

Studieplan for videreutdanning i MR (ViMR)

0. Om studieprogrammet

Navn på studieprogrammet	Bokmål	Videreutdanning i MR
	Nynorsk	Vidareutdanning i MR
	Engelsk	Postgraduate education in MRI
Studienivå	Syklus 2	
Antall studiepoeng	60	
Normert studietid	2 år	
Anslått arbeidsbelastning	800 timer per studieår	
Undervisningsspråk	Norsk (og noe engelsk)	
Studiested	Trondheim	
Ansvarlig fakultet	Fakultet for medisin og helsevitenskap (MH)	
Ansvarlig institutt	Institutt for sirkulasjon og bildediagnostikk (ISB)	
Studieprogramleder	Beathe Sitter	

1. Innledning

Videreutdanning i MR utgjør et faglig fundament for videre læring, kompetanseheving og fagutvikling. Studentene skal gjennom studiet utvikle profesjonell kunnskap og ferdigheter, og stimuleres til kritisk tenkning rundt og ansvarsfull utnyttelse av MR- teknologien, både når det gjelder daglig bruk av modaliteten til diagnostisk bildeframstilling og utvikling/forskning på området.

Demografiske og teknologiske endringer i samfunnet medfører omfattende utfordringer for helse og omsorgstjenesten. Bildediagnostikk er en viktig del av den medisinske vurderingen for primært å kunne stille diagnose, og også for å følge sykdomsforløp og vurdere behandlingseffekter. Bruk av MR i bildediagnostikk er økende, og en ytterligere økning forventes med økende antall og andel eldre mennesker i befolkningen. Flere tiltak vil være viktige for å møte behov i den nære fremtid, herunder mer effektive og mindre personellintensive tjenester, bedre kompetanse i yrkesutøvelsen, og samarbeid på tvers av sektorer. Effektiv utnyttelse av bildediagnostisk MR-utstyr vil bli enda viktigere enn i dag. Den teknologiske utviklingen har samtidig ført til svært komplekst bildediagnostisk utstyr, og MR-skannere er avansert teknologisk utstyr i en kontinuerlig forbedring og utvikling av både maskin- og programvare. Dette inkluderer stadig større utvalg av og forbedring i sekvenser, med muligheter for nye typer informasjon i bildene.

MR er en teknologi med økende kompleksitet, inkludert det teoretiske grunnlaget som kreves for best mulig utnyttelse av utstyret. Radiografen har ansvar for optimal utnyttelse av MR-teknologi, og samtidig ivareta behov og sikkerhet for den enkelte pasient. Høy kompetanse og faglig integritet er viktig for optimal utførelse av arbeidsoppgaver. Fagmiljøet er tverrfaglig, og krever tydelig kommunikasjon med fysikere, leger, sykepleiere og annet personell i helsesektoren. Grundig teoretisk skoloring gjennom videreutdanning i MR skolerer for bedre teknisk gjennomføring av MR-undersøkelser og bedre tverrfaglig samarbeid.

2. Opptak

2.1 Opptakskrav

Videreutdanning i MR er et tilbud for søkere med treårig helsefaglig utdanning innen radiografi, dvs. bachelor i radiografi.

2.2 Politiattest

Det kreves politiattest med hjemmel i kapittel 6 i opptaksforskrifta.

<https://www.ntnu.no/studier/opptak/politiattest>

2.3 Skikkethetsvurdering og autorisasjon

Ikke aktuelt

2.4 Taushetserklæring

Studenten må undertegne taushetserklæring ved studiestart.

En student som i studiesammenheng får kjennskap til noens personlige forhold, har taushetsplikt etter de regler som gjelder for yrkesutøvere på vedkommende livsområde, jf. § 4-6 i lov om universiteter og høyskoler. Studenter forplikter seg til å gjøre seg kjent med de bestemmelser om taushetsplikt som gjelder for sitt fagområde, jf. lov om helsepersonell kap. 5 og 6.

3. Læringsutbyttebeskrivelser

Etter fullført videreutdanning i MR skal kandidaten:

