer, herunder antenner og RF/mikrobølgekreter og –systemer, herunder antenner og RF/mikrobølgekreter og –systemer. Typiske anvendelser er innenfor mikrokontrollere/mikroprosessorer, mikrosystemer, innvedde system, radiosystemer, medisinsk teknologi, IKT, miljøovervåking, romteknologi m.m.

- Kandidater som har fordypning innen nanoelektronikk og fotonikk skal ha dyptgående teoretisk innsikt i elektroniske, dielektriske, magnetiske, optiske og akustiske fenomen og materialeegenskaper, herunder kvantefenomen og fysiske egenskaper hos materialer og nanostrukturer. Studieretningen gir innsikt i utnyttelsen av slike fenomen og materialeegenskaper for innovasjon og utvikling av komponenter, integrerte kretser, mikrosystem, sensorer, optisk teknologi for anvendelser innen IKT, miljøovervåking, medisinsk teknologi, m.m.

- Kandidater som har fordypning innen signalbehandling og kommunikasjon har kunnskap om signalbehandlingsteori og -algoritmer, informasjons- og kommunikasjonsteori, radioteknikk og akustikk inkl. persepsjon av lyd og bilde. Typiske anvendelser er måling, bearbeiding og overføring av signaler f.eks. innenfor telekommunikasjon, lyd- og bildebehandling, medisinsk teknologi, miljøovervåking, fjernmåling, navigasjon, romteknologi, støybekjempelse, undervannsakustikk og industriell bruk av akustikk.

- På et utvalgt område innen den valgte spesialiseringen skal denne kunnskapen tangere dagens forskningsfront eller aktuelle forsknings- og utviklingsoppgaver innen ledende industri og gi tilstrekkelig faglig innsikt til å ta i bruk nye forskningsresultater. Dybdekunnskapen skal danne en god basis for innovative bidrag til ny kunnskap innen elektronikk og tilhørende anvendelsesområder.

- Innsikt i teknologiledelse og ett eller flere av fagområdene økonomi, industriell økologi, miljørisiko, helse, miljø og sikkerhet, som grunnlag for å kunne delta i og lede prosjekter og annen industriell elektronisk virksomhet på en effektiv, økonomisk og samfunnstjenlig måte.

- innsikt i vitenskapshistorie, vitenskapsteori, etikk og argumentasjonsteori som et grunnlag for å forholde seg reflektert til sitt fagområde og til vitenskap generelt.



## **Ferdigheter**

- Kunne anvende sine kunnskaper på en selvstendig og systematisk måte ved å analysere problemstillinger, formulere deloppgaver, velge relevante metoder og frambringe innovative løsninger, også i nye og ukjente situasjoner.
- Kunne utføre gjennomførbarhetsstudier, kunne identifisere teknologiske begrensninger og kunne arbeide i tverrfaglige grupper.
- Beherske aktuelle verktøy innen sitt spesialiseringsområde.
- Kunne følge med kunnskapsutviklingen innen eget fagfelt, være i stand å lese forskningsartikler innen sin spesialisering, og utvikle sin faglige kompetanse på eget initiativ.

## **Generell kompetanse**

- Kunne formidle kunnskap innen sitt fagfelt skriftlig og muntlig til ulike tilhørergrupper på en velstrukturert, klar og objektiv måte.
- Kunne reflektere over etiske og samfunnsmessige effekter av eget arbeid.
- Kunne arbeide i tverrfaglige grupper med oppgaver av høy kompleksitet: planlegge prosjekter, delegere og koordinere oppgaver, samt bidra til at gruppen oppnår resultat.
- Ha et internasjonalt perspektiv på sin profesjon og evne til å delta i internasjonale prosjekter og internasjonale faglige nettverk.

## **Studieretningsspesifikke læringsmål:**

### **Studieretning Innvedde systemer**

Kandidater som har fordypning innen innvedde system skal kunne spesifisere og designe digitale system med integrert prosessor. Kandidaten skal kunne fordele designet på maskinvare og programvare samt beherske integrasjon med systemprogramvare og bruk av høynivåspråk for konstruksjon og programmering av slike system.

#### **Kunnskaper**

- Kjenne høynivåspråk for modellering og programmering av innvedde system.
- Forstå metoder og prosesser i spesifisering, design, og verifikasjon av innvedde systemer med en eller flere integrerte prosessorer i samvirke med applikasjonsspesifikke moduler.
- Forstå krav til sanntidsoperasjon og kunne ta hensyn til slike i design av systemarkitektur.
- Kjenne til sterke og svake sider ved implementering av funksjonalitet i henholdsvis maskinvare og programvare.
- Kjenne til alternative metoder for implementering.

#### **Ferdigheter**

- Kunne modellere og verifisere et innvedt system.
- Kunne lage maskinvare for et innvedt system.
- Kunne programmere et innvedt system.
- Kunne fordele et design mellom maskinvare og programvare.
- Kunne integrere designet med systemprogramvare.
- Kunne forstå en beskrivelse av et innvedt system og lede utviklingen av det.

## Studieretning: Krets- og systemdesign

Kandidater utdannet innen studieretning Krets- og systemdesign skal ha dyptgående teoretisk og praktisk kunnskap innen design, implementering og test av integrerte kretser og systemer. Kandidatene kan fordype seg innen digital design, analog og blandet design, samt mikrobølgekomponenter og -kretser.

### Kunnskaper

#### Felles basis for studieretningen

- kunne designe og simulere integrerte kretser med vekt på ulike realiseringsmetoder i MOS-teknologi
- beherske basismetodene for behandling av diskrete signaler og systemer
- få en innledende forståelse av analyse, modellering og estimering av stokastiske signaler
- få en grunnleggende forståelse av forplantning av elektromagnetiske og akustiske bølger

#### *Fordypning innen design av digitale systemer*

- kunne modellere digitale systemers oppførsel og realisering og analysere og verifisere systemenes funksjoner og egenskaper
- forstå prinsipper for realisering og test av digitale komponenter
- kunne bruke implementeringsalternativer: ASIC, FPGA, innvedde HW/SW-løsninger, plattformbasert design
- forstå hvordan enbrikkesystemer spesifiseres, designes, lages og brukes
- få innsikt inn i ett eller flere av følgende områder: analog og blandet design, design av innvedde systemer, signalbehandling og kommunikasjon, material- og halvlederfysikk, faste stoffers materialer og -nanostrukturer

#### *Fordypning innen analog kretsdesign og radioteknikk*

Avhengig av emnevalg vil studentene ha kunnskap i et utvalg av følgende områder:

- metoder og teknologi for design og simulering av analoge, blandede og RF-integrerte kretser for ulike anvendelser, med fokus på laveffekt-design
- D/A- og A/D-omformere, ASIC for MEMS og RF CMOS
- oversikt over og samspill mellom fysiske komponenter som inngår i ulike radiosystemer
- analyse, konstruksjon og framstillingsteknologi for mikrobølge- og høyhastighetskomponenter, antenner og MMIC-kretser som inngår i radiosystemer
- RF/mikrobølge måleteknikk og instrumentering
- kommunikasjonsteori og prinsipper for overføring av digital informasjon over forskjellige typer transmisjonskanaler

#### Støttetema

- i tillegg til det som er nevnt ovenfor vil kandidatene ha kunnskap i et utvalg av følgende støttetema: numerisk og diskret matematikk, kryptografi, algoritmer og datastrukturer, datamaskinarkitektur, halvlederframstillingsteknologi, MEMS-design, romteknologi og fjernmåling

## **Ferdigheter**

### **Felles for studieretningen**

- kunne designe og analysere enkle integrerte kretser

#### *Fordypning innen design av digitale systemer*

- beherske designspråk: VHDL og SystemC
- kunne bruke state-of-the-art DAK/DAT programvare
- kunne utforme systemspesifikasjon av enbrikkesystemer i UML og modellere systemer i SystemC
- modellering av digitale systemers oppførsel og realisering
- konstruksjon av digitale systemer fra spesifisering, via design og verifikasjon på systemnivå, helt ned til verifiserte komponenter av maskin- og programvare

#### *Fordypning innen analog kretsdesign og radioteknikk*

Avhengig av emnevalg vil studentene ha praktisk erfaring med et utvalg av følgende områder:

- konstruksjon og simulering av analoge kretser realisert i CMOS-teknologi
- konstruksjon av antenner, mikrobølgekomponenter og MMIC-kretser
- RF/mikrobølge måleteknikk

## **Studieretning: Nanoelektronikk og fotonikk**

Kandidater som har fordypning innen nanoelektronikk og fotonikk skal ha dyptgående teoretisk innsikt i elektroniske, dielektriske, magnetiske, optiske og akustiske fenomen og materialegenskaper, herunder kvantefenomen og fysiske egenskaper hos materialer og nanostrukturer. Studieretningen fokuserer spesifikt på utnyttelsen av slike fenomen og materialegenskaper for innovasjon og utvikling av komponenter, integrerte kretser, mikrosystem, sensorer, optisk teknologi for anvendelser innen IKT, miljøovervåking, medisinsk teknologi, m.m.

### **Kunnskaper**

#### **Felles basis for studieretningen**

- fysikk: bølgefysikk, bølgeforplantning, kvantemekanikk, atomfysikk, materialfysikk, faststoffmaterialer og -nanostrukturer, halvlederfysikk og -komponenter
- metoder for fremstilling og karakterisering av halvlederkomponenter og integrerte kretser
- grunnleggende problemstillinger innen fotonikk

#### *Fordypning innen fotonikk*

- elektromagnetisk (inkl. optisk) og akustisk energi og deres interaksjon med vev, tekniske materialer og strukturer
- design og analyse av lasere, optiske sensorer, fotoniske komponenter og systemer, samt karakterisering og evaluering av slike
- anvendelser innen telekommunikasjon, medisin og sensorsystemer
- viktige tema: optiske bølgeledere, fotoniske krystaller, spektroskopi, mikro- og nanofotonikk, biomedisinsk optikk: karakterisering, sensorer, spektroskopi og avbildning, og integrerte systemer.

#### *Fordypning innen nanoelektronikk og mikrosystemer*

- bred basis i faste stoffers fysikk, halvlederfysikk og nanoelektronikk.
- innblikk i aktuelle scenarier for utvikling av fremtidig elektronikk, og elektroniske materialer for anvendelser innen morgendagens informasjonsteknologi.
- viktige tema: nanoelektronikk, nano-optoelektronikk, MEMS/NEMS, med anvendelser innen elektronikk og sensorsystemer

#### **Støttetema**

**Avhengig av emnevalg, vil kandidatene i tillegg få**

- videre fordypning innen kvantemekanikk, materialfysikk, mesoskopisk fysikk, optikk.
- grunnleggende innsikt i mekanikk inklusive biomekanikk, lineære matematiske metoder, analoge integrerte kretser, mikrobølgeteknikk, signal- og systemteori, informasjonsteori

### **Ferdigheter:**

#### **Felles for studieretningen**

- metoder og verktøy for fremstilling av halvlederkomponenter og integrerte kretser
- metoder og utstyr for optisk, elektrisk og strukturell karakterisering og testing av tynnfilm, mikro/nanostrukturer og -komponenter
- HMS knyttet til arbeid med lasere, samt fremstilling og karakterisering av halvlederkomponenter

***Fordypning innen fotonikk***

- kunne karakterisere dielektriske og biologiske materialer
- kunne anvende eksperimentelle og/eller teoretiske teknikker innen fotonikk

***Fordypning Innen nanoelektronikk og mikrosystemer***

- kunne fremstille, karakterisere og anvende elektroniske materialer, komponenter og mikrosystemer

## **Studieretning: Signalbehandling og kommunikasjon**

Kandidater utdannet innen studieretning Signalbehandling og kommunikasjon skal ha brede kunnskaper innen signalbehandling, kommunikasjonsteori og bølgeforplantning. Avhengig av valgt fordypning skal de også ha dyptgående teoretiske og praktiske kunnskaper innen informasjonsteori, akustikk eller radiosystemer. De skal videre ha inngående kunnskap innen et eller flere av følgende anvendelsesområder: telekommunikasjon, lyd- og bildebehandling, medisinsk teknologi, støybekjempelse, industriell bruk av akustikk, fjernmåling, romteknologi og navigasjon.

### **Kunnskaper**

#### **Felles basis for studieretningen**

- beherske basismetoder for digital signalbehandling og design av digitale systemer
- forstå basismetoder for analyse, modellering og estimering av stokastiske signaler
- beherske grunnleggende teori for digital overføring av informasjon
- forstå teorien for forplantning av elektromagnetiske og akustiske bølger

#### *Fordypning innen kommunikasjonssystemer*

- ha grunnleggende kunnskap om kommunikasjonssystemer og fysiske komponenter som inngår i disse
- ha inngående kunnskap om informasjons- og kommunikasjonsteori og dens anvendelse i kommunikasjonssystemer
- kjenne til dagens standarder innen digital kommunikasjon og forstå prinsipper bak dem
- avhengig av emnevalg skal studentene også ha inngående kunnskap i et utvalg av områder, eksempelvis sensornettverk, navigasjon, romteknologi.

#### *Fordypning innen signalbehandling, akustikk og multimedia*

- beherske grunnleggende prinsipper for koding og persepsjon av audio- og visuell informasjon
- avhengig av emnevalg skal studentene i tillegg ha inngående kunnskap i et utvalg av følgende områder: multimedia-signalbehandling, talebehandling, medisinsk signalbehandling, utbredelse av lydbølger, audio- og musikkteknologi, marinakustikk, miljø- og romakustikk, numerisk akustikk

#### **Støttetema**

- I tillegg til det som er nevnt ovenfor, vil kandidatene ha kunnskap i et utvalg av følgende støttetema: numerisk og diskret matematikk, lineære matematiske metoder, optimeringsteori, algoritmer og datastrukturer, kommunikasjonsnettverk og -tjenester

### **Ferdigheter**

#### **Felles basis for studieretningen**

- kunne anvende kunnskaper innen digital signalbehandling på praktiske problemstillinger
- kunne implementere signalbehandlingsalgoritmer

#### *Fordypning innen kommunikasjonssystemer*

**Avhengig av emnevalg skal studentene ha kunnskap om og praktisk erfaring med:**

- design, modellering og analyse av kommunikasjonssystemer
- design og måleteknikk for antenner og mikrobølgekreter
- metoder for lokalisering av objekter ved bruk av radar
- design og analyse av systemer og delsystemer innen navigasjon og romteknologi

***Fordypning innen signalbehandling, akustikk og multimedia***

**Avhengig av emnevalg skal studentene ha et utvalg av følgende ferdigheter:**

- kunne bruke programvare for multimedia-signalbehandling
- ha erfaring med bruk av utviklingsverktøy for talebehandling
- ha kunnskap og erfaring med akustiske måleteknikker
- kunne bruke simuleringsverktøy for lydutbredelse i atmosfæren, i vann (inkludert menneskets kropp) og på havbunnen
- kunne designe og analysere sonarsystemer for lokalisering og klassifisering av objekter
- ha kunnskap og erfaring i bruk av metoder for testing av menneskers audiopersepsjon
- kunne bruke dataverktøy for analyse- og syntese av musikk (MIDI)



## **5 Fastsettelse av studieplan (-)**

Ikke relevant som del av dokumentasjon.

## **6 Kostnadsberegning og finansiering (H)**

Se hoveddokument.

## **7 Oppdragsundervisning, egenbetaling (-)**

Ikke relevant som del av dokumentasjon.

## **8 Antall studenter (H)**

Se hoveddokument.

## **9 Opptakskrav og rangeringsregler (-)**

Ikke relevant som del av dokumentasjon.

## **10 Samarbeidende fakulteter (-)**

Ikke relevant som del av dokumentasjon.

## **11 Forskningskopling og tverrfaglighet (V)**

Studentene vil møte forskningstematikk allerede i ingeniørstigen, selv om hovedfokus på det forskningsmessige ligger i studieretningene. Alle fire studieretninger er nært koplet til tematikk som aktive faglærere forsker innen. Dette er viktig i og med at fagfeltet elektronikk er et fagfelt i rask utvikling. Forskningskoplingen sikrer derved at studentene har relevant kunnskap for norsk industri og næringsliv når de uteksamineres. Spesielt kan nevnes at studieretningen innvevde systemer er nært koplet til IMEs forskningsfyrtårnsatsning "Energy efficient computing systems". Innholdet i studiet bygger opp om IKT som muliggjørende teknologi, og støtter dermed de nye tematiske områdene som NTNU er i ferd med å etablere.

