

# STUDIEPLAN

---

**Anvendt fysikk og matematikk – master (5-årig), sivilingeniør**

**300** studiepoeng

**Tromsø**

Bygger på <navn på rammeplan> av <dd.mm.yyyy>

Studieplanen er godkjent av styret ved <navn på fakultet>  
den <dd.mm.yyyy>

**Navn**

Bokmål: Anvendt fysikk og matematikk - master (5-årig), sivilingeniør

Nynorsk: Anvendt fysikk og matematikk - master (5-årig), sivilingeniør

Engelsk: Applied physics and mathematics - master (5-year)

**Studieretninger**

Anvendt matematikk

Jordobservasjon

Maskinlæring og statistikk

Sensorteknologi

Helseteknologi

**Oppnådd grad**

Master i teknologi/sivilingeniør.

**Målgruppe**

Sivilingeniørstudiet i anvendt fysikk og matematikk passer for søkere med interesse for fysikk, matematikk og statistikk. Studiet passer for søkere som ønsker å jobbe med, avansert teknologi, forsknings- og utviklingsoppgaver innen anvendt matematikk, jordobservasjon, sensorteknologi, maskinlæring og statistikk, og helseteknologi.

**Opptakskrav**

For opptak til masterstudiet i teknologi kreves generell studiekompetanse + Matematikk R2 + Fysikk 1. Fordypning som tilsvarende programfagene vil fylle de spesielle opptakskravene. Studiet er adgangsregulert og har 20 studieplasser.

Søkere med bestått ett-årig forkurs for ingeniørutdanning fyller de spesielle opptakskravene og er unntatt fra kravet om generell studiekompetanse. Søkere uten generell studiekompetanse som er 25 år eller eldre i opptaksåret kan søke opptak på grunnlag av realkompetanse.

Søkere som har relevant høyere utdanning fra tidligere kan søke om innpassing av tidligere utdanning, som etter faglig vurdering kan erstatte emner i studiet og brukes som en del av graden. En individuell utdanningsplan for resten av studietiden utarbeides.

**Faglig innhold og beskrivelse av studiet**

Studiet starter med to år med grunnleggende emner i fysikk, matematikk, informatikk og statistikk. Dette gir en kunnskap som er nødvendig senere i studiet når man begynner med studieretningsspesifikke emner.

Studiet har fem studieretninger: anvendt matematikk, jordobservasjon, sensorteknologi, maskinlæring og statistikk, og helseteknologi. Innen hver studieretning kan man velge mellom flere spesialiseringsemner som gir fordypning i faget. Studiet inneholder både teori, laboratoriearbeid og praktiske prosjekter. Siste semester jobber man med en masteroppgave som kan utføres ved universitetet, i industrien eller ved en forskningsinstitusjon i Norge eller i utlandet. Før uttak av masteroppgave skal studenten ha gjennomført godkjent praksis. I studiet inngår et krav om opparbeiding av minst 6 uker relevant arbeidspraksis.

Dersom masteroppgaven innebærer arbeid på laboratorium, felt eller tokt vil gjennomføring av et emne for sikkerhet på laboratoriet, felt og tokt være obligatorisk før uttak av masteroppgaven.

Studieprogrammet har krav om minst 40 studiepoeng spesialiseringsemner. Spesialiseringsemner er spesielt anbefalte emner på 3000-nivå (masternivå) i fysikk, matematikk eller statistikk. For øvrig kan spesialiseringsemner fra andre studieretninger inngå og erstatte oppførte emner dersom det er mer passende med hensyn til tema på prosjekt- og masteroppgave og er anbefalt av veilederen. I tillegg kan ytterligere ikke-realfaglige valgemner inngå. Flere emner i fysikk, matematikk, statistikk og informatikk vil være aktuelle som valgemner.

Blant valgemner i studiet må minst 10 studiepoeng være fra et fag som ikke er realfaglig, for eksempel økonomi, administrasjon, språk, ledelse eller helse. I tillegg må 10 studiepoeng være fra et annet studieprogram (ikke fysikk, matematikk eller statistikk) og skal velges blant emner spesifisert nærmere for hvert studieretning, unntatt for studieretninger anvendt matematikk, helseteknologi og maskinlæring og statistikk, hvor emnet er forhåndsbestemt i studieplanen.

Studiet er et campusbasert heltidsstudium, men man kan ta deler av graden ved andre institusjoner som for eksempel i form av utveksling i utlandet. For å nå læringsmålene må studentene forvente å arbeide 40 timer i uken med studiene, inkludert forelesninger, seminarer og selvstudium.

Uttevslingsopphold passer best i fjerde studieår. Fagmiljøet samarbeider med flere utenlandske forskningsmiljø og man kan få veiledning om hvor det er lurt å dra på utveksling og hvilke emner som vil passe inn i studiet.