Kunnskaper	K1	<ul style="list-style-type: none">• kunne gjøre rede for oppbygging av, og grunnleggende teori og prinsipper for bildedannelse med valgte bildemodalitet
	K2	<ul style="list-style-type: none">• ha inngående kunnskaper om egenskaper, egnethet, styrker, svakheter og begrensninger ved et spekter av metoder for medisinsk avbildning
	K3	<ul style="list-style-type: none">• kunne vurdere muligheter og begrensninger i nye og avanserte teknikker innen MR-avbildning ut fra etablert teoretisk fundament i fysikk og matematikk
Ferdigheter	F1	<ul style="list-style-type: none">• kunne vurdere og begrunne valg av undersøkelsesprotokoller og parametere for bildeopptak
	F2	<ul style="list-style-type: none">• kunne implementere og optimalisere eksisterende, nye og avanserte metoder og protokoller for MR-avbildning
Generell kompetanse	GK1	<ul style="list-style-type: none">• kunne utvikle relevante indikatorer for kvalitet i forhold til kliniske og vitenskapelige problemstillinger og ivareta pasientens hensyn
	GK2	<ul style="list-style-type: none">• kunne kombinere kunnskaper og ferdigheter innen MR til økt effektivitet og forbedret bildekvalitet i virksomheten
	GK3	<ul style="list-style-type: none">• kunne kommunisere om problemstillinger, analyser og konklusjoner innen MR til spesialister i helsetjenesten, pasienter, pårørende, og til allmenheten
	GK4	<ul style="list-style-type: none">• kunne påvirke til ny anvendelse av MR i forskningsprosjekt og ved omstillinger i klinikk

4. Studieprogrammets oppbygging

Videreutdanning i MR er en fordypning i det teoretiske grunnlaget for MR billedannelse. Det er et deltidsstudium over to år, og undervisningen er i hovedsak nettbasert med samlinger. Studieprogrammets oppbygging og organisering gir stor grad av fleksibilitet, og skal kunne følges både i kombinasjon med jobb og av kandidater bosatt utenfor Trondheim. Alle emner, med unntak av praksis-emnet, undervises sammen med studenter på master i medisinsk bildeteknologi, retning MR.

Studieprogrammets oppbygging vises i tabellen under, med antall studiepoeng per emne oppgitt i klamme:

Semester	Emnekode	Emne (studiepoeng)
1	RAT3101	Introduksjon til MR (7,5 SP)
	RAT3111P	MR praksis (7,5 SP)
2	RAT3102	Metodiske prinsipper og teknikker innen MR (15 SP)
3	RAT3103	MR matematikk (15 SP)
4	RAT3104	Avansert MR-fysikk: generelle metoder (7,5 SP)
	RAT3105	Avansert MR-fysikk: fysiologi (7,5 SP)

Første studieår

Første studieår består av tre emner, to teoretiske MR emner (totalt 22,5 SP) og et praksis-emne (totalt 7,5 SP). Det vil avholdes samlinger i begynnelsen av begge semester, og studentene skal levere oppgaver fra gruppearbeid og individuelt arbeid, med tilbakemeldinger. I første semester introduseres grunnleggende MR-teori parallelt med MR praksis. Emnet Introduksjon til MR omhandler de mest sentrale temaene for dannelse av MR-bilder og sikkerhet ved MR-undersøkelser. Det legges vekt på billedannelse i MR gjennom en grundig innføring i MR-fysikk og pulssekvenser. Praksis-emnet omhandler de samme temaene, og sammen skal de to emnene gi god forståelse for teori og årsaks-sammenhenger, som danner et grundig fundament for en videre fordypning i MR-avbildning. I andre semester går emnet Metodiske prinsipper og teknikker innen MR, som fokuserer på klinisk anvendelse av MR-avbildning, og spenner over et stort spekter av teknikker, anatomiske områder og patologier. Gjennom arbeid med dette emnet skal studentene bli godt kjent med kliniske, bildediagnostiske problemstillinger innen fagfeltet og hvordan disse kan løses.

Andre studieår

Andre studieår består av tre teoretiske emner (totalt 30 SP). I alt gjennomføres fem samlinger, tre i MR-matematikk i semester 3 og en i hver av emnene Avansert MR-fysikk; generelle metoder og Avansert MR-fysikk; fysiologi i semester 4. I emnet MR-matematikk (15 SP) blir kandidatene kjent med matematiske verktøy som gir gjennomgripende forklaringer for mekanismer og prinsipper i MR-fysikk. Undervisning i emnet vektlegger gjennomføring av regneoppgaver og danner et matematisk fundament for forståelse av MR-teori. Avansert MR-fysikk; generelle metoder (7,5 SP) og Avansert MR-fysikk; fysiologi (7,5 SP) omhandler nye og etablerte, avanserte MR-teknikker. Dette er for eksempel metoder for raske opptak eller reduksjon av artefakter, eller kontrastdannelse basert på fysiologiske prosesser. Matematiske forklaringsmodeller brukes for å gi en grundig forståelse av de ulike metodenes mekanismer. Gjennom dette teoretiske fundamentet bygger studentene kompetanse til å kunne vurdere nye og etablerte MR-teknikker og evaluere deres betydning for bruk i klinikk og forskning. Studentene samarbeider i grupper med oppgaver for innleveringer med tilbakemeldinger i alle tre emner. I dette studieåret etableres et robust grunnlag for forståelse og bruk av matematiske forklaringsmodeller for ulike MR-metoder.