Studiet er organisert slik at alle studieretninger er compatible med tilleggsprofil-konseptet, og muliggjør dermed tverrfaglige prosjekt og master-oppgaver for studentene. Studieretningen Nanoelektronikk og fotonikk er per definisjon tverrfaglig med stort innslag av fysikk og kjemibasert kunnskap som kompletterer faststoff elektronikk aspektet. Studieretningen Signalbehandling og kommunikasjon, med sterkt innslag av akustikk er også av natur tverrfaglig. Videre er det et mål at

alle studenter skal ha en elektronikk-kunnskap og utdanning som muliggjør at de kan jobbe i tverrfaglige team når de er ferdige.

## 12 Eksterne samarbeidspartnere (H)

Se hoveddokument.

## 13 Fellesgrader og fellesprogram, allianser (-)

Ikke relevant som del av dokumentasjon.

## 14 Markedsvurdering (H)

Se hoveddokument.

## 15 Særskilte programaspekter (V)

Gjennom å plassere Ex. Phil. i 5. semester bidrar studentenes faglige kunnskap, innsikt i elektronikkfagets kontekstuelle samfunnsrolle og modenhet, for økt motivasjon og studentaktivitet i faget hvilket legger til rette for større læringsutbytte av ex.phil.

Videre er plasseringen begrunnet i fokus på å aktivt motvirke frafall via en studieplan som legger til rette for klassefølelse gjennom en gjennomgående ingeniørstige, og fokus på kontinuerlig mestring av grunnleggende elektronikkfag.

Det foreslåtte studiet er i samsvar med Institutt for elektronikk og telekommunikasjon sin strategi, og opplegget medfører ingen endring i instituttets strategiske bemanningsplan.

Valg av navn på studieprogrammet er basert på en strategisk prosess ved Institutt for elektronikk og telekommunikasjon. Navnet er i tråd med anbefalingen fra IME sitt arbeid med kommunikasjonsbyrået Burson-Marsteller, hvor flere mulige navn ble vurdert. Der kom det fram at *elektronisk systemdesign* kommuniserer innholdet i studiet bedre enn alternative navn overfor den aktuelle søkergruppen. Begrepet *innovasjon* viste seg også å gi relevante assosiasjoner. Videre ga Burson-Marsteller positiv respons til den foreslåtte kombinasjonen. Vi vil også framholde at Institutt for elektronikk og telekommunikasjon har en velkjent etablert kultur for bedriftsetablering som vi ønsker skal prege studieprogrammet. I den forbindelse blir det nå ansatt en adjungert professor med spesielt ansvar for å utvikle fagtilbud innen studentinnovasjon.

## 16 Innmelding av nytt studieprogram til FS (-)

Ikke relevant som del av dokumentasjon.

## 17 Vitnemålstekster (-)

Ikke relevant som del av dokumentasjon.



Fakultet for informasjonsteknologi,  
matematikk og elektroteknikk

# Fremtidens IKT-studier (FRIKT)

Forslag til nytt program for det 5-årige  
sivilingeniørstudiet i  
"Kybernetikk og robotikk"

*Saksframlegg i NTNU-styret 12. juni 2013*

**Delprosjekt "Nye ITK":**

**Tor Onshus**

**Tor Arne Johansen**

**Morten Hovd**

**Lars Imsland**

## Innholdsfortegnelse

1	Strategisamsvar og samfunnsrelevans (H) .....	3
2	Krav til masterprogram i forskrifter (H).....	3
3	Studieplan, emnebeskrivelser (V) .....	3
4	Læringsmål og forventet læringsutbytte (H, V).....	6
4.1.1	Læringsmål program .....	6
4.1.2	Læringsmål studieretninger .....	7
4.1.3	Læringsmål hovedprofiler .....	10
5	Fastsettelse av studieplan (-).....	16
6	Kostnadsberegning og finansiering (H) .....	16
7	Oppdragsundervisning, egenbetaling (-).....	16
8	Antall studenter (H).....	16
9	Opptakskrav og rangeringsregler (-).....	16
10	Samarbeidende fakulteter (-).....	16
11	Forskningskopling og tverrfaglighet (V) .....	17
12	Eksterne samarbeidspartnere (H) .....	17
13	Fellesgrader og fellesprogram, allianser (-).....	17
14	Markedsvurdering (H) .....	17
15	Særskilte programaspekter (V).....	18
16	Innmelding av nytt studieprogram til FS (-).....	18
17	Vitnemålstekster (-).....	18

---

## 1 Strategisamsvar og samfunnsrelevans (H)

Det eksisterende 5-årige studieprogrammet i Teknisk kybernetikk er innrettet mot kandidater fra videregående utdanning med relevant fagprofil. De siste årene har det blitt tatt opp rundt 100-120 studenter hvert år. Dette er et vel fungerende studieprogram, og videreføring må klart være i NTNUs interesse.

## 2 Krav til masterprogram i forskrifter (H)

Se Hoveddokument

## 3 Studieplan, emnebeskrivelser (V)

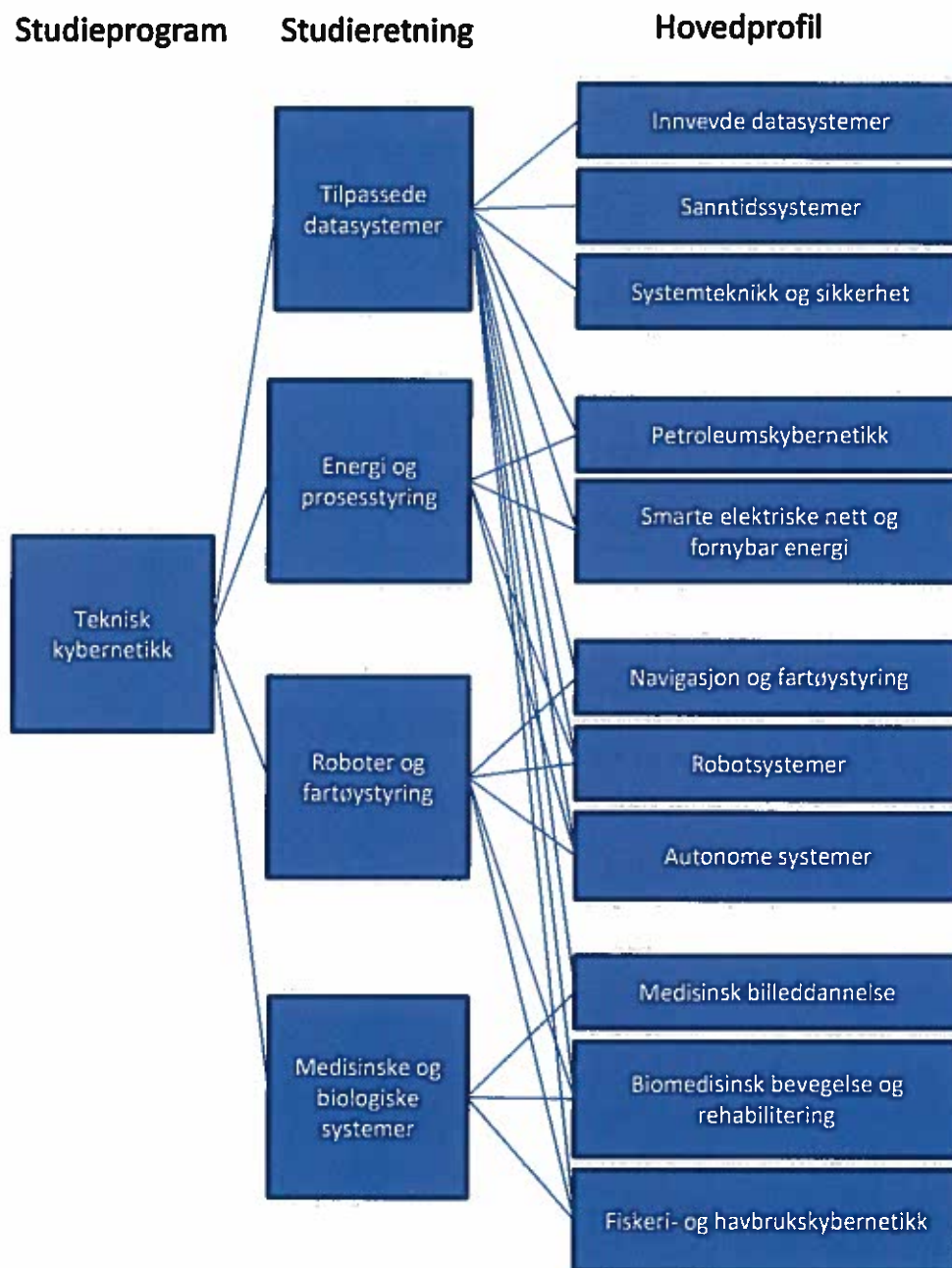
Det femårige studieprogrammet i Teknisk kybernetikk vurderes, som tidligere nevnt, til å være godt fungerende. Der foreslås likevel endel endringer, for å følge felles retningslinjer innen FRIKT, slik som innføring av en tydeligere ingeniørstige, og å gi studentene ytterligere fleksibilitet til spesialisering innen de mange anvendelsesområdene til kybernetikken. Figur 1 viser strukturen på studieprogrammet, med studieretninger og hovedprofiler, samt de mange interaksjonene mellom de forskjellige fagområdene.

Tabell 1 viser den foreslåtte studieplanen. Utformingen av de fire første semestrene er basert på en videreføring av kravene fra VK1. Disse omfatter 5 matematikkfag, 1 IT-fag, og 1 fag med filosofi og vitenskapsteori. Videre stiller VK1 krav om ett fysikkfag. Dette synes å være i minste laget, på bakgrunn av kybernetikkens anvendelse mot en mengde svært forskjellige domener. På grunnlag av dette settes følgende krav til basispakker (de fire første semestremene) for studenter som skal gjennomføre spesialisering innen Teknisk kybernetikk:

1. Ferdigheter innen filosofi og vitenskapsteori, tilsvarende 7,5 studiepoeng (hvit).
2. Matematiske ferdigheter, tilsvarende 37,5 studiepoeng (blå).
3. Programmeringsferdigheter, tilsvarende 15 studiepoeng (grønn).
4. Fysikkferdigheter, tilsvarende 15 studiepoeng (fiolett).
5. Ferdigheter innen kretsteknikk, kretsanalyse, digitalteknikk og datamaskiner, tilsvarende 15 studiepoeng (rød).
6. Ferdigheter innen kybernetikk, tilsvarende 30 studiepoeng (oransje). Disse fagene utgjør studieprogrammets Ingeniørstige.

Føring fra VK1 fastsetter de tre første punktene over, punkt fire er en utvidelse i forhold til VK1. Føring for punkt 5 – ferdigheter innen elektriske kretser, kretsanalyse, digitalteknikk og datamaskiner – er behovet for en grunnleggende forståelse for elektriske kretser og datamaskiners virkemåte – på lignende bakgrunn som for andre IKT-studier. Føring for punkt 6 - ferdigheter innen kybernetikk – er at studentene må være i stand til å lese fag som Lineær systemteori, Optimalisering og regulering og Sanntidsprogrammering i tredje klasse som grunnlag for valg av mer avanserte kybernetiske fag i 4. klasse. Dette er en forutsetning for at studentene skal kunne nå et tilstrekkelig høyt nivå i forbindelse med fordypning innen hovedprofiler, for senere å kunne rekrutteres til PhD-studier innen Teknisk kybernetikk. Innføring av Ingeniørstigen vil gi studentene bedre kontakt med

instituttet og gi dem innsikt i praktisk anvendelse av kybernetikken tidligere i studiet. Det er grunn til å tro at dette vil være motiverende for studentene.



Figur 1. Struktur på det femårige studieprogrammet Teknisk kybernetikk

Semester				
10	Masteroppgave			
9	Fordypningsprosjekt		Fordypningsemne	Komplementært emne 2
8	Studieretnings / hovedprofilfag	Studieretnings / hovedprofilfag	Studieretnings / hovedprofilfag	Ekspertes i Team
7	Studieretnings / hovedprofilfag	Studieretnings / hovedprofilfag	Studieretnings / hovedprofilfag	Komplementært emne 1
6	Valgbar 2	Sanntidsprogrammering	Modellering og simulering	Optimalisering og regulering
5	Valgbar 1	Teknologiledelse	Algoritmer og datastrukturer	Lineær systemteori
4	Statistikk	Fluidmekanikk	Prosedyre- og objektorientert programmering	Regulerings-teknikk
3	Matematikk 4	Fysikk	KDD 2	Industriell elektroteknikk
2	Matematikk 2	Matematikk 3	Ex Phil	Tilpassede datasystemer
1	Matematikk 1	IT grunnkurs	KDD 1	Kybernetikk introduksjon

Tabell 1. Studieplan for Teknisk kybernetikk.

## 4 Læringsmål og forventet læringsutbytte (H, V)

### 4.1.1 Læringsmål program

#### Kunnskap

- har brede og solide basiskunnskaper innen matematikk, IKT, og ingeniørfag
- har avansert kunnskap innenfor kybernetikk, blant annet i reguleringsteknikk, automatisering, instrumentering og IKT for industrielle anvendelser
- har innsikt i økonomi, prosjektledelse og HMS
- har inngående kunnskap om kybernetikkens vitenskapelige og faglige teori og metoder
- kan analysere faglige problemstillinger med utgangspunkt i kybernetikkens tradisjoner, egenart og plass i samfunnet
- har dybdekunnskap innenfor valgt fordypning i kybernetikken

#### Ferdigheter

- kan selvstendig anvende kunnskap på nye områder innenfor kybernetikken
- kan analysere eksisterende teorier, metoder og fortolkninger innenfor kybernetikken
- har praktiske ferdigheter i implementering av industrielle løsninger

#### Generell kompetanse

- kan kommunisere effektivt med andre fagdisipliner og effektivt kunne tilegne seg kompetanse og forståelse for å kunne løse oppgaver på nye områder
- kan arbeide selvstendig i flerfaglige grupper og samarbeide effektivt med spesialister fra andre fagområder
- kan vurdere og forstå teknologiske, etiske og samfunnsmessige konsekvenser av eget arbeid
- kan aktivt oppdatere egen kompetanse gjennom livslang læring



## 4.1.2 Læringsmål studieretninger

Studieretning	Læringsmål
Tilpassede datasystemer	<p><b>Kunnskap</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inngående kunnskap til maskinvare, programvare og systemer for implementering av styring og regulering</li> <li>• Inngående kunnskap om innvedde sanntidssystemer</li> <li>• Inngående kjennskap til programmeringsspråk og systemutvikling for sanntidssystemer</li> <li>• Kjennskap til metoder for å analysere og dokumentere tilpassede datasystemer for industrielle anvendelser</li> <li>• Kjennskap om gjeldende krav herunder relevante standarder og regelverk innen fagområdet.</li> <li>• Kjennskap til metoder for å analysere sikkerhetsfunksjoner og vurdere dem opp mot gjeldende krav.</li> <li>• Grunnleggende kunnskap om installasjon, drift og vedlikehold av tilpassede datasystemer for industrielle anvendelser</li> </ul> <p><b>Ferdigheter</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selvstendig kunne gjennomføre mindre utviklingsprosjekter og bidra aktivt i større prosjekter.</li> <li>• Konfigurere løsninger for sikkerhet og automatisering basert på tilgjengelig utstyr og egenutvikling.</li> <li>• Kunne selvstendig dokumentere og analysere problemstillinger og bidra til nytenkning.</li> <li>• Kunne anvende relevante metoder for kvalitetssikring og organisering av prosjekter.</li> </ul> <p><b>Generell kompetanse:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Generell IKT kompetanse anvendt i industriell automatisering</li> <li>• Kommunisere om faglige problemstillinger både med spesialister og allmennheten.</li> <li>• Ha bevisste holdninger til helse, miljø og sikkerhet.</li> </ul>
Energi og prosessstyring	<p><b>Kunnskap</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bruke kybernetiske metoder, spesielt modellering, estimering, regulering, og optimalisering og MPC, i olje og gass industrien eller for elektriske systemer</li> <li>• bruke kybernetiske metoder som nevnt ovenfor, innen minst et av</li> </ul>