### **Oppbygging av studieprogrammet**

Studiet tilbyr fem ulike studieretninger:

- *Anvendt matematikk*
- *Jordobservasjon*
- *Sensorteknologi*
- *Maskinlæring og statistikk*
- *Helseteknologi*

### Felles obligatoriske emner i sivilingeniørstudiet i anvendt fysikk og matematikk

FIL-0700	<i>Examen philosophicum</i>
FYS-0100	<i>Generell fysikk</i>
FYS-1001	<i>Mekanikk</i>
FYS-1002	<i>Elektromagnetisme</i>
FYS-1003	<i>Grunnkurs i eksperimentell fysikk</i>
FYS-2006	<i>Signal processing</i>
MAT-1001	<i>Kalkulus 1</i>
MAT-1002	<i>Kalkulus 2</i>
MAT-1003	<i>Kalkulus 3</i>
MAT-1004	<i>Lineær algebra</i>
MAT-2200	<i>Differential equations</i>
STA-1001	<i>Statistikk og sannsynlighet 1</i>
INF-1049	<i>Innføring i beregningsorientert programmering</i>
FYS/MAT/STA-37#0	<i>Project paper in applied physics/mathematics</i>

Anvendt matematikk

Studieretningen i anvendt matematikk er rettet mot utvikling av matematiske og numeriske modeller som har relevans for kjemi, biologi og fysikk. Gruppa i anvendt matematikk kan tilby masteroppgaver innen ikke-lineær optikk, klimadynamikk, teorien for kvantemekaniske fluktuasjonskrefter, molekylær kvantemekanikk og modellering av stamceller og deres betydning for sykdom og resistens.

Studiet er satt sammen av komponenter fra anvendelsesorientert matematikk, statistikk, informatikk og naturvitenskaplige fag. Det legges vekt på å utvikle gode ferdigheter i å formulere matematiske modeller og analysere slike ved tilgjengelige analytiske og numeriske metoder. Trening i programmering, vitenskapelig beregning (scientific computing) og visualisering, samt tolkning og vurdering av resultater og deres relevans er overordnede mål.

Studieløp for studieretning anvendt matematikk:

<i>1. semester</i>	<i>MAT-1001 Kalkulus 1</i>	<i>INF-1049 Introduksjon til beregningsorientert programmering</i>	<i>FYS-0100 Generell fysikk</i>
<i>2. semester</i>	<i>MAT-1002 Kalkulus 2</i>	<i>MAT-1004 Lineær algebra</i>	<i>STA-1001 Statistikk og sannsynlighet 1</i>
<i>3. semester</i>	<i>FYS-1001 Mekanikk</i>	<i>Valgemne/ Ikke-realfaglig valgemne</i>	<i>MAT-1003 Kalkulus 3</i>
<i>4. semester</i>	<i>FYS-1002 Elektromagnetisme</i>	<i>FYS-1003 Grunnkurs i eksperimentell fysikk/ MAT-2100 Kompleks analyse *)</i>	<i>MAT-2200 Differential equations</i>
<i>5. semester</i>	<i>FYS-2006 Signal processing</i>	<i>MAT-2201 Numerical Methods</i>	<i>FIL-0700 Examen philosophicum</i>
<i>6. semester</i>	<i>FYS-2000 Quantum mechanics</i>	<i>INF-1400 Objektorientert programmering</i>	<i>MAT-2100 Kompleks analyse/ FYS-1003 Grunnkurs i eksperi- mentell fysikk *)</i>
<i>7. semester</i>	<i>MAT-3200 Mathematical Methods</i>	<i>STA-2001 Stochastic processes</i>	<i>FYS-3030 Fluid dynamics of atmosphere and ocean</i>
<i>8. semester</i>	<i>MAT-3213 Climate dynamics</i>	<i>MAT-3202 Nonlinear waves</i>	<i>STA-2003 Tidsrekker</i>
<i>9. semester</i>	<i>MAT-3240 Project paper in applied mathematics</i>	<i>MAT-3810 Individual special curriculum</i>	<i>Valgemne/ Ikke-realfaglig valgemne</i>

<i>10. semester</i>	<i>MAT-3941 Master's thesis in applied mathematics</i>
---------------------	--

*\*) MAT-2100 Kompleks analyse gis bare annethvert år (odde år i vårsemesteret). Studentene må derfor legge inn FYS-1003 og MAT-2100 i det semesteret som passer i forhold til syklusen til MAT-2100.*

Studieretningen inneholder følgende obligatoriske spesialiseringsemner:

- *MAT-3200 Mathematical methods*
- *MAT-3202 Nonlinear waves*
- *MAT-3810 Individual special curriculum*
- *STA-3001 Computer intensive statistics*

Studieretningen inneholder følgende obligatoriske emner på 2000-nivå:

- *MAT-2100 Kompleks analyse*
- *MAT-2201 Numerical Methods*
- *FYS-2000 Quantum mechanics*
- *STA-2001 Stochastic processes*
- *STA-2003 Tidsrekker*

Følgende emner er anbefalt som valgemner:

- *MBI-1001 Celle- og molekylærbiologi*
- *MBI-2001 Biokjemi*
- *FYS-2001 Statistisk fysikk og termodynamikk*
- *FYS-2007 Statistical signal theory*
- *FYS-2009 Introduction to plasma physics*
- *INF-1400 Objektorientert programmering*
- *INF-2200 Datamaskinarkitektur og -organisering*
- *INF-2201 Operating system fundamentals*
- *INF-2301 Computer communication and security*
- *INF-2700 Database Systems*
- *INF-3201 Parallel Programming*
- *KJE-1001 Introduksjon til kjemi og kjemisk biologi*
- *KJE-1005 Grunnleggende fysikalsk kjemi: Kvantekjemi, termodynamikk og kinetikk*
- *KJE-2002 Biological chemistry*
- *KJE-2004 Bioinformatics - An introduction*