5. Lærings- og vurderingsformer

Videreutdanninga i MR skal gi en fordypning i det teoretiske grunnlaget for bildedannelse med MR, den kliniske anvendelsen og begrensninger. Undervisningen er forskningsbasert, som gjennom undervisning av forskere i egne forskningsområder eller i forskningsmetoder som brukes i egen forskning, og ved bruk av data fra forskningsprosjekt som materiale i ulike studentaktive oppgaver. Forelesninger, selvstudier, selvtester og obligatorisk aktivitet i form av oppgaver vil være gjennomgående verktøy for tilegnelse av teoretisk kunnskap. Det er planlagt varierte undervisnings- og læringsformer, som forelesninger, kortfilmer (animasjoner, forelesninger ol.), seminar, litteraturstudier, artikler, lenker, selvtester, gruppearbeid, selvstendig arbeid, veiledning til besvarelser på oppgaver og diskusjonsforum med studenter og faglærere. Studentene skal også kommunisere om faglige problemstillinger innenfor alle emner i studiet, og vil oppøve sin analytiske kompetanse gjennom arbeid med konkrete oppgaver, gruppearbeid og faglige diskusjoner. Arbeids-, lærings- og vurderingsformene vil variere noe avhengig av de ulike emnene. Det er redegjort nærmere for dette under den enkelte emnebeskrivelse.

Studiet er lagt opp med et relativt lite antall samlinger, som i stor grad tilrettelegger for studier ved siden av jobb. Ved samlinger vil hovedaktivitet være forelesninger over de ulike tema i emnene. Her tydeliggjøres studentrollen, og et felles internasjonalt miljø etableres. For å utnytte potensialet i den synkrone samhandlingslæringen under samlingene, gjennomføres studentaktive arbeidsformer og fellesaktiviteter. Dette bidrar også til en lavere terskel for spontane diskusjoner og oppklaringer, som er sentralt for å sikre en felles forståelse og den enkeltes endelige læringsutbytte. Samlingene vil dessuten bidra til en viktig konkretisering av teori og teknikk gjennom praktiske øving ved kliniske MR-system.

Nettbaserte studier krever en stor grad av selvstendig arbeid, men også gode system og verktøy som legger til rette for god kommunikasjon mellom studenter, og mellom studenter og lærere, og som samler materiale for mest mulig effektiv læring. Det beskrevne studieprogrammet viderefører en nettbasert videreutdanning som har vært i drift siden 2003.

Det er viktig å etablere gode møteplasser under samlinger, men det er også avgjørende å tilrettelegge for ulike former for kommunikasjon via internett, som åpner for ulike måter for tilknytning og samarbeid mellom studenter. Det vektlegges jevnlig kontakt mellom studenter, og mellom studenter og faglærere, gjennom det virtuelle klasserommet i den valgte e-læringsplattformen.

Filmede forelesninger og kortfilmer (animasjoner og lignende) kompletterer undervisning ved samlinger og litteratur. Selvstudier vil i stor grad være individuell og selvstendig læringsaktivitet, men vil stimuleres gjennom for eksempel forslag til litteratur, artikler og relevante websider fra faglærer, diskusjonstråder (fra studenter og faglærer) og oppslag i det virtuelle klasserommet. Selvtester kan brukes av studenter for evaluering av eget kunnskapsnivå.

De ulike arbeidsmetodene stimulerer ulike former for læring og kommunikasjon. Et sentralt læringsverktøy er obligatorisk aktivitet i form av oppgaver. Et av formålene med disse er å videreutvikle studentenes evne til kritisk tenkning. Arbeidsoppgavene skal gi studentene trening i å løse problemer selvstendig og i gruppe, gi trening i kritisk vurdering av vitenskapelig litteratur og i å kunne presentere resultatet på en presis og lettfattelig måte. Deler av studiet er organisert som gruppearbeid, dels for at studentene skal lære hverandre å kjenne, dels for å hjelpe hverandre og dele kunnskap, og dels for å oppøve kritisk tenking gjennom diskusjon. Da studentene ikke treffer hverandre fysisk daglig, ansees det som viktig med oppgaver i gruppe for å styrke studierollen og dermed innlæringen. De fleste oppgavene vil være skriftlige innleveringer. Oppgavene skal løses innenfor fastsatte tekniske og faglige og etiske kriterier, som for eksempel antall ord, sider og innenfor en tidsfrist, samt skrevet etter gitte retningslinjer for oppgaveskriving. Etter innlevering av besvarelser i det virtuelle klasserommet, gis en tilbakemelding på besvarelsen fra lærer. Tilbakemeldingen kan være skriftlig eller muntlig.