Studieretning	Læringsmål
	<p><b>følgende anvendelsesområder:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ modellering av olje og gass produksjonssystemer Inklusive nettverk</li> <li>○ produksjonsoptimalisering Inklusive mixed integer optimalisering</li> <li>○ prosessregulering av olje og gass systemer</li> <li>○ reservoarmodellering inklusive optimale utvinningsmetoder</li> <li>○ automatisering av bore- og brønnaktivitet</li> <li>○ modellering, regulering og optimering av elektriske transmisjonsnett</li> <li>○ modellering, regulering og optimering av elektriske distribusjonsnett, inkludert isolerte nett som f. eks. på fartøyer eller landbaserte nett uten tilkobling til transmisjonsnett.</li> <li>○ modellering og regulering av elektriske motorer, transformatorer og generatorer (for vannkraft og/eller vindkraft)</li> <li>○ utvikling og implementering av innevedde styresystemer for kraftelektroniske komponenter brukt i regulering av elektriske systemer.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>● kunne analysere dynamiske systemer med fokus på anvendelsene ovenfor</li> </ul> <p><b>Ferdigheter</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● kan selvstendig anvende kybernetisk kunnskap på nye områder i olje og gass industrien eller for elektriske systemer</li> <li>● kan utvikle applikasjoner med relevans innenfor disse Industriene</li> </ul> <p><b>Generell kompetanse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● kan kommunisere effektivt med disipliner som er sentrale innen disse industriene</li> <li>● kan arbeide selvstendig i flerfaglige grupper og samarbeide effektivt med spesialister innen området</li> </ul>
<p><b>Roboter og fartøystyring</b></p>	<p><b>Kunnskap</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ha kunnskaper om hvilke systemer og funksjoner som er nødvendig for å realisere intelligente styresystemer for roboter eller fartøyer</li> <li>● ha solide kunnskaper om matematisk modellering av mekaniske systemer og sanntids informasjonsbehandling</li> <li>● ha solide kunnskaper om algoritmer og metoder automatisk styring, navigering og baneplanlegging</li> <li>● ha kunnskaper om avanserte sensorer og informasjonsprosessering for roboter eller fartøyer</li> </ul> <p><b>Ferdigheter</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● kan utvikle matematiske modeller og simulatorer for anvendelsene</li> <li>● kan anvende og implementere algoritmer for behandling av data fra avanserte sensorer og navigasjonssystemer</li> <li>● kan anvende og implementere avanserte algoritmer for automatisk og</li> </ul>

Studieretning	Læringsmål
	<p style="text-align: center;"><b>autonom styring og baneplanlegging</b></p> <p><b>Generell kompetanse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kan kommunisere i tverrfaglige grupper om problemstillinger knyttet til roboter eller fartøystyring</li> <li>• kan anvende sine kunnskaper og ferdigheter på nye områder for å gjennomføre avanserte oppgaver og prosjekter</li> <li>• kan formidle omfattende selvstendig arbeid og behersker fagområdets uttrykksformer</li> <li>• kan bidra til nytenkning og innovasjonsprosesser</li> </ul>
<p><b>Medisinske og biologiske systemer</b></p>	<p><b>Kunnskap</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• har kunnskap om oppbygning og virkemåte til viktige fysiologiske og biologiske systemer, som menneskekroppen eller fisk</li> <li>• har solid kunnskap om teknisk instrumentering, matematisk modellering og estimering i biologiske og fysiologiske systemer</li> <li>• har kunnskap om metoder for ekstrahering av informasjon fra biologiske og fysiologiske signaler</li> <li>• har kunnskap om etiske og juridiske forhold knyttet til bruk av teknisk utstyr i slike anvendelser</li> </ul> <p><b>Ferdigheter</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kan utvikle og analysere matematiske modeller</li> <li>• kan anvende og implementere algoritmer for behandling av data fra avanserte sensorer og sensorsystemer</li> <li>• kan utvikle og implementere innvedde datasystemer</li> </ul> <p><b>Generell kompetanse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kan kommunisere i tverrfaglige grupper om problemstillinger knyttet til fagfeltet</li> <li>• kan anvende sine kunnskaper og ferdigheter på nye områder for å gjennomføre avanserte oppgaver og prosjekter</li> <li>• kan formidle omfattende selvstendig arbeid og behersker fagområdets uttrykksformer</li> <li>• kan bidra til nytenkning og innovasjonsprosesser</li> </ul>

## 4.1.3 Læringsmål hovedprofiler

Hovedprofil	Læringsmål
Innvevde datasystemer	<p><b>Kunnskap</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inngående kjennskap til forskjellige typer av innvevde systemer mhp krav og begrensninger</li> <li>• Inngående kjennskap til maskinvare og programvare som benyttes i forskjellige typer innvevde systemer</li> <li>• Kjennskap til sanntidssystemer og programmering av slike</li> <li>• Kjennskap til spesielle krav ved maskinnær programmering</li> <li>• Kjennskap til utvikling av maskinvare og programvare sett som helhet</li> </ul> <p><b>Ferdighet</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gode ferdigheter i lavnivå og systemnær programvareutvikling</li> <li>• Analyse og design av innvevde systemer</li> <li>• Evne til å planlegge og dokumentere utvikling av innvevde systemer</li> <li>• Grunnleggende ferdigheter i maskinvareutvikling på kretskortnivå</li> </ul> <p><b>Generell kompetanse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Generell IKT kompetanse (Maskinvarearkitekturer, kommunikasjonssystemer, programvareutvikling etc)</li> <li>• Generell kunnskap og ferdighet innen pålitelighet av datamaskinbaserte systemer</li> </ul>
Sanntidssystemer	<p><b>Kunnskap</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inngående kjennskap til programvareutvikling for sanntidssystemer</li> <li>• Inngående kjennskap til høytilgjengelighet og konsistens i systemer med flere tråder/prosesser.</li> <li>• Kjennskap til programmeringsspråkene C, C++, Java, Ada og Go.</li> <li>• Kjennskap til CSP, Formelle metoder og bruk av analyseverktøy for sanntidssystemer.</li> </ul> <p><b>Ferdighet</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gode ferdigheter i design og utvikling av sanntids programvare herunder både systemer basert på meldingssending og delt variabelsynkronisering.</li> <li>• Evne til å planlegge og gjennomføre praktisk implementasjon av et programvaresystem av signifikant kompleksitet. (~Noen tusen linjer C-kode).</li> <li>• Gode ferdigheter i et fritt valgt programmeringsspråk (sannsynligvis C, C++, Java eller ADA).</li> <li>• Studenten skal kunne forholde seg konstruktivt i sitt design til feilhåndtering og konsistens i systemer med flere deltagere.</li> </ul> <p><b>Generell kompetanse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grupesamarbeide.</li> <li>• IT &amp; Programvareutvikling generelt.</li> </ul>
Systemteknikk og sikkerhet	<p><b>Kunnskap</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kunne selvstendig analysere og lage dokumentasjon for sikkerhets- og automatiseringsløsninger.</li> <li>• Kjennskap om gjeldende krav herunder relevante standarder og regelverk innen fagområdet.</li> <li>• Kunne selvstendig analysere sikkerhetsfunksjoner og vurdere dem opp mot gjeldende krav.</li> <li>• Ha god kunnskap om systemer og detektorer for brann, gas og andre sikkerhetskritiske faktorer.</li> </ul>

Hovedprofil	Læringsmål
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grunnleggende kunnskap om installasjon, drift og vedlikehold.</li> </ul> <p><b>Ferdigheter</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selvstendig kunne gjennomføre mindre utviklingsprosjekter og bidra aktivt i større prosjekter.</li> <li>• Konfigurere løsninger for sikkerhet og automatisering basert på tilgjengelig utstyr.</li> <li>• Kunne analysere problemstillinger og bidra til nytenkning.</li> <li>• Kunne anvende relevante metoder for kvalitetssikring og organisering av prosjekter.</li> </ul> <p><b>Generell kompetanse:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommunisere om faglige problemstillinger både med spesialister og allmennheten.</li> <li>• Ha bevisste holdninger til helse, miljø og sikkerhet.</li> </ul>
Petroleumskybernetikk	<p><b>Kunnskap</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bruke kybernetiske metoder, spesielt modellering, estimering, regulering, og optimalisering og MPC, i olje og gass industrien.</li> <li>• bruke kybernetiske metoder som nevnt ovenfor, innen minst et av følgende anvendelsesområder: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ modellering av produksjonssystemer inklusive nettverk</li> <li>○ produksjonsoptimalisering inklusive mixed integer optimalisering</li> <li>○ prosessregulering av olje og gass systemer</li> <li>○ reservoarmodellering inklusive optimale utvinningsmetoder</li> <li>○ automatisering av bore- og brønnaktivitet</li> </ul> </li> <li>• kunne analysere dynamiske systemer med fokus på anvendelsene ovenfor</li> </ul> <p><b>Ferdigheter</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kan selvstendig anvende kybernetisk kunnskap på nye områder i olje og gass industrien</li> <li>• utvikle applikasjoner med relevans for olje og gass industrien</li> </ul> <p><b>Generell kompetanse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kan kommunisere effektivt med disipliner som er sentrale i olje og gass industrien som spesialister innen produksjon, subseasystemer, reservoarsystemer, boring og brønn</li> <li>• kan arbeide selvstendig i flerfaglige grupper og samarbeide effektivt med spesialister som er nevnt ovenfor</li> </ul>
Smarte elektriske nett og fornybar energi	<p><b>Kunnskap</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ha kunnskap om fysisk oppførsel til og matematisk modellering av elektriske systemer</li> <li>• Ha kunnskap om regulerings- og sikkerhetsfunksjoner i elektriske systemer</li> <li>• Kunne bruke kybernetiske metoder innen minst ett av følgende anvendelsesområder <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Modellering, regulering og optimering av transmisjonsnett</li> <li>○ Modellering, regulering og optimering av distribusjonsnett, inkludert isolerte nett som f. eks. på fartøyer eller landbaserte nett uten tilkobling til transmisjonsnett.</li> <li>○ Modellering og regulering av elektriske motorer, transformatorer og generatorer (for vannkraft og/eller vindkraft)</li> <li>○ Utvikling og implementering av innevedde styresystemer for kraftelektroniske komponenter brukt i regulering av elektriske systemer.</li> </ul> </li> </ul>

Hovedprofil	Læringsmål
	<p><b>Ferdigheter:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kunne tilpasse eksisterende styrings-, regulerings- og sikkerhetsfunksjoner til nye systemer eller endrede operasjonsbetingelser.</li> <li>• Kunne anvende kybernetikken til utvikling av nye styrings-, regulerings- og sikkerhetsfunksjoner i elektriske systemer</li> </ul> <p><b>Generell kompetanse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kan kommunisere effektivt med andre fagdisipliner, da i særdeleshet elkraft, og derigjennom effektivt kunne tilegne seg kompetanse for å kunne løse nye oppgaver</li> <li>• Kan forstå energisystemers teknologiske og samfunnsmessige betydning, og dermed viktigheten av eget arbeid innen området</li> <li>• Kan aktivt oppdatere egen kompetanse gjennom livslang læring</li> </ul>
Autonome systemer	<p><b>Kunnskap</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ha kunnskaper om hvilke systemer og funksjoner som er nødvendig for å realisere intelligente autonome systemer med et minimum av operatørinteraksjon</li> <li>• ha solide kunnskaper om matematisk modellering og sanntids informasjonsbehandling for ubemannede fartøy og deres omgivelser</li> <li>• ha solide kunnskaper innen automatisk styring, navigering og gaiding av fartøy i luft, vann og på bakken</li> <li>• ha kunnskaper om avanserte sensorer og informasjonsprosessering for fjernmåling og autonom styring</li> </ul> <p><b>Ferdigheter</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kan utvikle matematiske modeller og fartøysimulatorer</li> <li>• kan anvende og implementere algoritmer for behandling av data fra avanserte sensorer og navigasjonssystemer</li> <li>• kan anvende og implementere avanserte algoritmer for automatisk og autonom styring og gaiding av fartøy</li> <li>• kan sette sammen innvevde datasystemer for autonom styring</li> </ul> <p><b>Generell kompetanse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kan kommunisere i tverrfaglige grupper om problemstillinger knyttet til autonome systemer og fartøystyring</li> <li>• kan anvende sine kunnskaper og ferdigheter på nye områder for å gjennomføre avanserte oppgaver og prosjekter</li> <li>• kan formidle omfattende selvstendig arbeid og behersker fagområdets uttrykksformer</li> <li>• kan bidra til nytenkning og innovasjonsprosesser</li> </ul>
Robotsystemer	<p><b>Kunnskap</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ha kunnskap om tilgjengelige roboter og deres egenskaper som er viktig for å utvikle integrerte og autonome robotsystemer</li> <li>• ha kunnskap om metoder for matematisk modellering og simulering av robotsystemer</li> <li>• inngående kunnskap om modellbaserte metoder for baneplanlegging og regulering av roboter</li> <li>• ha kunnskap om sensorer og verktøy for behandling av sensordata for robotanvendelser</li> </ul> <p><b>Ferdigheter</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kan utvikle matematiske modeller og simulatorer av forskjellig kompleksitet av kinematikk og dynamikk for roboter</li> <li>• kan bruke og implementere algoritmer for å behandle informasjon fra bilde- og kraftsensorer</li> </ul>

Hovedprofil	Læringsmål
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kan anvende og implementere algoritmer for arbeidsoppgaver, stegvis planlegging av robotbevegelse for å realisere oppgavene</li> </ul> <p><b>Generell kunnskap</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kan kommunisere med andre fagfelt og samarbeide i grupper for å anvende roboter</li> <li>• kan anvende kunnskap og ferdigheter nye robotanvendelser</li> <li>• kan gjennomføre omfattende uavhengige studier og beherske fagområdet</li> <li>• kan bidra til nytenkning og innovasjonsprosesser</li> </ul>
Navigasjon og fartøystyring	<p><b>Kunnskap</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inngående kunnskap om gaidings-, navigasjons- og styresystemer for marine fartøy, fly og ubemannede farkoster (AUV- og UAV-systemer). Være i stand til å lese samt forstå metoder publisert i litteraturen samt evaluere og sammenligne disse mot metoder som brukes i praktiske systemer.</li> </ul> <p><b>Ferdigheter</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konstruksjon og analyse av styringssystemer for skip, havkonstruksjoner, undervannsfartøyer, fly og ubemannede farkoster. Være i stand til å simulere fartøybevegelse og reguleringssystemer for fartøyer utsatt for vind-, strøm- og bølgekrefter. Selvstendig gjennomføre mindre utviklingsprosjekter og bidra aktivt i større prosjekter.</li> </ul> <p><b>Generell kompetanse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommunisere om faglige problemstillinger både med spesialister og allmennheten.</li> </ul>
Medisinsk billedannelse	<p><b>Kunnskap</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• har kunnskap om oppbygning og virkemåte til medisinske avbildningssystemer inkludert ultralyd, MR og CT</li> <li>• har kunnskap om matematisk modellering av avbildnings-systemer</li> <li>• har kunnskap om bølgeligningen for elektromagnetiske og akustiske bølger, samt løsningsmetoder i 1 og 3 dimensjoner</li> <li>• har kunnskap om signalmodeller og signalbehandlingsalgoritmer anvendt i medisinsk billedannelse</li> <li>• har kunnskap om matematisk modellering og parameterestimering i hjerte/kar systemet og fysiologiske funksjoner i menneskekroppen</li> </ul> <p><b>Ferdigheter</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kan utvikle numeriske simuleringer og presentasjon av resultater relatert til medisinske avbildningsprosesser</li> <li>• kan anvende og implementere algoritmer for behandling medisinske billedata</li> </ul> <p><b>Generell kompetanse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kan kommunisere om faglige problemstillinger med medisinerne.</li> <li>• kan formidle omfattende selvstendig arbeid og behersker fagområdets uttrykksformer</li> <li>• kan bidra til nytenkning og innovasjonsprosesser</li> <li>• har oversikt over vitenskapelige metoder knyttet til kliniske studier og evaluering av diagnostiske metoder</li> </ul>
Biomedisinsk bevegelse og rehabilitering	<p><b>Kunnskap</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• har kunnskap om oppbygning og virkemåte til menneskekroppens viktigste systemer</li> <li>• har solid kunnskap om hvordan menneskekroppen genererer, styrer og måler</li> </ul>