- *MAT-1005 Diskret matematikk*
- *MAT-1300 Tallteori*
- *STA-2002 Theoretical Statistics*
- *STA-3000 Asymptotic Theory*
- *STA-3002 Multivariable Statistical Analysis*
- *STA-3003 Nonparametric Inference*

### Jordobservasjon

Studieretningen gir teoretisk og praktisk opplæring i jordobservasjon fra satellitt. Studentene får en grundig innføring i hvordan jordobservasjonsdata samles inn og brukes i ulike anvendelser som meteorologi, klimaforskning, miljøovervåking, offentlig forvaltning, og industrielle operasjoner til havs. Som eksempler nevnes: overvåking og kartlegging av sjøis, hav – og kystområder, deteksjon og kartlegging av oljesøl fra skipstrafikk og plattformer, måling av vind over hav og globale havstrømmer, kartlegging av vegetasjon, og lokalisering av iskanten og isfjell.

Studieløp for studieretning jordobservasjon:

<i>1. semester</i>	<i>MAT-1001 Kalkulus 1</i>	<i>INF-1049 Introduksjon til beregningsorientert programmering</i>	<i>FYS-0100 Generell fysikk</i>
<i>2. semester</i>	<i>MAT-1002 Kalkulus 2</i>	<i>MAT-1004 Lineær algebra</i>	<i>STA-1001 Statistikk og sannsynlighet 1</i>
<i>3. semester</i>	<i>FYS-1001 Mekanikk</i>	<i>Valgemne</i>	<i>MAT-1003 Kalkulus 3</i>
<i>4. semester</i>	<i>FYS-1002 Elektromagnetisme</i>	<i>FYS-1003 Grunnkurs i eksperimentell fysikk</i>	<i>MAT-2200 Differential equations</i>
<i>5. semester</i>	<i>FYS-2006 Signal processing</i>	<i>FYS-2001 Statistisk fysikk og termodynamikk</i>	<i>Valgemne (Ikke-realfaglig/fra annet studieprogram*)</i>
<i>6. semester</i>	<i>FIL-0700 Examen philosophicum</i>	<i>FYS-2007 Statistical signal theory/STA-2003 Tidsrekker</i>	<i>FYS-2010 Digital image processing</i>
<i>7. semester</i>	<i>FYS-3012 Pattern recognition</i>	<i>Valgemne (Ikke-realfaglig/fra annet studieprogram*)</i>	<i>Valgemne**</i>
<i>8. semester</i>	<i>FYS-3001 Earth observation from satellites</i>	<i>Spesialiseringsemne/ Valgemne</i>	<i>Valgemne</i>
<i>9. semester</i>	<i>FYS-3740</i>	<i>FYS-3023</i>	<i>Spesialiseringsemne/ Valgemne</i>

	<i>Project paper in applied physics and mathematics</i>	<i>Environmental monitoring from satellite</i>	
<i>10. semester</i>	<i>FYS-3941 Master's thesis in applied physics and mathematics</i>		

*\* 10 studiepoeng valgemne fra et annet studieprogram velges blant følgende emner:*

*AUT-1001 Programmering med mikrokontroller*

*AUT-2005 Reguleringsteknikk*

*AUT-2006 Elektronikk*

*GEO-1001 Innføring i geologi*

*INF-1400 Objektorientert programmering*

*INF-1101 Datastrukturer og algoritmer*

*ITE1853 Grunnleggende byggfag*

*ITE1855 Statikk, dynamikk og konstruksjonslære*

*KJE-1001 Introduksjon til kjemi og kjemisk biologi*

*TEK-3002 Reliability engineering*

*TEK-3006 Cold climate engineering*

*TEK-3008 Marine engineering*

*BIOIN-101 Fysiologi, anatomi og histologi*

*\*\*10 studiepoeng valgemne velges blant følgende:*

*FYS-2000 Kvantemekanikk*

*FYS-2008 Measurement techniques*

*FYS-2017 Sustainable energy*

*FYS-2018 Global climate change*

*FYS-3000 Introduction to satellite and rockets techniques and space instrumentations*

*FYS-3002 Techniques for investigating the near-earth space environment*

*FYS-3007 Microwave techniques*

*FYS-3009 Optics*

*FYS-3011 Detection theory*

*STA-2001 Stochastic processes*

*STA-2002 Theoretical statistics*

*STA-2004 Statistiske metoder*

*STA-3003 Nonparametric inference*

Studieretningen inneholder følgende obligatoriske spesialiseringsemner:

- *FYS-3001 Earth observation from satellites*
- *FYS-3012 Pattern recognition*
- *FYS-3023 Environmental monitoring from satellite*

I tillegg må studenten velge 10 studiepoeng blant følgende spesialiseringsemner:

- *STA-3001 Computer intensive statistics*
- *STA-3002 Multivariable statistical analysis*

- *FYS-3810 Individual special curriculum*

Studieretninga inneholder følgende obligatoriske emner på 2000-nivå:

- *FYS-2001 Statistisk fysikk og termodynamikk*
- *FYS-2007 Statistical signal theory/STA-2003 Tidsrekker*
- *FYS-2010 Digital image processing*

### Maskinlæring og statistikk

Maskinlæring og statistikk er viktige matematiske verktøy som stadig må videreutvikles for å bedre løse nye samfunnsutfordringer innenfor eksempel klima, observasjon og overvåking av jordas overflate, alternativ energi, eller helse, for eksempel for gruppering og søk i medisinske journaler eller dokumenter.

