



**LUNDS**  
UNIVERSITET

Naturvetenskapliga fakulteten

## **MSFM21, Medicinsk strålningsfysik: Sjukhusfysik, 60 högskolepoäng**

*Medical Radiation Physics: Hospital Physics, 60 credits*  
Avancerad nivå / Second Cycle

---

### **Fastställande**

Kursplanen är fastställd av Naturvetenskapliga fakultetens utbildningsnämnd 2007-09-12 att gälla från och med 2007-09-13, vårterminen 2008.

### **Allmänna uppgifter**

Kursen är en obligatorisk kurs på avancerad nivå (termin 7-8) på sjukhusfysikerprogrammet och för sjukhusfysikerexamen (Degree of Master of Science in Medical Physics) enligt Högskoleförordningen 2006:1324 Sjukhusfysikerexamen 300 högskolepoäng).

*Undervisningsspråk:* Svenska

*Huvudområde*

Medicinsk strålningsfysik

*Fördjupning*

A1F, Avancerad nivå, har kurs/er på avancerad nivå som förkunskapskrav

### **Kursens mål**

Kursens mål är att studenter efter avslutad kurs skall ha förvärvat följande kunskaper och färdigheter (fördelat på följande delkurser):

#### **Delkurs 1. Bildbehandling och dess matematiska metoder (9 hp)**

- kunna självständigt analysera och förklara sambandet mellan olika sätt att representera diskreta fördelningar och operationer på dessa, med matematisk formalism, i datorprogrammeringsspråk, i muntlig och skriftlig form,
- kunna förklara hur metoder (i synnerhet faltning, fouriertransform, diskret sampling och interpolering, filtrering, tomografisk rekonstruktion) för bearbetning av diskret data (digitala bilder) fungerar, för såväl kollegor (sjukhusfysiker) som andra yrkeskategorier inom sjukvården, samt hur olika faktorer begränsar tillförlitligheten i resultatet av dessa metoder,
- kunna självständigt analysera och förklara vilka effekter begränsningar i egenskaperna hos kameraapparatur påverkar bildkvaliteten, i synnerhet

- begränsad rumsupplösning, brus och kontrastupplösning,
- visa förståelse av teoretiska beskrivningar av bildanalysmetoder, i t.ex. instruktionsböcker eller vetenskapliga artiklar,
  - kunna förklara olika storheter inom bildkvalitetsanalys och förstå principen för receiver operating characteristic (ROC) analys,
  - självständigt kunna skriva mindre program för analys av diskreta signaler i en, två och tre dimensioner, samt
  - kunna värdera och uttala sig om tillämplighet av metoder för bearbetning av diskret data, inom olika tekniska tillämpningar.

## **Delkurs 2. Bild- och funktionsdiagnostik (31 hp)**

Delkursen omfattar fysik och teknik bakom ultraljud, magnetresonans, röntgen och nuklearmedicin (inkl radiofarmaka och interndosimetri).

### *Ultraljudsfysik*

- ha en god överblick av tillämpningsområden för ultraljudsdiagnostik
- vara väl förtrogen med ultraljudsfysikaliska grundbegrepp och kunna förklara dessa för sjukvårdspersonal,
- ha god insikt om de tekniska grundprinciper som utnyttjas i en diagnostisk ultraljudsapparat,
- känna till och diskutera säkerhetsaspekter för medicinskt ultraljud, samt
- kunna tolka en medicinsk ultraljudsbild samt identifiera artefakter

### *MR-fysik*

- detaljerat kunna beskriva och förklara fenomenet kärnmagnetisk resonans (NMR) utifrån ett kvantfysikaliskt såväl som ett semi-klassiskt perspektiv, inklusive excitation, relaxation, signalgenerering och mottagning,
- kunna beskriva basala pulssekvenstyper (gradient-eko, spinn-eko och inversion recovery) och kunna redogöra för hur radiofrekvent excitation och relaxation påverkar kontrastegenskaperna i motsvarande MR-bilder,
- detaljerat kunna beskriva principerna för hur magnetfältsgradienter appliceras (i rummet och i tiden) för erhållande av spatial upplösning, samt matematiskt kunna beskriva övergången från insamlad signal till morfologisk MR-bild ur ett k-rumperspektiv,
- självständigt kunna genomföra beräkningar av hur bildtagningstid och bildkvalitetsparametrar (SNR, spatial upplösning, bildfält, artefaktkänslighet, etc.) påverkas när olika maskininställningar och andra praktiska förutsättningar förändras,
- ha kännedom om grundprinciperna för de väsentliga komponenterna i kliniska pulssekvenser, samt kunna redogöra för deras mest typiska egenskaper samt för- och nackdelar,
- ha en basal kunskap om mekanismer för MR-kontrastmedel samt ha översiktlig kunskap om deras kliniska användning,
- kunna identifiera, beskriva och förklara (ur ett matematiskt/fysikaliskt perspektiv) vanliga artefakter i MR-bilder,
- ha översiktlig kännedom om de vanligaste medicinska tillämpningarna av MR-diagnostik, samt översiktligt känna till kontrastmekanismer och pulssekvenstyper inom funktionella MR-metoder samt principerna för MR-spektroskopi, samt
- kunna tillämpa ett optimalt säkerhetstänkande baserat på förvärvad kunskap om praktiska risker såväl som tänkbara biologiska effekter samt kunna sätta upp och genomföra ett praktiskt MR-experiment med inriktning mot kvalitetskontroll och kvalitetssäkring.