Hovedprofil	Læringsmål
	<p>bevegelse og bevegelsesrelaterte størrelser</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• har solid kunnskap om teknisk instrumentering, matematisk modellering og estimering av bevegelse generelt og i biologiske systemer spesielt</li> <li>• har kunnskap om hvilke systemer og funksjoner som er nødvendig for å realisere tekniske og ortopediske hjelpemidler for funksjonshemmede</li> <li>• har kunnskap om metoder for ekstrahering av informasjon fra biomedisinske signaler</li> <li>• har kunnskap om etiske og juridiske forhold knyttet til bruk av medisinsk-teknisk utstyr</li> </ul> <p><b>Ferdigheter</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kan utvikle og analysere matematiske modeller for bevegelige systemer</li> <li>• kan anvende og implementere algoritmer for behandling av data fra avanserte sensorer og sensorsystemer for biomedisinske signaler</li> <li>• kan utvikle og implementere innvendte datasystemer for styring av helserelaterte hjelpemidler</li> </ul> <p><b>Generell kompetanse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kan kommunisere i tverrfaglige grupper om problemstillinger knyttet til bevegelsesstyring og medisinsk teknologi</li> <li>• kan anvende sine kunnskaper og ferdigheter på nye områder for å gjennomføre avanserte oppgaver og prosjekter</li> <li>• kan formidle omfattende selvstendig arbeid og behersker fagområdets uttrykksformer</li> <li>• kan bidra til nytenkning og innovasjonsprosesser</li> </ul>
Fiskeri- og havbrukskybernetikk	<p><b>Kunnskap</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tilegne seg avansert kunnskap innen kybernetikk i kombinasjon med kunnskap om sentrale emner innen marin biologi og havbruksprosesser</li> <li>• tilegne seg kunnskaper om dynamikken i havet og forutsetningene havet gir for biologisk produksjon</li> <li>• tilegne seg kunnskap om modellering av prosesser knyttet til produksjon av marine organismer</li> <li>• tilegne seg kunnskap om bruk og utvikling av instrumenter og teknikker for måling av relevante fysiske og biologiske variable i havet og i havbruksprosesser</li> <li>• tilegne seg kunnskap om utvikling av systemer for overvåkning, styring og automatisering av havbruksprosesser</li> </ul> <p><b>Ferdigheter</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kunne selvstendig vurdere og arbeide med teoretisk og praktisk problemløsning innen fiskeri- og havbruksområdet med kybernetikk som metodegrunnlag</li> <li>• kunne utvikle grunnleggende matematiske modeller av havbruksprosesser</li> <li>• kunne spesifisere, utvikle, realisere og dokumentere elektroniske instrumenter og systemer for måling av fysiske og biologiske variable i havet og i havbruksprosesser</li> <li>• kunne syntetisere, realisere og dokumentere systemer for overvåkning og automatisering av havbruksprosesser</li> </ul> <p><b>Generell kompetanse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kunne kommunisere i tverrfaglige grupper om problemstillinger knyttet til automatisering i fiskeri og havbruk</li> <li>• kunne kommunisere om faglige problemstillinger både med spesialister og allmennheten</li> <li>• kunne anvende sine kunnskaper og ferdigheter på nye områder for å gjennomføre avanserte oppgaver og prosjekter</li> <li>• kunne formidle omfattende selvstendig arbeid og behersker fagområdets</li> </ul>



Hovedprofil	Læringsmål
Kybernetikk ved UNIK	uttrykksformer kunne bidra til nytenkning og innovasjonsprosesser
	<p><b>Kunnskap</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ha inngående kunnskap om de estimeringsmetodene som brukes i navigasjonssystemer for bemannede og ubemannede luft-, overflate- og undervannsfarkoster.</li> <li>• ha kunnskap om overvåkingssensorer for miljø, luftrommet, på og under vann.</li> <li>• ha kunnskap om ulike energi- og miljøovervåkingssystemer</li> </ul> <p><b>Ferdigheter</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• konstruksjon og analyse av navigasjons- og overvåkingssystemer</li> <li>• modellering og analyse av energisystemer basert på solceller, solfanger, vindmøller og fjernvarmeanlegg</li> </ul> <p><b>Generell kompetanse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kan anvende sine kunnskaper og ferdigheter på nye områder for å gjennomføre avanserte oppgaver og prosjekter</li> </ul>

**5 Fastsettelse av studieplan (-)**

Ikke relevant som del av dokumentasjon.

**6 Kostnadsberegning og finansiering (H)**

Se hoveddokument

**7 Oppdragsundervisning, egenbetaling (-)**

Ikke relevant som del av dokumentasjon.

**8 Antall studenter (H)**

Se hoveddokument

**9 Opptakskrav og rangeringsregler (-)**

Ikke relevant som del av dokumentasjon.

**10 Samarbeidende fakulteter (-)**

Ikke relevant som del av dokumentasjon.

## 11 Forskningskoping og tverrfaglighet (V)

Programmene er tverrfaglig i sin natur da anvendelser hentes fra diverse fagområder, f.eks. petroleumsteknikk, kjemiteknikk, mekanikk, maskinteknikk, produksjonsteknikk, medisinsk teknikk, bioteknologi, marin teknikk, romteknologi, eller lignende.

Forskningsoppgaver, prosjekter og masteroppgaver er ofte i samarbeide med andre fagmiljøer eller kontakter i industrien.

Programmene er i stor grad motivert av uttrykt behov fra næringslivet, og behov som har blitt sterke og tydelige gjennom instituttets bidrag i større tverrfaglige satsninger og Geminisenter som blant annet

- SFI integrerte operasjoner i petroleumsindustrien (IO-sentret)
- SFF Ships and Ocean Structures (CESOS)
- SFF Autonomous Marine Operations and Systems (AMOS)
- SFI CREATE (Aquaculture Technology)
- Gemini Centre for Advanced Process Control (PROST)
- Gemini Centre for Advanced Robotics
- SmartGrid center

Tverrfaglighet er en viktig dimensjon som ligger til grunn for Institutt for teknisk kybernetikk sitt sterke engasjement innenfor utformingen av NTNU sine nye tematiske og muliggjørende satsninger (spesielt marin, energi, helse, IKT og bioteknologi).

## 12 Eksterne samarbeidspartnere (H)

Se hoveddokument

## 13 Fellesgrader og fellesprogram, allianser (-)

Ikke relevant som del av dokumentasjon.

## 14 Markedsvurdering (H)

Se hoveddokument

### **15 Særskilte programaspekter (V)**

Ingen særskilte aspekter

### **16 Innmelding av nytt studieprogram til FS (-)**

Ikke relevant som del av dokumentasjon.

### **17 Vitnemålstekster (-)**

Ikke relevant som del av dokumentasjon.



Fakultet for informasjonsteknologi,  
matematikk og elektroteknikk

# Fremtidens IKT-studier (FRIKT)

## Forslag til nytt program for det 5-årige sivilingeniørstudiet i "Kommunikasjonsteknologi"

*Saksframlegg i NTNU-styret 12. juni 2013*

Harald Øverby (ITEM)  
Rolv Bræk (ITEM)  
Finn Arve Aagesen (ITEM)  
Poul Heegaard (ITEM)  
Einar Flydal (ITEM)  
John Krogstie (IDI)

## Innholdsfortegnelse

1	Strategisamsvar og samfunnsrelevans (H)	3
2	Krav til masterprogram i forskrifter (H)	3
3	Studieplan, emnebeskrivelser (V)	3
3.1	Basispakken	4
3.2	Ingeniørstigen	4
3.3	Hovedprofiler	5
3.4	Tilleggsprofil	6
4	Læringsmål for Kommunikasjonsteknologi	6
4.1	Hovedprofil: Informasjonssikkerhet	7
4.2	Hovedprofil: Nett og applikasjoner	8
4.3	Hovedprofil: Digital økonomi	9
5	Fastsettelse av studieplan (-)	9
6	Kostnadsberegning og finansiering (H)	9
7	Oppdragsundervisning, egenbetaling (-)	9
8	Antall studenter (H)	9
9	Opptakskrav og rangeringsregler (-)	9
10	Samarbeidende fakulteter (-)	9
11	Forskningskopling og tverrfaglighet (V)	10
12	Eksterne samarbeidspartnere (H)	10
13	Fellesgrader og fellesprogram, allianser (-)	10
14	Markedsvurdering (H)	10
15	Særskilte programaspekter (V)	10
16	Innmelding av nytt studieprogram til FS (-)	10
17	Vitnemålstekster (-)	10
18	Bibliografi	10

---

## 1 Strategisamsvar og samfunnsrelevans (H)

Se hoveddokument.

## 2 Krav til masterprogram i forskrifter (H)

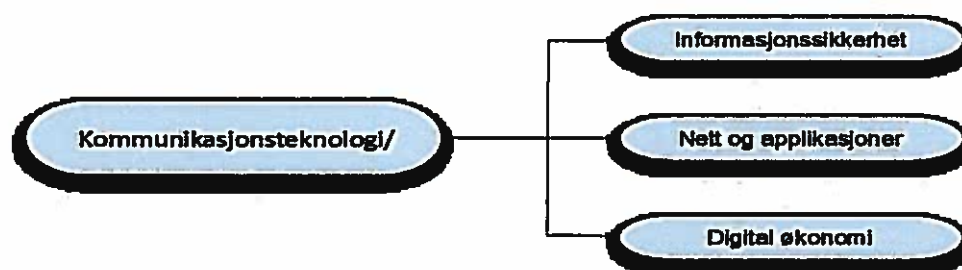
Se hoveddokument.

## 3 Studieplan, emnebeskrivelser (V)

Studieprogrammet *Kommunikasjonsteknologi* har én studieretning med tre hovedprofiler fra og med 7. semester, se Figur 1.

Hovedprofilene har følgende navn:

1. Informasjonssikkerhet
2. Nett og applikasjoner
3. Digital økonomi



Figur 1: Overordnet skisse for programmet *Kommunikasjonsteknologi*

Figur 2 viser studieplanen for *Kommunikasjonsteknologi*. For å få plass til ingeniørstigen er to mat-nat emner flyttet til 5. og 6. semester. Studiet er bygget opp rundt følgende profesjonsdisipliner:

- **Arkitektur:** Arkitektur og prinsipper for aksess og transportnett, tjenester og anvendelser, administrasjon av nettressurser samt mellomvareplattformer.
- **Systemutvikling:** Metodisk utvikling av robuste, reaktive, distribuerte sanntidssystemer. Metoden omfatter i) abstraksjon og formell spesifisering og ii) implementering ved bruk av modellbasert metode.
- **Tjenestekvalitet:** Etablering og evaluering av enkle tjenestekvalitetsmodeller for evaluering og dimensjonering. Evaluering utføres ved hjelp av analytiske, simulerings- og måletekniske metoder.
- **Informasjonssikkerhet:** Prinsipper, metoder og algoritmer for sikring av data som transporteres i nett eller som lagres eller prosesseres i tjeneste- og anvendelses-omgivelser.
- **Sosio-teknikk:** i) Innflytelse fra kommunikasjonsnett og nettbaserte tjenester på organisasjoner og samfunn, ii) pålitelighets- og sikkerhetskrav til nett og nettbaserte tjenester og iii) kommunikasjonsnett og nettbaserte tjenester som økonomisk, samfunnsmessig, og miljømessig faktor, og samspillet mellom disse.

10	TTM4900 Masteroppgave			
9	K-emne 2	TTM45*6 Fordypningsemne	TTM45*1 Fordypningsprosjekt	
8	Ekspert i team	Hovedprofil: Valgbart emne	Hovedprofil: Spesifisert emne	Hovedprofil: Valgbart/Spesifisert emne
7	K-emne 1	Hovedprofil: Valgbart/Spesifisert emne	Hovedprofil: Spesifisert emne	Hovedprofil: Spesifisert emne
6	TFY4125 Fysikk	TØ4158 Teknologiledelse	TTM4135 Informasjonssikkerhet	TTM4130 Tjenestaintelligens og mobilitet
5	TMA4135 Matematikk 4D	TTM4185 IKT, organisasjon og marked	TTM4110 Pålitelighet og ytelse med simulering	TTM4105 Aksess og transportnett
4	TMA4240 Statistikk	TD4145 Databaser og datamodellering	TTM4115 Systemering av distribuerte sannhetssystemer	TTM41** nytt Sikkerhet & Robusthet
3	TMA4115 Matematikk 3	(KDD 2) Krets, digitalteknikk, Datamaskiner	TD4120 Algoritmer og datastrukturer	TTM41** nytt Networking
2	EXPH0001 Filosofi og vitenskapsteori	(KDD 1) Krets, digitalteknikk, Datamaskiner	TD4100 Objektorientert programmering	TTM4100 Kommunikasjon, tjenester og nett
1	TMA4100 Matematikk 1	TTM4190 Diskret matematikk	TD4110 Informasjonsteknologi, Introduksjon	TTM4175 Kommunikasjonsteknologi, Introduksjon

Mat.net	Ikt-teknisk	Ingeniørbasis	Ingeniørstige	Studieprogram
---------	-------------	---------------	---------------	---------------

Figur 2: Studieplan for *Kommunikasjonsteknologi*

### 3.1 Basispakken

Basispakken skal gi studentene et faglig godt fundament med utgangspunkt i relevante basisfag (gult i Figur 2), inklusive matematikk og fysikk (grått i Figur 2). Dette er i tråd med virksomhetskomitéens rapport (VK1) [1] og de sentrale føringene i FRIKT-prosjektet som er beskrevet i hoveddokumentet. Felles ingeniøremner for alle fire IKT-program ved IME er to emner innen "Krets, digitalteknikk, datamaskiner" (KDD1 og KDD2) som erstatter dagens Kretsteknikk (TFE4100) og Digitalteknikk og Datamaskiner (TFE4105). Nytt i de to første årene er også *ingeniørstigen* (blått med rød kant i Figur 2) som beskrevet i hoveddokumentet. *Kommunikasjonsteknologi* sin implementasjon av ingeniørstigen er beskrevet under.

Basispakkeprosjektet i FRIKT [2] avdekket et mulig gap mellom matematikken som undervises i dag og matematikken studentene trenger i studiet. Matematikk 4D gis for dagens studieprogram *Datateknikk* og *Kommunikasjonsteknologi*. Det er et behov for en felles utredning av om matematikkemnene dekker nødvendig og tilstrekkelig matematikk-basis for de to ny studieretningene innen *Datateknologi* og *Kommunikasjonsteknologi*, samt hvorvidt emneporteføljen i matematikk har en egnet mestringsstrapp for å opprettholde motivasjon og redusere farene for frafall blant studentene.

### 3.2 Ingeniørstigen

Ingeniørstigen til *Kommunikasjonsteknologi* inneholder fem emner som i sum skal dekke læringsmål i bredden av kunnskap og ferdigheter om profesjonen som dekkes av studieprogrammet *Kommunikasjonsteknologi*. I tillegg skal studentene få en grunnleggende forståelse av samfunnsrelevans og betydning.