Nye beregningsmetoder basert på maskinlæring og statistikk danner også mye av grunnlaget for moderne teknologi slik som ansiktsgjenkjenning i digitale bilder, spamfiltre, maskinoversetting og robotnavigasjon. Maskinlæring er basert på statistikk ved at metodene "lærer" sannsynligheter, eksempelvis for hyppigheten av ord i eposter, som igjen brukes for filtrering. Maskinlæring kan i flere sammenhenger sees på som metodikk for å finne skjulte mønstre i historiske data for å avdekke kunnskap om prosessene som genererer data/målinger. Dette kan tenkes på som en form for kunstig intelligens.

Studieretningen gir en grundig innføring i statistikk og metodikken bak maskinlæring, og krever gode kunnskaper innen matematikk/statistikk, fysikk og programmering/informatikk.

Studieløp for studieretning maskinlæring og statistikk:

<i>1. semester</i>	<i>MAT-1001 Kalkulus 1</i>	<i>INF-1049 Introduksjon til beregningsorientert programmering</i>	<i>FYS-0100 Generell fysikk</i>
<i>2. semester</i>	<i>MAT-1002 Kalkulus 2</i>	<i>MAT-1004 Lineær algebra</i>	<i>STA-1001 Statistikk og sannsynlighet 1</i>
<i>3. semester</i>	<i>FYS-1001 Mekanikk</i>	<i>Valgemne (Anbefalt: FYS-2021 Machine learning)</i>	<i>MAT-1003 Kalkulus 3</i>
<i>4. semester</i>	<i>FYS-1002 Elektromagnetisme</i>	<i>FYS-1003 Grunnkurs i eksperimentell fysikk</i>	<i>MAT-2200 Differential equations</i>
<i>5. semester</i>	<i>FIL-0700 Examen philosophicum</i>	<i>FYS-2021 Machine Learning / STA-2001 Stochastic Processes</i>	<i>FYS-2006 Signal processing</i>
<i>6. semester</i>	<i>INF-1400 Objektorientert programmering</i>	<i>FYS-2007 Statistical signal theory/ STA-2003 Tidsrekker</i>	<i>Valgemne</i>



<i>7. semester</i>	<i>FYS-3012 Pattern recognition</i>	<i>Valgemne</i>	<i>Ikke-realfaglig valgemne</i>
<i>8. semester</i>	<i>STA-3001 Computer intensive statistics</i>	<i>Valgemne</i>	<i>Spesialiseringsemne</i>
<i>9. semester</i>	<i>FYS/STA-3740 Project paper in applied physics and mathematics</i>	<i>Valgemne</i>	<i>Spesialiseringsemne</i>
<i>10. semester</i>	<i>FYS/STA-3941 Master's thesis in applied physics and mathematics</i>		

Studieretningen inneholder følgende obligatoriske spesialiseringsemner:

- *FYS-3012 Pattern recognition*
- *STA-3001 Computer intensive statistics*

I tillegg må studenten velge 20 studiepoeng blant følgende spesialiseringsemner:

- *STA-3002 Multivariable statistical analysis*
- *STA-3003 Non-parametric inference*
- *FYS-3001 Earth observation from satellites*
- *FYS-3023 Environmental monitoring from satellite*
- *FYS-3032 Health data analytics*
- *FYS-3033 Deep learning*
- *FYS-3810 Individual special curriculum*

Studieretninga inneholder følgende obligatoriske emner på 2000-nivå:

- *FYS-2006 Signal processing*
- *FYS-2007 Statistical signal theory / STA-2003 Tidsrekker*
- *FYS-2021 Machine learning*
- *STA-2001 Stochastic processes*

Valgemner skal velges blant:

- *STA-2002 Theoretical statistics*
- *STA-2004 Statistiske metoder*
- *FYS-2010 Digital Image processing*
- *INF-2202 Concurrent and data-intensive programming*
- *MAT-2201 Numerical methods*

- Spesialiseringsemnene i lista ovenfor (som ikke allerede inngår blant obligatoriske spesialiseringsemner)

Hvis studenten ønsker å dra på utveksling vil det være aktuelt å flytte semester på emnene FYS-3012 og/eller STA-3001, eventuelt å erstatte dem med emner fra utvekslingsoppholdet.