Tilbakemeldingen/veiledning gis etter fastsatte kriterier på faglig innhold og oppgaveteknisk kvalitet. Etter at studentene har mottatt tilbakemelding, må de levere en rettet versjon som baserer seg på tilbakemeldingen. Tilbakemeldingen kan inneholde nye, direkte spørsmål som skal besvares. Da blir studenten tvunget til å forklare med egne ord og testet på egen forståelsen av faget.

6. Internasjonalisering

Studieprogrammet har flere internasjonale samarbeid om undervisning og forskning, som inkluderer utveksling av stab og studenter. Siden studieprogrammet er et nettbasert deltidsstudium, og en overvekt av studentene kombinerer studiet med jobb, er det lagt vekt på fleksible løsninger for studentmobilitet. Studieprogrammet har aktive samarbeid innen utdanning med følgende utdanninger innen radiografi og bildeteknologi: Københavns Professionshøjskole (Danmark), University of Queensland (Australia), og University of Ghana (Ghana). Alle samarbeid inkluderer muligheter for utveksling av studenter.

7. Yrkesmuligheter/videre studier

Gjennom videreutdanningen vil kandidatene etablere et bredere teoretisk grunnlag som styrker MR-kompetansen i tverrfaglige samarbeid. Videre vil radiografer med en teknologisk retta

videreutdanning kunne ta større del av ansvar og arbeid i prosesser med kvalitetssikring, protokoller og forskerprosjekt, og kan delta i ulike prosjekter innen alle disse kategorier. Det vil også styrke helse og omsorgstjenesten at teknisk personell kan ta større ansvar og arbeidsoppgaver tilknyttet omstillinger og endringer som vil bli nødvendig i helse og omsorgstjenestene. Videreutdanningen kan inngå som del av en masterutdanning, som for eksempel master i medisinsk bildeteknologi ved NTNU.

8. Entreprenørskap, innovasjon og nytenkning

Kandidaten vil ha sterk teoretisk kompetanse, og teoretiske og praktiske ferdigheter innen MR. Han/hun er godt skolert til å gjennomføre et systematisk og metodisk arbeid, som å optimalisere undersøkelsesprotokoller for bedre bilde kvalitet, bedre fremstilling av patologi, kortere undersøkelsestid, eller endrede prosedyrer ved avdelinga, med mer.

9. Emnebeskrivelser

Emnekode	RAT3101
Emnetittel	Introduksjon til MR
	Introduksjon til MR
Studiepoeng	7,5
Studienivå	Master (høyere grads nivå)
Semester	Høst
Språk	Norsk / Svensk / Dansk / Engelsk
Forkunnskapskrav	Emnet har studierettskrav. For å avlegge eksamen i emnet må studenten være tatt opp til master i medisinsk bildeteknologi eller videreutdanning i MR.
Faglig innhold	Emnet er bygd opp av fem delemner; MR-fysikk, magnettomograf, MR sikkerhet, bildedannelse, kontrastmekanismer (T1, T2, T2*, kontrastmidler) og MR-pulssekvenser. I tillegg undervises litteratursøk, innføring i rapportskriving og bruk av e-læringsplattform.
Læringsutbytte	<p>Kandidater som har fullført emnet skal oppnå følgende læringsutbytter:</p> <p>Studentene skal:</p> <p>Kunnskaper:</p> <p>Kunne redegjøre for oppbygningen av en MR-enhet Forstå og redegjøre for grunnleggende fysikk innen MRI Kunne redegjøre for dannelse av kontrast i MR-bildene Kunne redegjøre for teoretisk og praktisk sikkerhet ved bruk av MR Forstå og redegjøre for ulike pulssekvenser Forstå mekanismene for bildedannelse i MR</p> <p>Ferdigheter:</p> <p>Kunne vurdere avbildningsparametere og utføre bildeoptimalisering Kunne redegjøre for og ta i bruk forskjellige pulssekvenser Kunne foreta litteratursøk og skrive oppgavebesvarelser i form av rapport etter vitenskapelige retningslinjer</p> <p>Generelle kompetanse:</p> <p>Bruke MR-teori i praktiske MR bildediagnostiske formål Kunne reflektere og kommunisere om faglige problemstillinger innenfor emnets innhold</p>
Læringsformer	Samlingsbaserte forelesninger og gruppearbeid med elektronisk innlevering. Det vil bli avholdt én samling over fire dager i høstsemesteret, og studentene har fem obligatoriske arbeidskrav. Lærerressurser gjøres tilgjengelig via e-læringsplattform: artikler, lenker, kortfilmer (animasjoner, forelesninger ol.), selvtester, besvarelser på oppgaver og diskusjonsforum med studenter og faglærere.
Obligatoriske aktiviteter	Alle arbeidskrav må være godkjent for å kunne fremstille seg til eksamen i emnet.
Vurderingsform	Skriftlig eksamen, 5 timer. Bokstavkarakterer A-E for bestått og F for ikke bestått.