1. TTM4175 Kommunikasjonsteknologi, Introduksjon: Dette emnet er et obligatorisk innføringsemne for alle studenter ved *Kommunikasjonsteknologi*. Det vektlegges å kontekstualisere og gi praktisk innføring i ulike aspekter ved kommunikasjonsteknologi gjennom øvinger og laboratorie-oppgaver (informasjonssikkerhet, systemutvikling, trafikkforståelse). Emnet vurderes ved bestått/ikke-bestått basert på praktiske øvinger og har ikke avsluttende eksamen.
2. To emner med fokus på profesjonsdisiplinen *Arkitektur* med vekt på en mestringsstige og praktisk mini-prosjektarbeid.
  - a. TTM4100 Kommunikasjon, tjenester og nett: Grunnleggende kunnskap om sentrale konsepter, prinsipper og teknologier innen kommunikasjonsnett og tjenester. Ferdigheter i konfigurering av adressering og ruting.
  - b. [NYTT] TTM41\*\* Networking<sup>1</sup>: Basiskunnskap om sentrale prinsipper (ruting, multipleksing, API/socket, tjenestemodeller, nett-monitorering og management) som anvendes i dagens og fremtidens kommunikasjonsnett og tjenester. Ferdigheter i nettprogrammering, trafikkforståelse i nett, og kontroll og management.
3. TTM4115 Systemering av distribuerte sanntidssystemer: Emnet har fokus på profesjonsdisiplinen *Systemutvikling*. Emnet dreier seg om formelle systemutviklingsmetoder som egner seg for distribuerte sanntidssystemer generelt og telematikkssystemer spesielt. Emnet er praktisk orientert.
4. [NYTT] TTM41\*\* Sikkerhet & Robusthet<sup>1</sup>: Emne med fokus på profesjonsdisiplinene *Informasjonssikkerhet* og *Tjenestekvalitet*. Hovedmålet med emnet er å gi kandidatene grunnleggende forståelse for kritikaliteten og kompleksiteten til moderne kommunikasjonssystem, og hvordan slike system kan trygges gjennom riktig design, forståelse av trusler og mulige mottiltak. Spesiell vekt legges på det *totale* trusselbildet og tilhørende mottiltak for informasjonssikkerhet og pålitelighet.

### 3.3 Hovedprofiler

*Kommunikasjonsteknologi* dekker tre hovedprofiler. I det følgende beskrives målsettingene med de tre profilene, samt studieplan. Læringsmål er beskrevet i avsnitt 4.

1. *Informasjonssikkerhet*. Hovedmålsettingen for *Informasjonssikkerhet* er å utdanne kandidater med bred generell IKT-faglig kompetanse med bred forståelse for kommunikasjonsnett og nettbaserte tjenester, samt dyp kompetanse innen informasjonssikkerhet. Studieplanen er gitt i Figur 3.

10	TTM4900 Masteroppgave		
9	K-emne 2	TTM45*8 Fordypningsemne	TTM45*1 Fordypningsprosjekt
8	Ekspert i team	Hovedprofil: Valgbart emne	TTM4128 Nett og tjenesteadministrasjon
7	K-emne 1	TTM4137: Informasjonssikkerhet i mobilnett	TMA4165: Kryptografi, introduksjon
			TDT4237: Programvaresikkerhet

Figur 3: Studieplan hovedprofil "Informasjonssikkerhet"

<sup>1</sup> Tentativt navn

2. **Nett og applikasjoner.** Hovedmålsettingen for *Nett og applikasjoner* er å utdanne kandidater med bred generell IKT-faglig kompetanse samt dyp kompetanse innen kommunikasjonsnett og nettbaserte tjenester og applikasjoner. Kandidatene skal mestre tekniske utfordringer samt utfordringer som krever forståelse av samspillet mellom funksjonelle og ikke-funksjonelle krav og egenskaper. Studieplanen er gitt i Figur 4.

10	TTM4900 Masteroppgave			
9	K-emne 2	TTM45*8 Fordypningsemne	TTM45*1 Fordypningsprosjekt	
8	Ekspert i team	Hovedprofil: Valgbart emne	TTM4128 Nett og tjenesteadministrasjon	Hovedprofil: Valgbart emne
7	K-emne 1	TTM4150 Internettarkitektur	TTM4180 Programvaredesign for distributerte sannhetsystem	TTM41** nytt Pålitelighet og ytelsesdesign

Figur 4: Studieplan hovedprofil "Nett og applikasjoner"

3. **Digital økonomi.** Hovedmålsettingen for *Digital økonomi* er å utdanne kandidater med bred generell IKT-faglig kompetanse med bred forståelse for kommunikasjonsnett og nettbaserte tjenester, samt dyp kunnskap om det økonomiske fundamentet for IKT-industrien, verdiskapning og kostnadsaspektene av digitale produkter, og tekno-økonomiske implikasjoner av samfunnets bruk av kommunikasjonsnett, nettbaserte tjenester og informasjonssikkerhet. Studieplanen er gitt i Figur 5.

10	TTM4900 Masteroppgave			
9	K-emne 2	TTM45*8 Fordypningsemne	TTM45*1 Fordypningsprosjekt	
8	Ekspert i team	Hovedprofil: Valgbart emne*	TIØ4126: Optimering og beslutningsstøtte for teknisk-økonomisk planlegging	TIØ4136: IKT økonomi - Planlegging og økonomi av IKT tjenester
7	K-emne 1	Hovedprofil: Valgbart emne*	TDT4175: Informasjonssystemer	TIØ4116: Mikroøkonomi og Investeringsanalyse

\* Må velges blant emnene: TTM4128, TTM4180, TTM4137, TTM4150, TTM41\*\* (Pålitelighets- og ytelsesdesign).

Figur 5: Studieplan hovedprofil "Digital økonomi"

### 3.4 Tilleggsprofil

I prinsippet understøtter alle tre hovedprofilene ved *Kommunikasjonsteknologi* de tre tilleggsprofilene som er foreslått felles for IKT-programmene. Hovedprofilen "Digital økonomi" er en tverrfaglig profil med emner fra tre institutt slik at for denne vil det være mindre relevant å velge en tilleggsprofil.

## 4 Læringsmål for Kommunikasjonsteknologi

I tillegg til felles kunnskaper og ferdigheter som er definert for Sivilingeniørstudiet ved NTNU [3], vil en sivilingeniør i *Kommunikasjonsteknologi* ha kunnskap og ferdigheter som gitt under.

*Generelle kunnskaper og ferdigheter for en sivilingeniør i Kommunikasjonsteknologi er:*

- forstå rollen til valgte hovedprofil i kontekst av generelle IKT-systemer

- kunne kommunisere innhold og hensikt med hovedprofilen til andre, både til teknologer og ikke-teknologer
- kunne gjennomføre selvstendig utredning og forskning, og kommunisere resultatet, både muntlig og skriftlig<sup>2</sup>
- kunne anvende den profesjonelle kunnskap innen nye områder og samarbeide effektivt med andre for å løse tverrfaglige utfordringer
- kunne relatere den profesjonelle kunnskapen til relevante områder for samfunnsårbarhet og konsekvenser for samfunns- og miljømessig bærekraft, og grunnleggende kunnskap og ferdigheter i bruk av verktøy for analyse av dette

### *Kunnskap og ferdighet<sup>3</sup>*

En sivilingeniør i *Kommunikasjonsteknologi* skal ha kunnskap om paradigmer, metoder og verktøy som er relevante for studieretning og spesialisering, og en skal kunne anvende denne kunnskapen på en metodisk måte. Anvendelsen kan være utredning, forskning, problemløsning samt spesifisering og implementering av programsystemer. Metodikken omfatter

- definisjon og analyse av et problem eller det system som skal designes og realiseres ved strukturering av problemet/systemet i håndterbare logiske delproblemer eller delsystemer
- formell modellering ved bruk av matematiske modeller, algoritmer eller språkmodeller
- løsning av problembaserte modeller: analytisk, ved simulering eller ved reelle eksperimenter og evaluering, samt validering av resultatet for å kunne dra vitenskapelig baserte konklusjoner
- iterativ konstruksjon og implementering av programsystemer samt validering av resultat mot spesifisering

Profesjonsdisiplinene dekket av *Kommunikasjonsteknologi* omfatter:

- **Arkitektur:** Arkitektur og prinsipper for aksess og transportnett, tjenester og anvendelser, administrasjon av nettressurser samt mellomvareplattformer.
- **Systemutvikling:** Metodisk utvikling av robuste, reaktive, distribuerte sanntidssystemer. Metoden omfatter i) abstraksjon og formell spesifisering og ii) implementering ved bruk av modellbasert metode.
- **Tjenestekvalitet:** Etablering og evaluering av enkle tjenestekvalitetsmodeller for evaluering og dimensjonering. Evaluering utføres ved hjelp av analytiske, simulerings- og måletekniske metoder.
- **Informasjonssikkerhet:** Prinsipper, metoder og algoritmer for sikring av data som transporteres i nett eller som lagres eller prosesseres i tjeneste- og anvendelses-omgivelser.
- **Sosio-teknikk:** i) Innflytelse fra kommunikasjonsnett og nettbaserte tjenester på organisasjoner og samfunn, ii) pålitelighets- og sikkerhetskrav til nett og nettbaserte tjenester og iii) kommunikasjonsnett og nettbaserte tjenester som økonomisk, samfunnsmessig, og miljømessig faktor, og samspillet mellom disse.

## **4.1 Hovedprofil: Informasjonssikkerhet**

### *Kunnskap<sup>3</sup>*

Hovedprofilen gir kandidatene grunnleggende kunnskap om:

<sup>2</sup> Skriftlig kommunikasjon i studiet kan i tillegg til obligatorisk prosjektarbeid og hovedoppgave i det 5. år være essayer samt øvings-, laboratorie- og semesterrapporter knyttet til emner og tema.

<sup>3</sup> Henspeiler på kunnskap og ferdigheter som er spesifikke for profesjonen som dette studieprogrammet utdanner kandidater til.

- det matematiske grunnlag for klassisk og moderne kryptografi
- digital etterforskning
- utfordringer og metoder knyttet til håndtering av sikkerhetstruende hendelser i IKT trusselbilde

Hovedprofilen gir kandidatene dybdekunnskap om

- sårbarhetsvurdering av informasjon i kommunikasjonsnett
- mekanismer og prinsipper knyttet til sikkerhet generelt og kryptografi spesielt
- spesifisering og konstruksjon av sikkerhetsmekanismer i dagens og framtidens kommunikasjonssystemer

### *Ferdighet<sup>3</sup>*

Hovedprofilen utvikler kandidatenes evne til å:

- utføre teknisk sårbarhetsanalyse av kommunikasjonssystemer, dvs. identifikasjon av sikkerhetstrusler samt å oppdage og karakterisere sikkerhetssvakheter
- konstruere sikkerhetsmekanismer for kommunikasjonsprotokoller og nettbaserte systemer
- planlegge og gjennomføre laboratorieeksperimenter knyttet til kommunikasjonssikkerhet

## 4.2 Hovedprofil: Nett og applikasjoner

### *Kunnskap<sup>3</sup>*

Hovedprofilen gir dybde- og grunnleggende kunnskap innen arkitektur av nett, plattformer, tjenester og anvendelser, systemutvikling, og evaluering og dimensjonering av tjenestekvalitet (QoS). Hovedprofilen gir kandidatene [grunnleggende|dybde]<sup>4</sup> kunnskap om:

- funksjonalitet, prinsipper og arkitektur av dagens og framtidens nett-teknologier
- design og operasjon av logiske nett
- egenskaper og karakteristika ved tjenesteplattformer, nettbaserte tjenester og applikasjoner
- modellering av distribuerte, reaktive systemer
- metoder for sikring av kvalitet og utviklingsprosesser
- utvalgte modelleringspråk og verktøy
- teori, metoder og verktøy for ytelses- og pålitelighetsevaluering
- prinsipper for spesifisering og realisering av tjenestekvalitet

### *Ferdighet<sup>3</sup>*

Hovedprofilen utvikler kandidatenes evne til å:

- foreta spesifisering, design, konfigurasjon, modellering, evaluering og valg av nett og nettløsninger for nettbaserte tjenester med utgangspunkt i spesifiserte krav til:
  - tjenestekvalitet
  - samfunnsmessige behov
  - økonomisk, samfunnsmessig og miljømessig bærekraft
- analysere eksisterende nettbaserte tjenester og anvendelser samt å kunne spesifisere, konstruere og implementere nye generelle systemer og nettbaserte tjenester og anvendelser i henhold til definerte krav ved bruk av "state-of-the-art" verktøy for modelldrevet systemutvikling

<sup>4</sup> Grunnleggende kunnskap om alle tema, samt dybdekunnskap i de tema gitt av de valgemner, fordypningsprosjekt og masteroppgave som kandidater velger

### 4.3 Hovedprofil: Digital økonomi

#### *Kunnskap<sup>3</sup>*

Hovedprofilen gir kandidatene grunnleggende kunnskap om:

- mikroøkonomi inkludert kunnskap om forbrugeratferd, tilbudskostnad, analyse av konkurransemarkeder og monopoler og prising i markeder
- investeringsanalyse, inkludert kunnskap om nåverdiberegninger av investeringer, forventet nytte, risikoberegninger og porteføljeinvesteringer
- operasjonsanalyse, inkludert kunnskap om optimeringsmodeller, beslutningstrær, køteori og simuleringer

Hovedprofilen gir kandidatene dyp kunnskap om:

- de særegne egenskaper ved Digital økonomi
- forretningsmodeller for nettbaserte tjenester
- nettbaserte systemer sine implikasjoner på, og samspill med, samfunnsutvikling og bærekraft.

#### *Ferdighet<sup>3</sup>*

Hovedprofilen utvikler kandidatenes evne til å:

- foreta kvalitativ og kvantitativ modellering av telemarkeder, aktører og tekno-økonomiske aspekter av kommunikasjonsnett og nettbaserte tjenester
- utvikle og analysere forretningsmodeller for nettbaserte systemer

### 5 Fastsettelse av studieplan (-)

Ikke relevant som del av dokumentasjon.

### 6 Kostnadsberegning og finansiering (H)

Se hoveddokument.

### 7 Oppdragsundervisning, egenbetaling (-)

Ikke relevant som del av dokumentasjon.

### 8 Antall studenter (H)

Se hoveddokument.

### 9 Opptakskrav og rangeringsregler (-)

Ikke relevant som del av dokumentasjon.

### 10 Samarbeidende fakulteter (-)

Hovedprofilen "Digital økonomi" gjennomføres som et samarbeid med institutt for industriell økonomi og teknologiledelse (IØT) ved fakultet for samfunnsvitenskap og teknologiledelse. Det er planlagt 3 obligatoriske emner fra IØT i hovedprofilen. Emnene TIØ4135 IKT økonomi og TTM4546 Teleøkonomi, spesialiseringsemne, planlegges å gjennomføres som et tett samarbeid mellom IØT og institutt for telematikk (ITEM) med blant annet gjensidig utveksling av forelesningsressurser i hverandres emner. Det planlegges også å tilby prosjekt- og masteroppgaver i samarbeid med fagpersonell ved IØT.

## 11 Forskningskoping og tverrfaglighet (V)

Alle emnene innen *Kommunikasjonsteknologi* vil vektlegge grunnleggende prinsipper som gjør kandidaten i stand til å forstå eksisterende system, produkt og tjenester, samt utvikle nye for framtiden. Dette skal også gjøre studentene i stand til å velge en forskerkarriere. Eksemplene i emnene vil være hentet fra dagens- og morgendagens system. I hovedprofilene vil studentene i emner, tema og prosjekt/master jobbe med forskningsrelevante problemstillinger.

Kandidatene ved studieprogrammet vil få bred forståelse for at kommunikasjonsteknologi er en samfunnskritisk, *muliggjørende teknologi*, som definert av NTNU. Kandidatene skal være i stand til å relatere den profesjonelle kunnskapen til samfunnsrelevante utfordringer, så som de overgripende tematiske satsinger definert av NTNU. Dette betyr at de skal være i stand til å kunne identifisere relevante områder for samfunnssårbarhet og direkte eller indirekte konsekvenser for samfunns- og miljømessig bærekraft, samt ha en grunnleggende kjennskap til relevante verktøy for analyse av slikt.

Studiet er organisert slik at alle tre hovedprofilene ved *Kommunikasjonsteknologi* kan støtte de tre tilleggprofilene som er foreslått felles for IKT-programmene.

## 12 Eksterne samarbeidspartnere (H)

Se hoveddokument.

## 13 Fellesgrader og fellesprogram, allianser (-)

Ikke relevant som del av dokumentasjon.

## 14 Markedsvurdering (H)

Se hoveddokument.

## 15 Særskilte programaspekter (V)

Ingenting spesielt å nevne.

## 16 Innmelding av nytt studieprogram til FS (-)

Ikke relevant som del av dokumentasjon.

## 17 Vitnemålstekster (-)

Ikke relevant som del av dokumentasjon.

## 18 Bibliografi

[1] Virksomhetskomiteen for sivilingeniørstudiet ved NTH, "Vilje til forbedring," NTH, Trondheim, Internal 1993.