### Sensorteknologi

Sensorelementer av ulike typer får stadig større betydning i dagliglivet innenfor helse og sikkerhet. Eksempler her er sensorer brukt til kvalitetskontroll av matvarer, overvåkning (gasslekkasjer og snøras) eller deteksjon av kreft i menneskekroppen. En spesialisering i sensorteknologi gir grunnleggende kunnskaper om sensorprinsipper, elektronikk, nanoteknologi, målesystemer og analyse av måledata. Denne kunnskapen, sammen med spesialiseringsemner innenfor ultralyd, mikrobølgeteknikk og optikk, danner grunnlaget for å kunne gjennomføre en rekke anvendte forskningsprosjekter innenfor biologi, helse og industri.

Det blir tilbydd masteroppgaver knyttet til pågående samarbeidsprosjekter med bedrifter eller eksterne forskningsinstitusjoner. Dette gjelder for eksempel prosjekter som involverer ny teknologi for optiske sensorer til gassdeteksjon og mikrobølgeradar for montering i droner. Det gis også oppgaver i ultralyd og optikk med fokus på høyoppløselig avbildning av små biologiske systemer. En masteroppgave i sensorteknologi kan typisk inkludere bruk av avansert instrumentering, design og fremstilling av komponenter med nanoteknologi og bruk av superdatamaskin til simulering.

### Studieløp for studieretning sensorteknologi:

<i>1. semester</i>	<i>MAT-1001 Kalkulus 1</i>	<i>INF-1049 Introduksjon til beregningsorientert programmering</i>	<i>FYS-0100 Generell fysikk</i>
<i>2. semester</i>	<i>MAT-1002 Kalkulus 2</i>	<i>MAT-1004 Lineær algebra</i>	<i>STA-1001 Statistikk og sannsynlighet 1</i>
<i>3. semester</i>	<i>FYS-1001 Mekanikk</i>	<i>Valgemne</i>	<i>MAT-1003 Kalkulus 3</i>
<i>4. semester</i>	<i>FYS-1002 Elektromagnetisme</i>	<i>FYS-1003 Grunnkurs i eksperimentell fysikk</i>	<i>MAT-2200 Differential equations</i>
<i>5. semester</i>	<i>FYS-2006 Signal processing</i>	<i>FYS-2008 Measurement techniques</i>	<i>MAT-2201 Numerical Methods</i>
<i>6. semester</i>	<i>FIL-0700 Examen philosophicum</i>	<i>FYS-2007 Statistical signal theory</i>	<i>Ikke-realfaglig valgemne</i>
<i>7. semester</i>	<i>Valgemne**</i>	<i>Valgemne fra et annet studieprogram*</i>	<i>Valgemne</i>
<i>8. semester</i>	<i>Valgemne</i>	<i>Spesialiseringsemne</i>	<i>Spesialiseringsemne</i>
<i>9. semester</i>	<i>FYS-3740</i>	<i>Spesialiseringsemne</i>	<i>Spesialiseringsemne</i>

	<i>Project paper in applied physics and mathematics</i>		
<i>10. semester</i>	<i>MAT-3941 Master's thesis in applied physics and mathematics</i>		

*\* 10 studiepoeng valgemne fra et annet studieprogram velges blant følgende emner:*

*AUT-1001 Programmering med mikrokontroller*

*AUT-2005 Reguleringsteknikk*

*AUT-2006 Elektronikk*

*GEO-1001 Innføring i geologi*

*INF-1400 Objektorientert programmering*

*INF-1101 Datastrukturer og algoritmer*

*ITE1853 Grunnleggende byggfag*

*ITE1855 Statikk, dynamikk og konstruksjonslære*

*KJE-1001 Introduksjon til kjemi og kjemisk biologi*

*TEK-3002 Reliability engineering*

*TEK-3006 Cold climate engineering*

*TEK-3008 Marine engineering*

*BIOIN-101 Fysiologi, anatomi og histologi*

*\*\* 10 studiepoeng valgemne velges blant følgende:*

*FYS-2000 Quantum mechanics*

*FYS-2010 Digital image processing*

*FYS-2017 Sustainable energy*

*FYS-2018 Global climate change*

*FYS-2020 Radiation physics*

*FYS-3000 Introduction to satellite and rockets techniques and space instrumentation*

*FYS-3001 Earth observation from satellites*

*FYS-3002 Techniques for investigating the near-earth space environment*

*FYS-3003 Cosmic geophysics*

*FYS-3011 Detection theory*

*FYS-3012 Pattern recognition*

*FYS-3023 Environmental monitoring from satellite*

Studenten må velge 40 studiepoeng blant følgende spesialiseringsemner:

- *FYS-3007 Microwave techniques*
- *FYS-3009 Optics*
- *FYS-3012 Pattern recognition*
- *FYS-3024 Biomedical instrumentation and imaging*
- *FYS-3029 Optical nanoscopy*
- *FYS-3031 Ultrasound imaging technology*
- *FYS-3810 Individual special curriculum*

Studieretninga inneholder følgende obligatoriske emner på 2000-nivå:

- FYS-2007 Statistical signal theory
- FYS-2008 Measurement techniques
- MAT-2201 Numerical Methods

### Helseteknologi

Fysikk er grunnlaget for å utvikle ny teknologi innenfor helsevesenet. Eksempelvis brukes det svært mange metoder fra anvendt fysikk og statistikk for å lage et ultralydbilde. Utgangspunktet for et ultralydbilde er gode sensorer eller transdusere som kan omforme svake ultralydbølger til elektriske signaler. De elektriske signalene forsterkes så av analog elektronikk, digitaliseres og prosesseres videre ved hjelp av avansert signal- og bildebehandling. Alle disse stegene er viktige for å kunne oppnå bilder med god oppløsning og lite støy som for eksempel, er nødvendig for å påvise ondartet kreft i en tidlig fase.