	Studenter som har gyldig fravær ved eller strøk ved siste ordinære eksamen har rett til å fremstille seg til utsatt eksamen, jf. § 5-6 i Forskrift om studier ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU). Dato for utsatt eksamen er august/september påfølgende år. Ingen hjelpemidler er tillatt.
Emneansvarlig	Førsteamanuensis Beathe Sitter
Ansvarlig institutt	Institutt for sirkulasjon og bildediagnostikk
Eventuelle andre relevante opplysninger	Emnet evalueres i henhold til NTNUs kvalitetssystem for utdanning. Evaluering gjennomføres etter avlagt eksamen, gjennom skriftlig evaluering i e-læringsplattformen, og/eller gjennom nedfelte referansegruppe.

Emnekode	RAT3111P
Emnetittel	MR praksis
	MR praksis
Studiepoeng	7,5
Studienivå	Syklus 2
Semester	Høst
Språk	Norsk / Svensk / Dansk / Engelsk
Forkunnskapskrav	Ingen kunnskapskrav utover opptakskrav for studiet. Emnet har studierettskrav. For å avlegge eksamen i emnet må studenten være tatt opp til studieprogrammet Videreutdanning i MR.
Faglig innhold	Emnet er basert på praktisk bruk av MR i klinikk, hvor praktisk forståelse av følgende er sentralt; fysikk, apparatlære, bildedannelse, kontrastmekanismer, kontrastmidler, pulssekvenser, artefakter, bildekvalitet, optimalisering, anatomi og patologi knyttet til MR
Læringsutbytte	<p>Kandidater som har fullført emnet skal oppnå følgende læringsutbytter:</p> <p>Kunnskap: Kan vise praktisk forståelse og gjøre rede for fysikk, apparatlære, bildedannelse, opptaksteknikker, kontrastmidler, sikkerhet, ivaretagelse av pasient og anatomi og patologiske forandringer knyttet til MR.</p> <p>Ferdigheter: Kan informere, observere og ivareta pasienter i et MR-miljø Kan ta i bruk protokoller, utføre bildeoptimalisering, registrere artefakter og vurdere normal anatomi og hyppig forekommende patologi med MR. Kan gjøre vurderinger av teknisk og diagnostisk bildekvalitet innen MR. Kan anvende bildebehandlingsteknikker og kan vurdere sammenheng mellom disse og bildekvalitet.</p> <p>Generell kompetanse: Kan planlegge og utføre av kunnskapsbasert radiografi, samt hvordan systematisk vurdering av kvaliteten av arbeid gir et grunnlag for sikker diagnostikk og behandling. Kan formidle og delta i samtaler om MR-teori</p>
Læringsformer	Praksis
Obligatoriske aktiviteter	5 uker (187,5 t) praksis ved en MR-enhet som er godkjent av NTNU.

Vurderingsform	Emnet vurderes bestått/ikke bestått. Det er åpent for fleksible løsninger slik at studenten kan ta praksisen på heltid eller deltid i løpet av semesteret. Det er utarbeidet en sjekklister som bygger på emnets læringsmål. Sjekklister formål er et underlag for aktiviteter og vurdering av student. Det skal være en veileder ved praksisplassen (godkjent av NTNU), som har ansvar for å kommentere og attestere sjekklister.
Emneansvarlig	Universitetslektor Benny Per-Axel Ehrnholm
Ansvarlig institutt	Institutt for sirkulasjon og bildediagnostikk
Eventuelle andre relevante opplysninger	Emnet evalueres i henhold til NTNUs kvalitetssystem for utdanning. Evaluering gjennomføres etter avlagt eksamen, gjennom skriftlig evaluering i e-læringsplattformen, og/eller gjennom nedfelte referansegruppe.