[2] Magnus Jahre, Harald Øverby, Thomas Tybell, Ole Morten Aamo, and Kristian Gjøsteen, "Delprosjekt Studiestruktur Basispakker - Prosjektrapport," 2012.

[3] Forvaltningsutvalget for sivilingeniørutdanningen (FUS), "Læringsmål for sivilingeniørstudiet," NTNU, Trondheim, Internal 2009.

# Forslag til nytt 2-årig studieprogram «Industriell Kybernetikk»

Redaktør: Tor Arne Johansen, Institutt for teknisk kybernetikk (ITK), NTNU

22.04.2013, revidert etter FUS-møtet

## 1) Strategisamsvar, fakultært og institusjonelt.

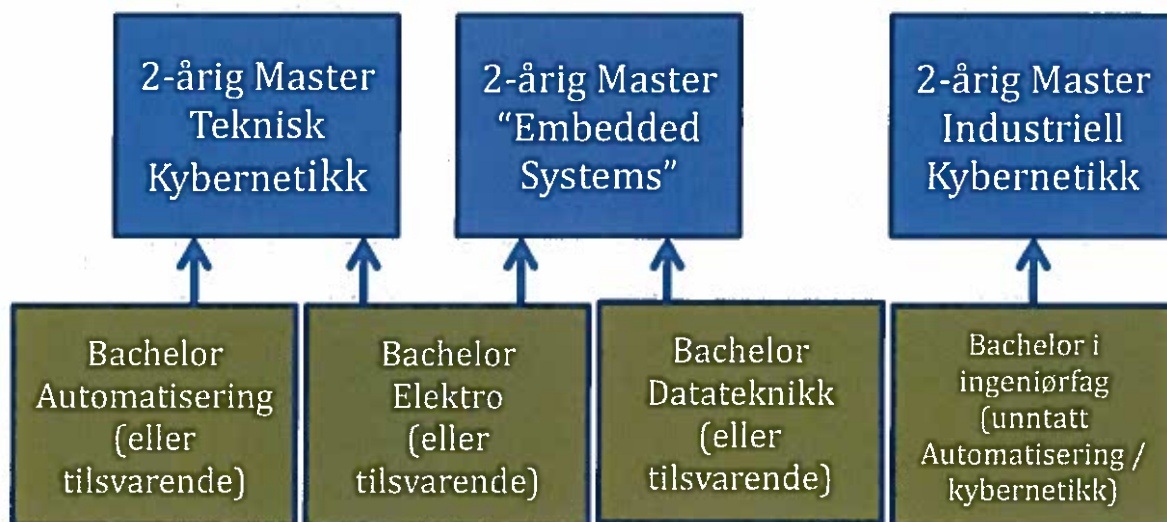
Innenfor rammene av FRIKT-prosessen (Fremtidens IKT-studium) ved IME-fakultetet er det gjennomført en grundig og strategiforankret gjennomgang av fakultetets portefølje av studieprogrammer. Dette forslaget er et resultat av dette strategiske arbeidet ved IME-fakultetet.

Det eksisterende 2-årige studieprogrammet i teknisk kybernetikk er innrettet mot kandidater fra ingeniørhøgskole med en Bachelor i automatisering eller lignende retninger med tilstrekkelig reguleringsteknikk, elektronikk og datateknikk. De siste årene har det blitt tatt opp rundt 15-20 studenter hvert år. De som ikke har Bachelor i automatisering er et lite mindretall som typisk har Bachelor i elektronikk eller lignende. Studieprogrammet er velfungerende og er et viktig bidrag til å utdanne etterspurte kandidater i markedet, og foreslås videreført.

Næringslivet etterspør imidlertid i økende grad kandidater med kybernetikkutdanning. I tillegg til kandidater som har den eksisterende kompetanseprofilen fra de 2-årige og 5-årige studieprogrammene, etterspør næringslivet kandidater med en tydelig og balansert tverrfaglig bakgrunn. Dvs. kandidater med en bredere ingeniørutdanning og som behersker andre ingeniørfag i tillegg til kybernetikk. Eksempelvis etterspør automasjons-, prosess-, og oljeindustrien kandidater som har sterk kompetanse i kjemiteknikk / prosesseteknikk / petroleumsteknikk i tillegg til teknisk kybernetikk. Automasjons- og elektroindustrien etterspør kandidater som har kompetanse i sterk elkraftteknikk i tillegg til teknisk kybernetikk. Maritim og mekanisk industri etterspør kandidater som har sterk kompetanse i marin-, produksjons-, sikkerhets- og maskinfag i tillegg til kompetanse innen teknisk kybernetikk.

Som en tydelig respons til dette behovet foreslår IME å utdanne tverrfaglige kandidater til dette markedet ved å tilby en ny 2-årig Master i teknologi i "Industriell Kybernetikk" som har nærmest vilkårlig Bachelor i ingeniørfag som opptaksgrunnlag. Et tilstrekkelig grunnlag i matematikk og et minimum av datateknikk må kreves, uten at det vil begrense opptaksgrunnlaget vesentlig. Det kreves ikke noe kunnskap i automatisering / reguleringsteknikk eller dyptgående kunnskap i datateknikk. Utdanningen vil i første studieår gi en grunnleggende innføring i kybernetikk som koples tett med kandidatens ingeniørbakgrunn fra Bachelor-studiet i andre studieår, som gir en unik Master-utdanning med dybde og tverrfaglighet utover det tilbudet som eksisterer i dag. Programmet skiller seg dermed klart ut ifra 2-årig Master i Teknisk Kybernetikk, som primært har opptak av studenter med Bachelor i Automatisering. Kandidater med Bachelor i automatisering / kybernetikk tas ikke opp til studieprogrammet i Industriell Kybernetikk men kan heller tas opp på studieprogrammet i Teknisk Kybernetikk. Med en tydelig reguleringsteknisk innretning skiller programmet seg også klart ut ifra en planlagt 2-årig master i «Embedded Systems», som har en datateknisk fordypning. Det er behov for et eget program for å tydeliggjøre forskjellene i kompetanseprofil og faglig innhold. Dette er illustrert i figuren nedenfor.

Som beskrevet i punkt 11) nedenfor er opprettelsen av det foreslåtte studieprogrammet i stor grad motivert av muligheter og behov knyttet til NTNU sine tematiske satsningsområder og tverrfaglige sentra som SFF AMOS og SFI IO-senteret.



Figur: Innganger til de 2-årige studieprogrammene i kybernetikk.

## 2) Krav til bachelorprogram og masterprogram i forskrifter, jfr nasjonale normer og krav.

Alle emner er på 7.5 stp. eller multipla av dette. Masteroppgaven er på 30 stp.

Ekspert i team inngår i programmet.

Ikke-teknisk emne forutsettes ivaretatt av Bachelor-utdanningen.

Komplementært emne anses ikke som nødvendig i det 2-årige programmet da kandidater forutsettes å allerede ha slike emner gjennom en komplementær Bachelor-grad.

## 3) Studleplan, emnebeskrivelser, krav til Innhold i hht. studieforskrift; læringsmål m.v.

### 1. årskurs

Und-sem.	Emnenr	Emnetittel	Anm	Sp	
Høst	TDT4120	<b>Obligatoriske emner</b>	3)		
Høst	TTKXXXX	Algoritmer og datastrukturer		7,5	o
Høst	TTKXXXX	Systemteori grunnkurs		7,5	o
Høst	TTKXXXX	Automatiseringsteknikk		7,5	o
Vår		Ekspert i team		7,5	o
Vår	TTK4130	Modellering og simulering		7,5	o
Vår	TTK4135	Optimalisering og regulering		7,5	o
Vår	TTKXXXX	Tilpassede datasystemer		7,5	o
		<b>Valgbare emner</b>	2)		
Høst	TFEXXXX	Kretsteknikk		7,5	v
Høst	TDTXXXX	Datamaskiner og digitalteknikk		7,5	v
Høst	TTKXXXX	Industriell elektroteknikk		7,5	v
		<b>Valgbare emner som det ikke tas hensyn til ved time- og eksamensplanl.</b>	2)		
Høst	TTK4220	Ikke-tekniske systemers dynamikk		7,5	v
Høst	TPK4120	Industriell sikkerhet og pålitelighet		7,5	v



Und-sem.	Emnenr	Emnetittel	Anm	Sp	
Host	TMA4145	Lineære metoder		7,5	v
Host		Diverse emner fra Elkraft, prosess, petroleum, maskin osv		7,5	v

\*Nye studieprogramspesifikke emner

## 2. årskurs

Und-sem.	Emnenr	Emnetittel	Anm	Sp	
Host	TTK4155	<b>Obligatoriske emner</b> Lineær systemteori		7,5	o
Host	TTK4555	<b>Fordypningsemner</b> Teknisk kybernetikk FDE	1)	7,5	o
Host	TTK4551	<b>Fordypningsprosjekt</b> Teknisk kybernetikk FDP		7,5	o
Host	TTK4190	<b>Valgbare emner</b> Fartøystyring	2)	7,5	v
Host	TTK4150	Ulineære systemer		7,5	v
Host	TTKXXXX	Industriell elektroteknikk		7,5	v
Host	TTK4215	System identifikasjon og adaptiv regulering		7,5	v
Host	TTK4155	Industrielle datasystemers konstruksjon		7,5	v
Host	TTT4120	<b>Valgbare emner som det ikke tas hensyn til ved time- og eksamensplanl.</b> Digital signalbehandling	2)	7,5	v
Host	TPK5160	Risikoanalyse		7,5	v
Host	TDTXXXX	Datamaskiner og digitalteknikk (KDD2)		7,5	v
Host	TMA4145	Lineære metoder		7,5	v
Host	TPK4120	Industriell sikkerhet og pålitelighet		7,5	v
Host	TTK4220	Ikke-tekniske systemers dynamikk		7,5	v
Host		Diverse emner fra Elkraft, prosess, petroleum, marin, robot...?		7,5	v
Host		Diverse emner innen software, datafag			
Vår	TTK4900	<b>Masteroppgave</b> Masteroppgave		30	o

1) Ordinært emne fra lista over valgbare emner kan velges som fordypningsemne i stedet for 2 x 3.75 fra lista over fordypningsemner.

2) Enkelte emner vil ikke være valgbare for enkelte kandidater som allerede har tilsvarende emner i sin Bachelorgrad. Studieplanen bør tilpasses den enkelte student ved gjennomgang av studieveileder.

3) Kan erstattes med et videregående emne for kandidater som har tilsvarende kunnskaper.

Det foreslås kun én studieretning. Fordypning og spesialisering tilpasses på individuell basis gjennom fordypningsemne, fordypningsprosjekt samt masteroppgave i grenselandet mellom kybernetikk og fagområdet for Bachelor utdanningen.

Beskrivelse av de to nye emnene som er spesielle for dette studieprogrammet følger nedenfor. Alle andre emner er knyttet til andre studieprogram og krever ingen endringer eller tilpasninger til det foreslåtte studieprogrammet i industriell kybernetikk.

### TTKxxxx - Systemteori grunnkurs

#### Innhold

Grunnleggende om matematiske verktøy som kompleks algebra og Laplacetransformasjon anvendt på signaler

og systemer. Konvergensområde. Inverstransformasjonen. Egenskaper. Impulsrespons og folding. Transferfunksjon. Manipulering av blokkdiagrammer. "s" som derivasjonsoperator.

Fouriertransformasjonen, også tolket som spesialtilfelle av Laplace. Frekvensrespons av transferfunksjon. Fourierrekke og  $-$ transformasjon av signaler og lineære systemer, felles egenskaper. Impulsrespons, frekvensrespons og signalspektrum. Tosidig Fourier og Laplace. Konvergens og eksistens. Deltafunksjon i frekvensplan.

Tilstandsromanalyse med vektordifferensialligninger og bruk av lineær algebra: Transisjonsmatrise, dekopling, similaritetstransformasjon. Sammenheng med Laplace: Resolventmatrise og transfermatrise.

Systemer og signaler i diskret tid. Holdeelementets fasevirkning. Analyse og syntese ved kontinuerlig tilnærming. Z som tidsforskyvingsoperator. Kort og praktisk om stokastiske signaler og støy. Analoge og diskrete filtere.

### Læringsmål

**Kunnskap:** Grunnleggende kunnskap om modellering og analyse av kontinuerlige dynamiske systemer og signaler basert på differensialligninger og tidsrespons. Grunnleggende kunnskap om matematiske modeller av dynamiske systemer beskrevet av  $n$ -te ordens tidsdifferensialligninger. Kjennskap til begreper som vektordifferensialligninger, tilstandsrom og egenverdier. Kjennskap til viktige begreper som impulsrespons, sprangrespons, blokkdiagram, tilbakekobling.

Grunnleggende kunnskap om modellering og analyse av kontinuerlige dynamiske systemer og signaler basert på transferfunksjoner og frekvensanalyse. Kunnskap om Laplace- og Fourier-transformasjon, og sammenheng mellom dem, anvendt på dynamiske systemer og signaler. Kunnskap om sammenheng mellom tilstandsrommodeller og Lapacetranformasjon, og matematisk slektskap mellom signaler og systemer. Kjennskap til de viktigste klasser av signaler og spektral beskrivelse av silke. Kunnskap om metoder for å analysere stabilitet i lineære systemer.

**Ferdighet:** Kunne selvstendig analysere dynamiske systemers egenskaper og respons med analytiske regneteknikker og numeriske beregninger og simulering ved bruk av Matlab. Finne tidsrespons vha Laplacetransformasjonen -residuegning og tabell. Kunne elementær analyse av signaler og filterdesign i diskret og kontinuerlig tid.

**Generell kompetanse:** Kunne anvende begrepsapparatet fra systemteori i forskjellige tekniske og ikke-tekniske systemer. Ha bevisste holdninger til hvordan system- og signal-teori kan bidra i samvirke med andre disipliner, både tekniske og ikke-tekniske.

**Øvinger og prosjekter.** Regneøvinger. Prosjektoppgave basert på beregning og simulering i Matlab.

### TTKxxx - Automatiseringsteknikk

#### Innhold

Reguleringsteknikk introduksjon. Tilbakekopling. Modelleringseksempler fra forskjellige anvendelsesområder. Differensialligninger. Lineære SISO systemer. Blokkdiagram i tidsplan. Ulineære systemer - linearisering.

Standardregulatorer, P og PI, litt om D (mer om D lenger nede). Integralvirkning forklart i tidsplanet. Eksperimentell innstilling (Z-N og SIMC). Hurtig respons kontra oscillasjoner og ustabilitet. Tidsforsinkelse i lukket sløyfe.

Transferfunksjon og frekvensrespons for tilbakekoplede systemer. Konstruksjon (syntese) av reguleringssystemer i frekvensplanet. Regulering for å motvirke forstyrrelser, regulering for å følge referansesignal. Seriekompensasjon med standardregulatorer. Eksperimentelle metoder, tolket i frekvensplan.

Stabilitet av tilbakekoblede systemer. Stabilitet i Bodediagram. Faseløft og derivatvirkning. Tidsforsinkelse i lukket sløyfe analysert i frekvensplanet. Otto Smith-regulator. Kaskaderegulering. Foroverkopling.

Prosesser styrt av datamaskin (diskret regulering). Regulering av 2 x 2 MIMO-system.

#### Læringsmål

**Kunnskap:** Grunnleggende kunnskap om matematiske modeller av dynamiske systemer beskrevet av lineære tidsdifferensligninger, impulsrespons, sprangrespons og frekvensresponsmodeller. Kjennskap til stabilitet og robusthet i lineære systemer og metoder for å analysere respons og stabilitet i tilbakekoblede systemer med regulator. Kunnskap om systematiske metoder for å designe/syntetisere enkle regulatorer for bruk på prosesser med kjente modeller. Kjenne til de vanligste regulatortypene som er brukt i industrien. Ha grunnlag for videregående kurs i reguleringsteknikk.

**Ferdighet:** Kunne gjennomføre mindre utviklingsprosjekter selvstendig og bidra aktivt i større prosjekter. Kunne selvstendig analysere reguleringstekniske problemstillinger og prosesssystemers egenskaper og oppførsel. Kunne designe enkle regulatorer og justere inn disse.

**Generell kompetanse:** Kommunisere om faglige problemstillinger både med spesialister og allmennheten. Ha bevisste holdninger til hvordan reguleringsteknikk samvirker med andre systemer, både tekniske og ikke-tekniske.