Magnetisk resonans (MR) krever god kjennskap til elektromagnetisme. Nye avanserte former for avansert mikroskopi bygger på optikk og nanoteknologi for å avdekke menneskekroppens minste byggesteiner, og for å «se» inn i kroppen for eksempel for å kartlegge tilstanden til indre organer. Studiet gir solid kompetanse innen instrumentering som benyttes i helsevesenet, slik at man forstår fysikken bak, og blir i stand til å bidra til utviklingen av ny og bedre instrumentering.

Helsesektoren står også ovenfor en teknologisk revolusjon når det gjelder muligheten for å utføre automatisk analyse av store datamengder for å stille diagnoser og ta beslutninger knyttet til valg av behandling, for eksempel å avdekke ondartede svulster på et tidlig stadium eller risiko for komplikasjoner i forbindelse med kirurgiske inngrep. Dette fagområdet, kjent som maskinlæring og statistisk dataanalyse, har allerede fått dyptgripende innflytelse på mange næringsområder og forventes å få stor betydning også innenfor medisin og helse.

I helsesektoren finnes store mengder data i form av bilder av menneskekroppen fra ulike instrumenter, blodprøver og andre fysiologiske målinger, samt elektroniske pasientjournaler. Utnyttelse og sammenstilling av data fra disse ulike kildene krever spesialisert kunnskap om egnede statistiske og matematiske modeller, i tillegg til praktiske ferdigheter i programvareutvikling og effektiv bruk av regnekraft. Målet er bedre pasientforløp og mer effektiv ressursbruk i helsevesenet.

Studieløp for studieretning helseteknologi:

<i>1. semester</i>	<i>MAT-1001 Kalkulus 1</i>	<i>INF-1049 Introduksjon til beregningsorientert programmering</i>	<i>FYS-0100 Generell fysikk</i>
<i>2. semester</i>	<i>MAT-1002 Kalkulus 2</i>	<i>MAT-1004 Lineær algebra</i>	<i>STA-1001 Statistikk og sannsynlighet 1</i>
<i>3. semester</i>	<i>FYS-1001 Mekanikk</i>	<i>Valgemne (Anbefalt: BIOIN-101)</i>	<i>MAT-1003 Kalkulus 3</i>

<i>4. semester</i>	<i>FYS-1002 Elektromagnetisme</i>	<i>FYS-1003 Grunnkurs i eksperimentell fysikk</i>	<i>HEL-1000 Grunnleggende helse- og helsetjenestekunnskap</i>
<i>5. semester</i>	<i>FYS-2006 Signal processing</i>	<i>FYS-2008 Measurement techniques</i>	<i>BIOIN-101 Fysiologi, anatomi og histologi / FYS-2020 Radiation physics</i>
<i>6. semester</i>	<i>FYS-2007 Statistical signal theory</i>	<i>FYS-2010 Digital image processing</i>	<i>MAT-2200 Differential equations</i>
<i>7. semester</i>	<i>Spesialiseringsemne</i>	<i>FIL-0700 Examen philosophicum</i>	<i>Valgemne</i>
<i>8. semester</i>	<i>FYS-3024 Biomedical instrumentation and imaging</i>	<i>Spesialiseringsemne</i>	<i>Valgemne</i>
<i>9. semester</i>	<i>FYS-3740 Project paper in applied physics and mathematics</i>	<i>Spesialiseringsemne</i>	<i>Valgemne</i>
<i>10. semester</i>	<i>FYS-3941 Master's thesis in applied physics and mathematics</i>		

Studieretninga inneholder følgende obligatoriske spesialiseringsemner:

- *FYS-3024 Biomedical instrumentation and imaging*

I tillegg må studenten velge 30 studiepoeng blant følgende spesialiseringsemner:

- *FYS-3007 Microwave techniques*
- *FYS-3009 Photonics*
- *FYS-3012 Pattern recognition*
- *FYS-3029 Optical nanoscopy*
- *FYS-3031 Ultrasound imaging technology*
- *FYS-3032 Deep learning*
- *FYS-3810 Individual special curriculum*
- *STA-3001 Computer-intensive statistics*
- *STA-3002 Multivariable statistical analysis*

Studieretninga inneholder følgende obligatoriske emner på 1000- og 2000-nivå:

- *HEL-1000 Grunnleggende helse- og helsetjenestekunnskap*
- *BIOIN-101 Fysiologi, anatomi og histologi*
- *FYS-2006 Signal processing*
- *FYS-2007 Statistical signal theory*
- *FYS-2008 Measurement techniques*
- *FYS-2010 Image processing*
- *FYS-2020 Radiation physics*

Anbefalte valgemner:

- *MAT-2201 Numerical methods*
- *STA-2002 Theoretical statistics*
- *STA-2004 Statistiske metoder*
- *FYS-2000 Quantum mechanics*
- *FYS-2010 Digital Image processing*
- *INF-1400 Objektorientert programmering*
- *INF-2202 Concurrent and data-intensive programming*
- *KJE-2004 Bioinformatics - an introduction*
- Spesialiseringsemnene i lista ovenfor (som ikke allerede inngår blant obligatoriske spesialiseringsemner)

## Læringsutbytte

Kunnskaper – Kandidaten...