Emnekode	RAT3102
Emnetittel	Metodiske prinsipper og teknikker innen MR
	Methodological Principles and Techniques in MR
Studiepoeng	15
Studienivå	Master (høyere grads nivå)
Semester	Høst
Språk	Norsk / Svensk / Dansk / Engelsk
Forkunnskapskrav	Emnet har studierettskrav. For å avlegge eksamen i emnet må studenten være tatt opp til master i medisinsk bildeteknologi, videreutdanning i MR, eller videreutdanning i ultralyd av hjerte.
Faglig innhold	Emnet er fokusert på klinisk anvendelse av MR, med bruk av relevante avbildnings-teknikker. Fordypning i teori for MR-fysikk, artefakter, kontrastmidler og avbildningsparametere. MR-teori knyttes opp mot anatomi og patologiske forandringer, indikasjoner for MR-undersøkelser og bruk av kontrastmidler, strategier for optimalisering av avbildning, pasientomsorg, kommunikasjon, pasienthåndtering og rapportskriving.
Læringsutbytte	<p>Kandidater som har fullført emnet skal oppnå følgende læringsutbytter:</p> <p>Kandidaten skal:</p> <p><i>Kunnskaper:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Kunne forklare og vurdere prosedyrer for konvensjonelle, kliniske MR-undersøkelser. - Kunne forklare og gjøre rede for kontrastmidlers virkningsmekanismer, indikasjoner og kontraindikasjoner - Kunne gjøre rede for anatomiske strukturer og patologiske forandringer og patofysiologi - Kunne forklare og vurdere effekten av endringer av ulike avbildningsparametere - Kunne redegjøre for artefakter innen MR-avbildning <p><i>Ferdigheter:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Kunne vurdere teoretisk og praktisk hvordan anatomi og fysiologi framstilles med og uten kontrastmiddel-undersøkelser med MR

	<ul style="list-style-type: none"> - Kunne identifisere anatomiske strukturer og patologiske forandringer - Kunne redegjøre for indikasjoner for ulike MRI undersøkelser - Kunne vurdere bildekvalitet med hensyn på kontrast og artefakter og utføre bildeoptimalisering - Kunne velge, tilpasse og fornye protokoller for undersøkelser <p><i>Generell kompetanse:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Tilegne seg kunnskaper og ferdigheter som sikrer god evne til å ivareta pasienter ved en MR-avdeling - Kunne bruke teori til praktiske bildediagnostiske formål, slik at dette bidrar til økt effektivitet og forbedret bildekvalitet
Læringsformer	Samlingsbaserte forelesninger og gruppearbeid med elektronisk innlevering. Det vil bli avholdt én samling over tre-fire dager i vårsemesteret med praktisk øving ved klinisk MR-system, og studentene har sju obligatoriske arbeidskrav. Lærerressurser gjøres tilgjengelig via nettet (E-læringsplattform): artikler, lenker, kortfilmer (animasjoner, forelesninger ol.), selvtester, besvarelser på oppgaver og diskusjonsforum med studenter og faglærere.
Obligatoriske aktiviteter	Alle arbeidskrav (7) må være godkjent for å kunne fremstille seg til eksamen i emnet.
Vurderingsform	Hjemmeeksamen, 48 t. Karakter: bestått /ikke bestått Studenter som har gyldig fravær ved eller strøk ved siste ordinære eksamen har rett til å fremstille seg til utsatt eksamen, jf. § 5-6 i Forskrift om studier ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU). Dato for utsatt eksamen er august/september påfølgende år.
Emneansvarlig	Universitetslektor Benny Per-Axel Ehrnholm
Ansvarlig institutt	Institutt for sirkulasjon og bildediagnostikk
Eventuelle andre relevante opplysninger	Emnet evalueres i henhold til NTNUs kvalitetssystem for utdanning. Evaluering gjennomføres etter avlagt eksamen, gjennom skriftlig evaluering i e-læringsplattformen, og/eller gjennom nedfelte referansegruppe.

Emnekode	RAT3103
Emnetittel	MR-matematikk MR Mathematics
Studiepoeng	15
Studienivå	Master (høyere grads nivå)
Semester	Høst
Språk	Norsk / dansk
Forkunnskapskrav	Emnet har studierettskrav. For å avlegge eksamen i emnet må studenten være tatt opp til master i medisinsk bildeteknologi, eller videreutdanning i MR.
Faglig innhold	Emnet gir en innføring i matematikk som skal gi studenten et grunnlag for å forstå den matematiske beskrivelsen av bl.a. pulssekvenser, fouriertransformasjon og k-space. Tema som inngår i emnet er algebra, funksjonslære, eksponentialfunksjoner, trigonometriske funksjoner,