**Øvinger og prosjekter.** Regneøvinger. Simuleringsøvinger vha Matlab og Simulink. Forsøk med innstilling av regulator på laboratorium.

#### 4) Læringsmål og forventet læringsutbytte, i tråd med det nasjonale kvalifikasjonsrammeverket.

Studieprogram industriell kybernetikk skal gi kandidatene en bred teknologisk basis med teoretiske og praktiske kunnskaper innen overvåking og styring av dynamiske systemer med spesialisering mot et valgt anvendelsesområde.

Sentrale grunnleggende kunnskapsområder er systemteori, reguleringsteknikk, automatisering, tilpassede datasystemer, matematisk modellering, simulering, og optimalisering.

Utdanningen skal gi kunnskaper og ferdigheter til å delta aktivt i arbeidet med å utvikle nåværende og fremtidig næringsliv, og den gir en god basis for krevende stillinger.

Utdanningen skal bygge videre på kandidatens ulike ferdigheter og kompetanse i modellering og Ingeniørfag fra Bachelor-utdanningen gjennom fordypningsemner, spesialiserte emner og tverrfaglige prosjekt- og masteroppgaver, som kombinerer dette med metoder fra teknisk kybernetikk. Utdanningen har et metodegrunnlag som gir studenten fleksibilitet og tilpasningsevne i et omskiftelig arbeidsmarked.

#### Kunnskap

##### Kandidatene

- har avansert kunnskap innenfor kybernetikk, blant annet i tilpassede datasystemer, reguleringsteknikk, modellering og simulering, optimalisering og lineær systemteori for industrielle anvendelser
- har grunnleggende kunnskap om kybernetikkens vitenskapelige og faglige teori og metoder
- kan analysere faglige problemstillinger med utgangspunkt i kybernetikkens tradisjoner, egenart og plass i samfunnet

- har avansert tverrfaglig kunnskap om kybernetikk anvendt innenfor fagområdet for Bachelor-utdanningen til den enkelte kandidat

#### **Ferdigheter** Kandidatene

- kan arbeide tverrfaglig ved å selvstendig kombinere kybernetikk med matematisk modellering, systembeskrivelser og andre kunnskaper fra Bachelor-utdanningen
- kan anvende og videreutvikle eksisterende teorier, metoder og fortolkninger innenfor kybernetikken
- har praktiske ferdigheter i implementering av industrielle løsninger

#### **Generell kompetanse** Kandidatene

- kan kommunisere effektivt med andre fagdisipliner og effektivt kunne tilegne seg kompetanse og forståelse for å kunne løse oppgaver på nye områder
- kan arbeide selvstendig i flerfaglige grupper og samarbeide effektivt med spesialister fra andre fagområder
- kan vurdere og forstå teknologiske, etiske og samfunnsmessige konsekvenser av eget arbeid
- kan aktivt oppdatere egen kompetanse gjennom livslang læring

### **5) Fastsettelse av studieplan; mer på det prosessuelle mht krav til koordinering og faglig ledelsesforankring. Institutt og fakultet skal godkjenne alle forslag før de fremmes.**

Det foreslåtte 2-årige programmet er en del av masterutdanningen i teknologi (slv.Ing.).

Forslaget er godkjent av instituttledelsen ved institutt for teknisk kybernetikk

Forslaget oversendes IME-fakultetet per 5.4.2013 for behandling i ledergruppen 9.4.2013 og FUS 11.4.2013.

Denne versjonen er revidert for å hensynta tilbakemeldinger i FUS-møtet 11.4.2013.

### **6) Kostnadsberegning og finansiering; krav til estimat for oppstarts- og utviklingskostnader og et estimat for kostnader for ordinær drift av programmet.**

Kostnadene ved å opprette et nytt studieprogram er hovedsakelig knyttet til kostnaden ved å opprette to nye emner. Disse vil være et nytt emne Innen «Systemteori grunnkurs» og en ny variant av eksisterende emne TTK4105 Regulerings-teknikk som har fått tittelen «Automatisering». Sistnevnte må gå på høsten, og sannsynligvis er det ønskelig å gi dette på engelsk fordi dette er etterspurt av noen internasjonale studieprogram ved NTNU.

De nye emnene «Tilpassede datasystemer» og «Industriell elektroteknikk» blir til som en del av revisjon av det 5-årige masterprogrammet i teknisk kybernetikk, og erstatter blant annet eksisterende emne «Datastyring» (som legges ned). Kostnaden ved oppretteisen/tilpasningen av disse emnene er derfor ikke knyttet til det foreslåtte nye studieprogrammet i Industriell kybernetikk, da dette vil bli gjort uansett.

De ovenfor nevnte emnene antas å være attraktive for flere programmer ved NTNU, basert på respons i møter med Institutt for Marin Teknikk og Institutt for Produksjons- og kvalitetsteknikk. De initielle kostnadene for å utvikle disse emnene vil være begrenset da dette er standardemner som undervises ved de fleste tekniske universiteter, og det finnes gode internasjonale lærebøker, forelesningsnotater og øvingsopplegg allerede

tilgjengelig. Eventuelle laboratorier og prosjektoppgaver kan basere seg på eksisterende opplegg i lignende emner (f.eks. TTK4100 kybernetikk Introduksjon og TTK4105 reguleringsteknikk).

Det forutsettes at opprettelsen av et nytt studieprogram Innen «Industriell kybernetikk» Ikke reduserer opptaksrammene eller opptaks kvalitet til eksisterende studieprogram innen teknisk kybernetikk. Dette er basert på at 1) det utdannes ikke tilstrekkelig antall kandidater innen kybernetikk i Norge, og 2) det foreslåtte nye programmet innretter seg mot rekruttering fra en annen gruppe potensielle studenter enn de eksisterende program, og konkurrerer derfor ikke om de samme studentene.

Kostnader for ordinær drift av programmet er beregnet av controller ved IME-fakultetet. Som vist nedenfor forventes et positivt resultat.

<b>INNETEKTER</b>												
Emnenavn	Årsenheter per emne	Antall beståtte - gjentak	Kontaktid per årshenhet (timer)	Kontaktid (timer)	Evaluerings-tid per årshenhet (timer)	Evaluerings-tid (timer)	Timepris kontaktid (kr)	Timepris evalueringstid (kr)	Resultat bev. Kontaktid (kkr)	Resultat bev. Evaluering (kkr)	Total resultat-bevilgning (kkr)	Genererer forsknings basis (sats kr 166)
Systemteori grunnkurs	0,125	20	60	150	12	30	381	584	57	18	75	30
Regulering	0,125	30	60	225	12	45	381	584	86	26	112	45
Masteroppgave	0,500	20	150	1 500			584		876		876	249
Ekspert i team		15		75							77	12
Øvrige emner	0,625	20	60	750	12	150	381	584	286	88	373	149
											1 513	486
Kandidatmidler (20 kkr x 20 studenter)												400
<b>Sum inntekter (kkr)</b>												<b>2 399</b>
<b>KOSTNADER</b>												
Emnenavn	Årsenheter per emne	Blokk-kode	Forelesnings-timer	Øvings-timer	Innsatstimer	Timepris innsatstid	Kostnad innsatstid					
Systemteori grunnkurs	0,125	2	4	3	290	584	169					
Regulering	0,125	2	4	3	290	584	169					
							339					
Kontaktid og evalueringstid Systemteori grunnkurs (tilsvarende inntekt ovenfor)							75					
Kontaktid og evalueringstid Regulering (tilsvarende inntekt ovenfor)							112					
Kontaktid masteroppgave (tilsvarende inntekt ovenfor)							876					
Kontaktid eksperter i team (tilsvarende inntekt ovenfor)							77					
Kontaktid og evalueringstid øvrige emner (tilsvarende inntekt ovenfor)							373					
<b>Sum kostnader (kkr)</b>							<b>1 852</b>					
<b>Resultat (kkr)</b>							<b>547</b>					

Det nye studieprogrammet har en unik flerfaglig innretning. Det må derfor påregnes noen ekstra markedsføringskostnader for å utarbeide brosjyrer, web-beskrivelser samt gjennomføre aktiv markedsføring på

utdanningsmesser og lignende. Ekstraordinære kostnader i størrelsesorden 250 kkr per år forventes å være nødvendig de første 3 årene for å ivareta dette.

#### **7) Oppdragsundervisning, egenbetaling (hvor og hvordan aktuelt osv i hht oppdaterte forskr.)**

Ikke relevant.

#### **8) Antall studenter det tas sikte på, inkl fordelingen mellom de ulike studentkategorier.**

Det antas at programmet vil ta inn 15-25 studenter årlig, uten å redusere i andre programmer ved IME. Direkte markedsføring av det nye studieprogrammet med spesiell innretning mot ingeniørhøgskoler blir viktig.

Det foreslås at studieprogrammet i første omgang tilbys på norsk. Et Internasjonalt program for opptak av kandidater med teknisk/naturvitenskapelig/ingeniør Bachelorgrad kan være aktuelt på sikt. Dette vurderes etter 3 år med utgangspunkt i inntakskvalitet, rekruttering, ressursbruk, og etterspørsel etter kandidater hos arbeidsgivere.

#### **9) Opptakskrav og rangeringsregler.**

Det foreslåtte programmet er innrettet mot Bachelor-studenter fra ingeniørhøgskole. Det forutsettes

- Grunnlag i matematikk på samme nivå som andre 2-årige master-program i teknologi ved NTNU
- Grunnlag i datateknikk tilsvarende minst IT Grunnkurs

Kandidater som har tilstrekkelig med grunnleggende emner i automatiseringsteknikk, teknisk kybernetikk eller reguleringsteknikk i sin Bachelor-utdanning bør fortrinnsvis velge 2-årig masterprogram i teknisk kybernetikk. Spesielt gjelder det at kandidater som har Bachelor-grad innen automatisering / kybernetikk ikke kan velge studieprogrammet i industriell Kybernetikk.

#### **10) Samarbeidende fakulteter; krav til horisontale ledelsesavklaringer og avtaler.**

Det foreslåtte programmet involverer ikke et formalisert samarbeid med andre fakultet. Programmet er imidlertid utviklet i en løpende dialog med fagpersoner ved enkelte institutt ved NTNU. Veiledning av prosjekt- og masteroppgaver vil fortrinnsvis skje på tvers av institutt- og fakultetsgrenser, og vil spesielt ta utgangspunkt i eksisterende samarbeidsrelasjoner med blant annet institutt for kjemiteknikk, institutt for petroleumsteknikk og anvendt geofysikk, institutt for medisinsk avbildning og sirkulasjon, institutt for biologi, institutt for marin teknikk, institutt for produksjons- og

kvalitetsteknikk, og institutt for elkraftteknikk. Dette skjer gjennom etablerte samarbeidsrelasjoner, direkte professor mot professor.

### **11) Forskningskopling og tverrfaglighet.**

Det foreslåtte programmet er tverrfaglig i sin natur da det baserer seg på en fordypning innen teknisk kybernetikk med grunnlag i en Bachelor grad innen et ingeniørfag, f.eks. petroleumsteknikk, kjemiteknikk, mekanikk, maskinteknikk, produksjonsteknikk, medisinsk teknikk, bioteknologi, marin teknikk, romteknologi eller lignende. Fordypningen i programmet vil ligge i grenseflaten mellom dette fagfeltet og teknisk kybernetikk, og vil dyrkes spesielt gjennom fordypningsemner, fordypningsprosjekt og masteroppgave. Kandidater i det nye programmet vil kunne oppnå en dypere tverrfaglig profil enn kandidater innenfor de integrerte 5-årige masterprogram og 2-årig master i teknisk kybernetikk.

Programmet er i stor grad motivert av uttrykt behov fra næringslivet, og behov som har blitt sterke og tydelige gjennom instituttets bidrag i større tverrfaglige satsninger og Geminisentra, som blant annet

- SFI Integrerte operasjoner i petroleumsindustrien (iO-sentret)
- SFF Ships and Ocean Structures (CESOS)
- SFF Autonomous Marine Operations and Systems (AMOS)
- SFI CREATE (Aquaculture Technology)
- Gemini Centre for Advanced Process Control (PROST)
- Gemini Centre for Advanced Robotics
- SmartGrid center

Tverrfaglighet er en viktig dimensjon som ligger til grunn for institutt for teknisk kybernetikk sitt sterke engasjement innenfor utformingen av NTNU sine nye tematiske og muliggjørende satsninger (spesielt marin, energi, helse, IKT og bioteknologi). Det foreslåtte masterprogrammet vil skape en arena for å utdanne en ny type masterkandidater som i tillegg til å være attraktive for næringslivet vil være attraktive å involvere i forskningsbaserte masteroppgaver, og ikke minst for å rekruttere til doktorgradsutdanning både innenfor teknisk kybernetikk og området for Bachelor-graden.

### **12) Eksterne samarbeidspartnere; krav til avtale med evt. eksterne samarbeidsaktører.**

Kan bli aktuelt og er under utredning. Dette gjelder spesielt Høgskolen i Buskerud og Kongsberg Gruppen. Det er dialog rundt utdanning og samarbeid innen «systems engineering». Kandidater med en Bachelorgrad innen f.eks. prosess, marin, maskin eller mekanikkfag som går videre med en mastergrad innen «industriell kybernetikk» mener vi vil kunne dekke en del av det etterspurte behovet for kandidater innen «systems engineering».

### **13) Felles grader og felles program, allianser, alle typer nasjonale og internasjonale samarbeidsprogram.**

Ikke relevant.

### **14) Markedsvurdering; inkluderer blant annet krav til vurdering av nytt tilbud i forhold til eksisterende sammenlignbare tilbud ved og utenfor vår egen utdanningsinstitusjon.**

ITK er den ledende aktør innen kybernetikk-utdanning i Norge og er i en god posisjon for å realisere et nytt tilbud innen industriell kybernetikk.

Se ellers punkt 1) for en detaljert beskrivelse av markedets behov og forskjeller i forhold til eksisterende studieprogram.

Det er innhentet kommentarer fra aktuelle organisasjoner og representanter for næringslivet i forbindelse med utarbeidelsen av programmet. Nedenfor gjengis noen generelle betraktninger om det foreslåtte programmet fra disse personene. Det gjøres oppmerksom på at dette er utdrag fra korrespondansen, og at en del detaljer er valgt utelatt fra dette dokumentet. Disse er/blir ivaretatt gjennom prosessen med å utarbeide programmet.