- *har en solid bakgrunn i fysikk og matematikk, med særlig kunnskap om fagenes bruk som verktøy for modellering og analyse samt utvikling av teknologi og industriapplikasjoner.*
- *har inngående kunnskap om vitenskapelig teori og metoder innen naturvitenskap og ingeniørfag*
- *kan anvende sin kunnskap på nye teknologiske områder*
- *Anvendt matematikk:*
  - *Har kunnskap innenfor de matematiske retninger som er relevante for å beskrive ikke-lineære prosesser i fysikk.*
  - *Har inngående kunnskaper om prinsipper for matematisk modellering i fysikk og anvendt matematikk.*
  - *Har inngående kunnskaper om prinsipper for numerisk analyse av problemstillinger i fysikk og anvendt matematikk.*
- *Jordobservasjon:*
  - *Har inngående kunnskaper om fjernmålingssensorer*
  - *Har inngående kunnskaper om databehandling, dataanalyse og hvordan kvantitativ informasjon hentes ut fra jordobservasjonsdata*
  - *Har inngående kunnskaper om hvordan fjernmålingsdata brukes i ulike praktiske anvendelser*
- *Maskinlæring og statistikk:*
  - *Har dyp kunnskap om generell statistisk metodikk*
  - *Har spesialisert kunnskap om virkemåten til moderne matematisk-statistiske algoritmer for automatisert og datadrevet analyse, og hvordan de brukes på praktiske problemstillinger for å klassifisere data og å detektere objekter, hendelser eller avvik*

- *Har solid innsikt i hvordan statistiske og matematiske modeller kan brukes til å beskrive, forklare eller søke etter årsakssammenhenger i reelle data*
- *Har kunnskap om effektiv programmering og utnyttelse av datamaskiner for å utføre beregningskrevende oppgaver*
- **Sensorteknologi:**
  - *Har teoretisk forståelse for hvordan ulike typer sensorer, transdusere og antennesystemer virker*
  - *Har eksperimentelle kunnskaper om bruk av sensorer, transdusere eller antenner i konkrete målesystemer*
  - *Har nødvendig kunnskap for å kunne prosessere måledata og analysere disse*
- **Helseteknologi:**
  - *Har en fundamental fysisk forståelse for hvordan ulike typer medisinsk instrumentering fungerer*
  - *Har eksperimentell erfaring med systemer for innhenting av medisinske data*
  - *Har inngående kunnskap om signalbehandling og bildebehandling for helsedataanalyse*

#### *Ferdigheter – Kandidaten...*

- *kan analysere faglige problemstillinger innen anvendt fysikk og matematikk med utgangspunkt i fagområdenes teorier, metoder og nyere resultater fra internasjonal forskning*
- *kan anvende rådende teorier, metoder og fortolkninger og arbeide selvstendig med praktisk og teoretisk problemløsning*
- *kan integrere ny kunnskap og samtidig vurdere dens begrensninger, tvetydighet og ufullstendighet*
- *kan analysere og forholde seg kritisk til ulike informasjonskilder og anvende disse til å strukturere og formulere faglige resonnementer*
- *kan under veiledning gjennomføre et selvstendig, avgrenset forsknings- eller utviklingsprosjekt innen anvendt fysikk og matematikk*
- *kan utføre sitt arbeid i tråd med gjeldende forskningsetiske normer*
- **Anvendt matematikk:**
  - *Kan formulere og vurdere matematiske modeller. Blant annet med tanke på stabilitet og robusthet*
  - *Kan implementere og analysere numeriske analyser av ikke-lineære problemstillinger*
- **Jordobservasjon:**
  - *Kan vurdere hvilke fjernmålingssensorer som kan brukes til å måle spesifikke fysiske/geofysiske størrelser*
  - *Kan vurdere analysestrategier knyttet til ulike anvendelser av jordobservasjonsdata*
  - *Kan analysere fjernmålingsdata og vurdere resultatene av analysen*
- **Maskinlæring og statistikk:**
  - *Kan bruke maskinlæringsmetoder og algoritmer fundert i matematikk og statistikk til å analysere ulike typer reelle data*

- *Kan analysere problemstillinger og velge hensiktsmessig modeller og metoder for å trekke ut ønsket informasjon fra tilgjengelige data*
- *Kan skrive effektiv programvare for numeriske beregninger og analyse av store og/eller komplekse datasett*
- **Sensorteknologi:**
  - *Kan bidra til utvikling av ny teknologi eller nye metoder innenfor forskningsfeltet*
  - *Kan prosessere og vurdere kvaliteten på dataserier og bilder*
  - *Kan gjennomføre eksperimentelle undersøkelser i en bedrift eller forskningsinstitusjon*
- **Helseteknologi:**
  - *Kan bidra til utvikling av ny teknologi eller nye metoder innenfor forskningsfeltet*
  - *Kan prosessere, analysere, og vurdere kvaliteten på medisinske dataserier og bilder*
  - *Kan jobbe i et tverrfaglig forskningsmiljø*