	derivasjon, integrasjon, vektorer, komplekse tall og komplekse eksponentialfunksjoner, fourier-transformasjon, konvolusjon og aliasing.
Læringsutbytte	<p>Kandidaten skal:</p> <p><i>Kunnskaper:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Kunne forstå sammenhengen mellom roterende vektorer og trigonometriske funksjoner • Kunne forstå sammenhengen mellom tid og frekvens for funksjoner • Kunne forstå matematiske uttrykk som omhandler fouriertransformasjon, konvolusjon og aliasing • Kunne forstå forhold og begrensninger som gjelder for diskrete funksjoner/signaler <p><i>Ferdigheter:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Kunne gjøre egne beregninger innenfor algebra, funksjonslære, trigonometriske funksjoner, derivasjon, integrasjon, vektorregning, komplekse tall og komplekse eksponentialfunksjoner • Kunne bruke matematiske uttrykk for å beskrive MR-fysikk og teknologi <p><i>Generelle kompetanse:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Kunne bruke funksjoner og vektorer som verktøy for å beskrive forhold som gjelder MR-teknologi • Kunne forstå vitenskapelige artikler med matematiske forklaringsmodeller
Læringsformer	Samlingsbasert undervisning med regneøvinger, samt gruppearbeid med elektronisk innlevering. Det blir avholdt tre samlinger over til sammen ti dager (3+4+3) i høstsemesteret, og studentene har fem obligatoriske arbeidskrav. Lære-ressurser gjøres tilgjengelig via e-læringsplattform: lenker, besvarelser på oppgaver og diskusjonsforum med studenter og faglærere.
Obligatoriske aktiviteter	Alle arbeidskrav (5) må være godkjent for å kunne fremstille seg til eksamen i emnet.
Vurderingsform	Skriftlig eksamen, 4 timer. Bokstavkarakterer. Studenter som har gyldig fravær ved eller strøk ved siste ordinære eksamen har rett til å fremstille seg til utsatt eksamen, jf. § 5-6 i Forskrift om studier ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU). Tillatte hjelpemidler er godkjent formelsamling og kalkulator
Emneansvarlig	Førsteamanuensis Øystein Olsen
Ansvarlig institutt	Institutt for sirkulasjon og bildediagnostikk
Eventuelle andre relevante opplysninger	Emnet evalueres i henhold til NTNUs kvalitetssystem for utdanning. Evaluering gjennomføres etter avlagt eksamen, gjennom skriftlig evaluering i e-læringsplattformen, og/eller gjennom nedfelte referansegruppe.

Emnekode	RAT3104
Emnetittel	Avansert MR-fysikk: Generelle metoder Advanced MR Physics: General Methods
Studiepoeng	7,5
Studienivå	Master (høyere grads nivå)

Semester	Vår
Språk	Norsk / Svensk / Dansk / Engelsk
Forkunnskapskrav	Emnet har studierettskrav. For å avlegge eksamen i emnet må studenten være tatt opp til master i medisinsk bildeteknologi eller videreutdanning i MR.
Faglig innhold	Emnet omhandler teoretiske prinsipper for avanserte MR-teknikker med relevans innen klinikk eller forskning. Tema for emnet er signalbehandling, Fourier-transformasjon, datasamling i K-space inkludert ikke-kartesiske metoder, metoder for reduksjon av artefakter (for eksempel på grunn av metall), og teknikker for raske opptak (parallell imaging, multiband mm). Emneinnhold vil tilpasses endringer som følge av den teknologiske utviklingen.
Læringsutbytte	<p>En kandidat med fullført emne skal ha følgende totale læringsutbytte: Kandidaten skal:</p> <p>Kunnskaper: Kunne forstå MR-fysikk forklart med matematiske modeller Kunne redegjøre for avanserte MR-teknikker som er vanlig tilgjengelig ved dagens standard MR-utstyr Kunne forstå nye avanserte teknikker ut fra etablert fundament i MR fysikk og matematikk</p> <p>Ferdigheter: Kunne vurdere skanneparametere og utføre bildeoptimalisering ved avanserte MR-teknikker Kunne bruke matematiske modeller til forklaring av MR-teori Kunne anvende sitt teoretiske grunnlag til å implementere avanserte MR-teknikker ved klinisk system</p> <p>Generell kompetanse: Kunne formidle selvstendig arbeid og beherske fagområdets uttrykksformer Kunne vurdere om nye MR-metoder og teknikker er gjennomførbare Har oversikt over de viktigste og vanligste avanserte teknikken</p>
Læringsformer	Samlingsbaserte forelesninger og gruppearbeid med innlevering via e-læringsplattform. Det vil bli avholdt en samling over tre dager med praktisk øving ved klinisk MR-system. Studentene må levere tre obligatoriske arbeidskrav. Tema for arbeidskrav gjøres delvis valgfritt ved at arbeidskravene velges ut fra fem oppgaver. Arbeidskravene vil være studentaktive, med øvingsoppgaver med bildedata; enten bilder tatt opp på eget arbeidssted, eller tilrettelagte øvingssett. Oppgavene kan også kobles til pågående forskningsprosjekter ved instituttet. Øvingsoppgaver kommer med skriftlige og video-baserte veiledere for gjennomføring. Arbeidskrav tilrettelegger for tematisk sammenkobling av teori og praksis. Besvarelser til arbeidskrav skal følge bestemte, generelle rammer for innhold, struktur og omfang. Lære-ressurser gjøres tilgjengelig via nettet (E-læringsplattform): artikler, lenker, kortfilmer (animasjoner, forelesninger ol.), selvtester, besvarelser på oppgaver og diskusjonsforum med studenter og faglærere.