Lars Annfinn Ekornsæter, Administrerende direktør ved Norsk Forening for Automatisering (email datert 28.2.2013):

*«Jeg viser til din forespørsel om tilbakemelding på et mulig nytt studium på NTNU. Ut fra min erfaring og de behov mange av våre medlemsbedrifter har så er dette studiet interessant og relevant. Dette har jeg også fått bekreftet fra noen av bedriftene jeg har hatt kontakt med. Det som er bra med studiet er at det gir en større faglig fordypning fra for eksempel elektronikk eller datateknikk, og at man har kybernetikk-oversikten som en «bro» i mellom. Studiet kan også bidra til at Ingeniøren får en bedre system forståelse og kan arbeide tverrfaglig.»*

Olav Slupphaug, Head of Section Process Performance Solutions, BU Oil, Gas & Petrochemicals / Process Automation Division, ABB (email datert 3.3.2013):

*«Dette oppleves som positivt og kandidater fra en slik linje vil være attraktive for oss. Dette gjelder kanskje spesielt kandidater med prosess/petroleum/maskin/elkraft/IT bakgrunn. Videre så vil slike kandidater også ha et eksisterende nettverk fra BSc utdanningen (som enten har gått ut i jobb eller videre spesialisert seg til MSc) som de kan benytte til å spre denne kompetansen. For AS Norge så er jeg overbevist om at det er et stort potensiale for ytterligere anvendelse av kybernetisk kompetanse i - for eksempel - olje og gass industrien, og et slikt initiativ vil kunne akselerere uthenting av dette potensialet.»*

Sverre Gotaas, teknisk sjef Kongsberg-Gruppen og styreleder Høyskolen i Buskerud (email datert 25.2.2013):

*«Ut fra min kjennskap til behovet innenfor KONGSBERG mener jeg at det foreslåtte studiet dekker behovet for kybernetisk påbygning for studenter med en bachelor innenfor andre ingeniøremner. Det vil også åpne for en mer diversifisert bakgrunn blant våre kybernetikere, noe jeg mener er en fordel spesielt innenfor områder der*



*flere fagområder må samarbeide om løsninger. Hvordan en slik utdanning vil stå seg blant "kybernetikkspecialistene" er Morten mer kvalifisert til å uttale seg om.*

*Å øke rekrutteringsgrunnlaget for en kybernetisk utdanning mener jeg er viktig. I våre prosjekter vil få av våre ingeniører være fulltidsbeskjeftiget med kybernetiske problemstillinger, de fleste vil bruke relativt mye tid på arbeidsoppgaver som krever en generell ingeniørforståelse - gjerne med en hovedvekt på de tradisjonelle ingeniørfag som elektro, maskin og kjemi. En masterpåbygning innen kybernetikk på disse, vil sannsynligvis bidra til at vi vil få en mer fleksibel ingeniørstab når det kommer til hvilke områder den enkelte føler seg bekvem i.*

*Jeg ikke nok kunnskap om nivåforskjellen mellom et bachelorstudium på en tilfeldig valgt høyskole og det som forventes av en masterstudent ved NTNU, men har fanget opp at det kan være noen oppstartsproblemer i overgangen høyskole/universitet. Det kan derfor i starten være en fordel å inngå samarbeid med enkelte høyskoler for å se om det er mulig å tilpasse bachelorstudiene slik at en overgang til NTNU kan gjøres så myk som mulig. Slike ideer er drøftet mellom HiBu og NTNU, og jeg ser også andre potensielle synergier mellom denne masteren og Systems Engineering-masteren på Kongsberg.*

*Vi - både HiBu og KONGSBERG - deltar gjerne i å videreutvikle denne masteren dersom det skulle vær ønskelig for dere.»*

**Morten Breivik, Cybernetics R&D Manager, Kongsberg Maritime (email datert 26.2.2013):**

*«Jeg har bare fått gode tilbakemeldinger internt på dette forslaget.*

*Personlig tror jeg det vil være veldig nyttig med kybernetisk påbygning for ingeniører som har en annen faglig fordypningskerne. Som Sverre sier er det bare et fåtall personer i industrien som jobber fulltid med kybernetiske problemstillinger, så det handler for de fleste mest om å anvende kybernetikk på problemer innen andre fagområder. At slike ingeniører kan få en sterkere skolering i kybernetikk tror jeg vil kunne styrke norsk næringsliv, spesielt i disse tider hvor stadig mer teknologi automatiseres og avhenger av kybernetiske metoder.»*

**Berit Floor Lund, Kongsberg Maritime (email datert 22.2013):**

*«Uten å ha diskutert hva behovene internt er hos Kongsberg Maritime, så synes jeg personlig at er en veldig god ide at ITK tilbyr et slikt studieprogram.*

*Det er også bra at dere kaller det Industriell kybernetikk, og at man løfter fram denne typen kybernetikk mer.*

*"Prosess" og "industriell" har kanskje blitt nedtonet litt for mye de senere åra.*

*Er litt usikker på om det er tverrfaglige eller flerfaglige kandidater man utdanner.*

*Det kan også tjene som "kybernetisk" videreutdanning for personer som har jobbet ei stund.»*

I tillegg er programmet drøftet i instituttrådet, og de eksterne medlemmene (Morten Dalsmo, Upstream Petroleum Business Executive Director, IBM, og Professor Sigurd Skogestad, Institutt for kjemiteknikk, NTNU) har gitt positive uttalelser til det foreslåtte programmet.

Basert på det forholdsvis grundige utredningsarbeidet som er utført for å definere det nye programforslaget er ITK ikke i tvil om at det bidrar til at instituttet – og NTNU – vil bidra sterkere til sitt samfunnsansvar.

## **15) Særskilte programaspekter.**

Ikke relevant.

## **16) Innrapportering av nytt studieprogram til FS (foreløpig og endelig).**

**Gradsbenevnelse:** Master i teknologi / sivilingeniør

**Programnavn:** Industriell kybemetikk

## **17) Vitnemålstekst**

**Dette kommer vi tilbake til på et senere tidspunkt.**

## Kravspesifikasjon for nytt masterprogram ved IMF

1. **Strategisamsvar og samfunnsrelevans**  
Det nye masterprogrammet er en sammenslåing av tre eksisterende masterprogram. Dette er en nesten rent teknisk omorganisering av programmene for å få et enklere og klarere studietilbud til studentene.
2. **Krav til bachelorprogram og masterprogram i forskrifter**  
Programmene som slås sammen oppfyller kravene til et masterprogram. Den største forskjellen vil være at tidligere har to av disse programmene, MMA og MST, hatt masteroppgaver med omfang 60 studiepoeng. I det nye programmet vil omfanget på masteroppgaven reduseres til 45 studiepoeng, samtidig som kravet til emner øker til 75 studiepoeng.
3. **Studieplan, emnebeskrivelser**  
Emnene vil være de samme som allerede finnes i emneporteføljen. Se vedlegg for ny studieplan.
4. **Læringsmål og forventet læringsutbytte**  
Se vedlegg
5. **Fastsettelse av studieplan**  
Se vedlegg
6. **Kostnadsberegning og finansiering**  
Siden dette er en omorganisering av eksisterende tilbud, vil det ikke påløpe nye utgifter/kostnader.
7. **Oppdragsundervisning, egenbetaling**  
Ikke aktuelt
8. **Antall studenter**  
Antall studenter vil anslagsvis ligge på opptil 20, hvorav det er ønskelig med 10-15 studenter med norsk/nordisk bakgrunn. Dette er på nivå med antallet studenter til sammen på de tre programmene.
9. **Opptakskrav og rangeringsregler**  
Generelle regler, samt en liste over hvilke emner som må inngå i bachelorgraden.
10. **Samarbeidende fakulteter**  
Internt IME
11. **Forskningskopling og tverrfaglighet**  
Forskningsbasert undervisning
12. **Eksterne samarbeidspartnere**  
P.t. ikke aktuelt
13. **Fellesgrader og fellesprogram, allianser**  
Ikke aktuelt
14. **Markedsvurdering**  
Samme marked som for dagens tre mastergrader.
15. **Særskilte programaspekter**
16. **Innmelding av nytt studieprogram til FS**

**Senere**  
**17. Vitnemålstekster**  
**Senere**

## **NYTT FORSLAG:**

### **LÆRINGSMÅL FOR MASTERPROGRAMMET**

Masterutdanningen i matematiske fag gir studentene grundig kunnskap i et valgt fagområde i matematiske fag. Studiet kombinerer forskningsbasert undervisning i tett samspill med sivilingeniørstudiet og selvstendig arbeid med moderne faglig litteratur og programvare. Mastergraden gir en solid kompetanse som kan anvendes i undervisning, forskning, offentlig og privat virksomhet der det er behov for en solid utdanning med fordypning i matematiske fag.

#### **Kunnskaper**

En masterkandidat har etter fullført utdanning

Brede kunnskaper i matematiske fag, herunder matematisk analyse, algebra, numeriske metoder, topologi og sannsynlighetsregning og statistikk

Solide kunnskaper i et valgt fagområde i matematiske fag (som tilsvarer studentens spesialisering)

Dybdekunnskap innen et begrenset felt av matematiske fag knyttet opp mot aktiv forskning, herunder tilstrekkelig faglig innsikt til å forstå og formidle nye forskningsresultater

#### **Ferdigheter**

En masterkandidat kan etter endt utdanning

Bruke matematisk formalisme i både teoretiske og anvendte problemstillinger

Konstruere, analysere og formidle matematiske metoder, modeller og argumenter

Gjennomføre selvstendige forskningsprosjekter, og presentere faglige resultater både muntlig og skriftlig

Samarbeide med andre fagmiljøer, og dermed bidra til relevant bruk av matematisk metodikk og modeller i tverrfaglig gruppearbeid

Vurdere hvorvidt egne kunnskaper strekker til, og være i stand til å finne og vurdere nye kilder til ytterligere matematisk viten og fornye og videreutvikle sin faglige kompetanse

#### **Generell kompetanse**

En masterkandidat er etter endt utdanning

I stand til å følge faglig utvikling i et valgt felt i matematiske fag og er forberedt på kontinuerlig styrking av sin faglige kompetanse

Forberedt til å ta bevisste faglige valg, gjennom å forme sin egen utdanning via den utstrakte valgfriheten i studiet

## OPPBYGGING AV STUDIET

Masterstudiets normerte lengde er to år, dvs. 120 studiepoeng. Studiet omfatter masteroppgaven på 45 studiepoeng, i tillegg til emner tilsvarende 75 studiepoeng. Emnene er vanligvis av ett semesters varighet (7,5 sp) og med fire forelesningstimer pr. uke. Avhengig av kapasitet og behov arrangeres det lesekurs, seminarer eller kollokvier som støtter opp under arbeidet med masteroppgaven.

Vurderingsformen for studieplanfestede emner er beskrevet under hvert enkelt emne. Disse kan bestå av eksamen (muntlig eller skriftlig), midtsemesterprøver, øvinger og/eller prosjektarbeid.

Når masteroppgaven er innlevert og alle emneeksamener som skal inngå i mastergraden er avlagt og bestått, må kandidaten gå opp til en avsluttende muntlig presentasjon (jf § 23 i Utfyllende regler for realfagsstudiene). Kandidaten foretar en muntlig offentlig presentasjon av masteroppgaven av ca. 30 minutters varighet. Etter presentasjonen sensureres masteroppgaven og det settes karakter.

Det er fem studieretninger i masterprogrammet: Algebra, Analyse, Topologi, Anvendt matematikk og Statistikk. Innenfor alle studieretningene tilbys både rene og anvendte spesialiseringer. De ulike studieretningene og spesialiseringene har hvert sitt faglige innhold. Felles for alle spesialiseringene er et dybdekrav og et breddekrav.

Dybdekravet gjelder for master- og bachelorstudiet samlet. Det kreves fire emner innen studieretningen, på 7,5 studiepoeng hver. Disse er spesifisert for hver spesialisering i 3.10.5. Emnene skal være på masternivå (dvs matematikk- emner med emnekode større enn MA3000 eller TMA4159, i tillegg kan emnet TMA4145 inngå i mastergraden). Det er mulig, og ofte ønskelig, å ta ett eller flere av dybdekravets emner i bachelorstudiet.

Breddekravet gjelder masterstudiet spesifikt, og er som følger: minst to matematiske emner (hver på 7,5 sp) velges utenfor studieretningen i mastergraden, og må være på masternivå. I tillegg til disse to er emnet Eksperter i Team (7,5 sp) obligatorisk, og skal tas i løpet av det første studieåret.

De øvrige emner velges blant de som tilbys av instituttet (forutsatt at de er på masternivå), inkludert emner for teknologistudiet og doktorgradsemner i matematikk. Emner utenfor instituttets fagtilbud kan inngå som en del av masterstudiet, men disse må eventuelt godkjennes spesielt av fakultetet. Studentene bør kontakte fakultetet på et tidlig tidspunkt for å få lagt opp sin utdanningsplan.

Emner der eksamen er avlagt for opptak til masterstudiet, kan kun etter søknad til fakultetet innpasses i mastergraden.

Alle studenter må ta minst 30 studiepoeng blant emnene:

- MA3201
- MA3202
- TMA4145
- TMA4225
- TMA4190
- MA3402
- TMA4215
- TMA4212
- TMA4295
- TMA4300

Oppbyggingen av studiet vil normalt se slik ut:

År	Semester				
2	4 vår	Arbeid med masteroppgaven			
	3 høst	Arbeid med masteroppgaven	Valgbart emne	Valgbart emne	
1	2 vår	Ekspert i team	Valgbart emne	Valgbart emne	Valgbart emne
	1 høst	Valgbart emne	Valgbart emne	Valgbart emne	Valgbart emne
Emnestørrelse:		7,5 sp	7,5 sp	7,5 sp	7,5 sp

Avhengig av hvilken spesialisering som velges må de "valgbare emnene" i tabellen over inneholde de obligatoriske emnene som spesifiseres nedenfor. I enkelte tilfeller kan det være mer hensiktsmessig å starte med masteroppgaven allerede i annet semester for å gjøre plass til et emne som bare, for eksempel, passer inn i studiets tredje semester.

### 3.10.6 SPESIALISERINGER

#### Algebra

Det tilbys to spesialiseringer i algebra: Algebraiske strukturer og Anvendt algebra. Emnene MA3201 Ringer og moduler og MA3202 Galoisteori er obligatoriske for begge spesialiseringene.

For spesialiseringen Algebraiske strukturer er i tillegg MA3203 Ringteori obligatorisk og minst ett emne til innen algebra. Det anbefales å ta MA3204 Homologisk algebra.

For spesialiseringen Anvendt algebra er emnene TMA4185 Kodeteori og TMA4160 Kryptografi obligatoriske. For denne spesialiseringen er det en fordel å ha bakgrunn i informatikk.

#### Analyse

Det tilbys tre spesialiseringer i analyse: Differensialligninger, Funksjonalanalyse og Kompleks/harmonisk analyse. Innenfor alle spesialiseringene finnes både rene og anvendte problemstillinger til masteroppgaver. Emnene TMA4145 Lineære metoder og TMA4225 Analysens grunnlag er obligatoriske for alle spesialiseringene, og det er en fordel om TMA4145 tas allerede i bachelorstudiet.

For spesialiseringen Differensialligninger er emnet TMA4305 Partielle differensialligninger obligatorisk og minst ett emne til innen analyse. Det anbefales å ta minst ett av emnene TMA4195 Matematisk modellering, MA8103 Ikke-lineære partielle differensialligninger eller TMA4170 Fourieranalyse.

For spesialiseringen Funksjonalanalyse er TMA4230 Funksjonalanalyse obligatorisk og minst ett emne til innen analyse.

For spesialiseringen Kompleks/harmonisk analyse er TMA4175 Kompleks analyse obligatorisk og minst ett emne til innen analyse. Det anbefales å ta minst ett av emnene TMA4170 Fourieranalyse, TMA4195 Matematisk modellering eller MA3105 Videregående reell analyse.

### **Topologi**

Det tilbys to spesialiseringer i topologi; Algebraisk topologi og Dynamiske systemer. For spesialiseringen Dynamiske systemer er det en fordel å ha bakgrunn i informatikk.

For spesialiseringen Algebraisk topologi er emnene TMA4190 Mangfoldigheter og MA3403 Algebraisk topologi I obligatoriske. De siste to emnene i spesialiseringen avtales med faglig veileder og godkjennes etter søknad til fakultetet. Emnene MA3402 Analyse på mangfoldigheter og MA3405 Algebraisk topologi II anbefales. Det er en fordel om emnene MA3002 Generell topologi og TMA4165 Differensialligninger og dynamiske systemer tas i bachelorstudiet.

For spesialiseringen Dynamiske systemer er emnene MA3002 Generell topologi, TMA4165 Differensialligninger og dynamiske systemer, TMA4190 Mangfoldigheter og TFY4305 Ikke-lineær dynamikk obligatoriske.

### **Anvendt matematikk**

Emnene TMA4145 Lineære metoder og TMA4212 Numerisk løsning av differensialligninger med differansemetoder er obligatoriske. Videre bør minst 3 av følgende emner velges: TMA4165 Differensialligninger og dynamiske systemer, TMA4180 Optimeringsteori, TMA4195 Matematisk modellering, TMA4220 Numerisk løsning av partielle differensialligninger med elementmetoden, TMA4205 Numerisk lineær algebra og TMA4305 Partielle differensialligninger.

Det er en fordel om emnene TMA4145 og TMA4212 er tatt i Bachelorstudiet.

### **Statistikk**

Emnene TMA4295 Statistisk inferens (7,5 sp) og TMA4300 Beregningskrevende statistiske metoder (7,5 sp) er obligatoriske i et masterstudium i statistikk. Disse emnene kan også tas som en del av bachelorgraden slik at en får en gradvis overgang og tidligere faglig modning fra bachelorgrad til mastergrad. For å oppnå en mastergrad i statistikk må du ha tatt statistikkemner tilsvarende minst 82,5 studiepoeng, hvorav statistikkemnene tatt som en del av bachelorgraden er inkludert.