#### *Generelle kompetanse – Kandidaten...*

- *kan analysere relevante fagetsiske, yrkesetiske og forskningsetiske problemstillinger*
- *kan formidle omfattende selvstendig arbeid og behersker terminologien innen sitt fagområde*
- *kan kommunisere om faglige problemstillinger, analyser og konklusjoner innenfor sitt fagområde, både med spesialister og til allmennheten*
- *kan arbeide selvstendig og i grupper med praktisk og teoretisk løsning av problemer innen anvendt fysikk og matematikk*
- *kan bidra til nytenking og i innovasjonsprosesser innenfor naturvitenskap og teknolog*

#### **Studiets relevans**

Studiet kvalifiserer for jobber innen forskning og utvikling, industri og produksjon, forvaltning og rådgivning. Gjennomført studium vil kunne gi grunnlag for opptak til ph.d.-studier i fysikk, matematikk eller statistikk.

#### **Arbeidsomfang og læringsaktiviteter**

Studieprogrammet består av 300 studiepoeng.

Emnene i studieprogrammet har varierte undervisningsformer, gjerne forelesninger og øvelser, eventuelt også i kombinasjon med laboratorieøvelser, pc-lab eller feltkurs.

I spesialpensa, på prosjektoppgaver og på masteroppgaven gis individuell veiledning av instituttets

#### **Eksamen og vurdering**

Eksamensform varierer, men består som regel av en avsluttende muntlig eller skriftlig eksamen, ofte i kombinasjon med en hjemmeeksamen, prosjektoppgave eller laboratorierapport. I mange av emnene, spesielt i starten av studiet, kreves obligatoriske oppgaver godkjent for tilgang til eksamen.

#### **Krav til det selvstendige arbeidet**

Studiet avsluttes med en mastergradsoppgave med et omfang på 30 studiepoeng.

Mastergradsoppgaven skal utføres individuelt. Eksamensform omfatter innlevering av mastergradsoppgave innen gitt frist, og forutsetter godkjenning av veiledningskontrakt.



### **Undervisnings- og eksamensspråk**

Studieprogrammets språk er norsk, og de fleste emner er norskspråklige. For disse emnene vil undervisning og eksamensoppgaver være på norsk, men pensumlitteraturen er ofte på engelsk.

For å utvikle kompetanse i engelsk fagspråk og for å integrere internasjonale studenter i studiemiljøet, vil alle emner på 3000-nivå og enkelte på 2000-nivå være engelskspråklige. Undervisning, pensumlitteratur og eksamensoppgaver vil her være på engelsk.

### **Internasjonalisering og utveksling**

Ved fakultet for naturvitenskap og teknologi undervises alle 3000-emner på engelsk. I tillegg undervises flere 2000-nivå emner på engelsk. Studentene må lære å uttrykke seg og beherske faget og fagterminologien på engelsk for å kunne delta internasjonalt. Fagmiljøet tilknyttet studiet har aktivt samarbeid med ledende forskningsmiljøer internasjonalt, dette kommer også studentene til gode.

Uttekslingsopphold ved annen utdanningsinstitusjon i Norge eller utlandet kan inngå i studiet etter avtale. Flere uttekslings- og stipendprogrammer med destinasjoner i ulike verdensdeler er tilgjengelige. Spesielt anbefalte utdanningsinstitusjoner finnes på fakultet for naturvitenskap og teknologi sin nettside om utteksling. Emnene som planlegges gjennomført ved ekstern institusjon må forhåndsgodkjennes av instituttet. Uttekslingsopphold anbefales gjennomført etter fullført basisblokk, men kan ved tilpasninger i utdanningsplanen gjennomføres på annet tidspunkt.

### **Administrativt ansvarlig og faglig ansvarlig**

Institutt for fysikk og teknologi er administrativt og faglig ansvarlig for studiet. Programstyret behandler studiesaker tilknyttet til studiet. Studiet tilhører Fakultet for naturvitenskap og teknologi.

### **Kvalitetssikring**

Studieprogrammet evalueres årlig. Emnene som inngår i studieprogrammet evalueres minimum hver tredje gang de gis. Oversikt over hvilke emner som skal evalueres hvert semester finnes på fakultetets kvalitetssikringssider.

Studieprogrammet ledes av ett programstyre med representanter fra instituttledelsen, fagmiljøet og studenter. Programstyret behandler saker som angår studieprogrammet som for eksempel studieprogramevaluering, endringer i studieplanen og tiltak for å forbedre studietilbudet. Programstyret er etablert på instiuttnivå.

### **Andre bestemmelser**

Fakultet for naturvitenskap og teknologi har utarbeidet utfyllende bestemmelser for femårig mastergradsprogram i teknologi/sivilingeniør.