Obligatoriske aktiviteter	Alle arbeidskrav (3) må være godkjent for å kunne fremstille seg til eksamen i emnet.
Vurderingsform	Vurdering av oppnådd læringsutbytte gjøres gjennom individuell, muntlig eksamen. Bokstavkarakterer A-E for bestått og F for ikke bestått
Emneansvarlig	Førsteamanuensis Beathe Sitter
Ansvarlig institutt	Institutt for sirkulasjon og bildediagnostikk
Eventuelle andre relevante opplysninger	Emnet evalueres i henhold til NTNUs kvalitetssystem for utdanning. Evaluering gjennomføres etter avlagt eksamen, gjennom skriftlig evaluering i e-læringsplattformen, og/eller gjennom nedfelte referansegruppe.

Emnekode	RAT3105
Emnetittel	Avansert MR-fysikk: Fysiologi
	Advanced MR Physics: Physiology
Studiepoeng	7,5
Studienivå	Master (høyere grads nivå)
Semester	Vår
Språk	Norsk / Svensk / Dansk / Engelsk
Forkunnskapskrav	Emnet har studierettskrav. For å avlegge eksamen i emnet må studenten være tatt opp til master i medisinsk bildeteknologi eller videreutdanning i MR.
Faglig innhold	Emnet omhandler teoretiske prinsipper for avanserte MR-teknikker med relevans innen klinikk eller forskning. Tema for emnet er avanserte metoder for MR-avbildning av ulike fysiologiske prosesser; perfusjon (DCE-MRI, DSC-MRI og ASL), fMRI, DTI m/fiber tracking, MRS, PET/MR (med Dixon og UTE) og multimodal MRI. Emneinnhold vil tilpasses endringer som følge av teknologisk utvikling over tid.
Læringsutbytte	<p>En kandidat med fullført emne skal ha følgende totale læringsutbytte: Kandidaten skal:</p> <p>Kunnskaper: Kunne forstå MR-fysikk forklart med matematiske modeller Kunne redegjøre for avanserte MR-teknikkens mekanismer og fremstilling av fysiologiske prosesser Kunne vurdere avanserte MR-teknikker som er relevante for å påvise spesifikk patologi eller patofysiologi</p> <p>Ferdigheter: Kunne bruke matematiske modeller til forklaring av MR-teori Kunne anvende sitt teoretiske grunnlag til å implementere avanserte MR-teknikker ved klinisk system</p> <p>Generell kompetanse: Kunne formidle selvstendig arbeid og beherske fagområdet uttrykksformer Har oversikt over de viktigste og vanligste avanserte teknikken</p>

	Vise oversikt over forskning innen feltet
Læringsformer	Samlingsbaserte forelesninger og gruppearbeid med innlevering via e-læringsplattform. Det vil bli avholdt en samling over tre dager med praktisk øving ved klinisk MR-system. Studentene må levere tre obligatoriske arbeidskrav. Tema for arbeidskrav gjøres delvis valgfritt ved at arbeidskravene velges ut fra fem oppgaver. Arbeidskravene vil være studentaktive, med øvingsoppgaver med bildedata; enten bilder tatt opp på eget arbeidssted, eller tilrettelagte øvingssett. Oppgavene kan også kobles til pågående forskningsprosjekter ved instituttet. Øvingsoppgaver kommer med skriftlige og video-baserte veiledere for gjennomføring. Arbeidskrav tilrettelegger for tematisk sammenkobling av teori og praksis. Besvarelser til arbeidskrav skal følge bestemte, generelle rammer for innhold, struktur og omfang. Lære-ressurser gjøres tilgjengelig via nettet (E-læringsplattform): artikler, lenker, kortfilmer (animasjoner, forelesninger ol.), selvtester, besvarelser på oppgaver og diskusjonsforum med studenter og faglærere.
Obligatoriske aktiviteter	Alle arbeidskrav (3) må være godkjent for å kunne fremstille seg til eksamen i emnet.
Vurderingsform	Vurdering av oppnådd læringsutbytte gjøres gjennom individuell, muntlig eksamen. Bokstavkarakterer A-E for bestått og F for ikke bestått
Emneansvarlig	Førsteamanuensis Beathe Sitter
Ansvarlig institutt	Institutt for sirkulasjon og bildediagnostikk
Eventuelle andre relevante opplysninger	Emnet evalueres i henhold til NTNUs kvalitetssystem for utdanning. Evaluering gjennomføres etter avlagt eksamen, gjennom skriftlig evaluering i e-læringsplattformen, og/eller gjennom nedfelte referansegruppe.