### *Nuklearmedicinsk fysik*

- detaljerat kunna beskriva och förklara uppbyggnaden och funktionen hos bildgivande detektorsystem (scintillationskamera, SPECT och PET), samt känna till och ha översiktliga kunskaper om andra typer av bildgivande system (inklusive  $\gamma$ -SPECT och  $\gamma$ -PET),
- kunna redogöra för hur attenuering och spridning påverkar bilden och förklara de korrektioner som kan utföras,
- kunna identifiera, beskriva och förklara uppkomsten av vanliga artefakter i scintigrafiska bilder,
- vara förtrogen med användningen av enkeldetektorsystem (t ex för monitorering, upptagsmätning, intraoperativa prober och aktivitetsmätare),
- ha en god överblick av radionuklider och radioaktiva läkemedel (radiofarmaka) för diagnostik och terapi, ha grundläggande kunskaper om upptagsmekanismer och en översiktlig kännedom om vanliga radiofarmakas kliniska användning, samt kunna utföra enklare kvalitetskontroller,
- vara förtrogen med metoder för kvalitetskontroll av utrustning och kunna diskutera och utforma program för regelbunden kontroll, analysera och värdera resultaten av kontrollerna, samt diskutera och föreslå åtgärder,
- kunna förklara de olika storheterna inom bildkvalitetsanalys, förstå principen för ROC analys, samt kännedom om hur kliniska studier utförs och utvärderas inom ämnesområdet,
- kunna ge en översikt av strålskyddslagstiftning och strålskyddsrekommendationer inom området och kunna diskutera och analysera strålskyddsrelaterade frågeställningar specifika för nuklearmedicin, samt
- kunna principer för interdosimetri, biokinetiska modeller och compartmentanalys, samt enligt MIRD-formalismen självständigt utföra interdosimetriska beräkningar för diagnostiska och terapeutiska radiofarmaka.

### *Röntgenfysik*

- detaljerat kunna beskriva och förklara uppbyggnad och funktion hos röntgenutrustning (röntgengenerator, röntgenrör, bildmottagare) för konventionella (planara) undersökningar, mammografi och för olika typer av tomografi (CT),
- kunna förstå principen för analoga och digitala detektorer och kunna redogöra för deras funktion, dess för- och nackdelar, samt förklara hur de används kliniskt,
- kunna förklara hur exponeringsparametrar och exponeringsförhållanden för olika system påverkar röntgenspektra, bildkvalitet (brus, upplösning och kontrast), spridd strålning och absorberad dos till patienten,
- kunna förklara de olika storheterna inom bildkvalitetsanalys och förstå principen för ROC analys, samt kännedom om hur kliniska studier utförs och utvärderas inom ämnesområdet,
- ha kännedom om olika instrument för dosmätning, kunna principen för funktion och självständigt kunna utföra beräkningar av patientstråldoser för olika röntgenundersökningar (inklusive datortomografi och mammografi), såväl rutinmässigt som vid oplanerade händelser av betydelse för ur strålskyddssynpunkt,
- kunna ge en översikt av strålskyddslagstiftning och strålskyddsrekommendationer inom området och kunna diskutera och analysera strålskyddsrelaterade frågeställningar specifika för röntgendiagnostik,
- kunna diskutera och utarbeta kvalitetsprogram för regelbunden kontroll av såväl röntgenutrustning som arbetsmetoder, samt analysera resultaten av kontrollerna och föreslå eventuella åtgärder, samt
- ha översiktlig kännedom om de vanligaste medicinska tillämpningarna inom diagnostisk radiologi och alternativa metoder inom bild- och funktionsdiagnostik.

### **Delkurs 3. Strålterapi fysik (16 hp)**

- ha god kännedom om medicinska linjäracceleratorer och kunna förklara deras uppbyggnad och funktion,
- ha god kännedom om efterladdningsutrustning och strålkällor inom brachyterapi,
- kunna beskriva strålfält med avseende på absolut och relativ dosfördelning såväl för externa strålkällor som kring radioaktiva källor för brachyterapi,
- behärska experimentell bestämning av dosfördelningar och använda denna information för att självständigt utföra dosberäkningar i enklare behandlingsfall,
- kunna värdera och diskutera lämplig behandlingsteknik och modalitet inom brachyterapi och extern strålterapi,
- kunna utföra klinisk dosplanering och optimering, med avseende på biologiska och fysikaliska aspekter, inom såväl konventionell och intensitetsmodulerad extern strålterapi som brachyterapi, samt ha viss kännedom om vilka beräkningsmodeller som kan användas,
- kunna redogöra för internationella rekommendationer för rapportering av strålterapi,
- vara förtrogen med behandlingsprocessen från diagnostisering till avslutad behandling, inkluderande diagnostiska bildsystem, fixationssystem, bedömning av optimerade dosplaner, samt dokumentation.
- kunna diskutera och analysera strålskyddsrelaterade frågeställningar specifika för strålterapi,
- kunna diskutera och utarbeta program för kvalitetssäkring, innefattande kontroll av såväl utrustning som arbetsmetoder så att varje patient tillförsäkras att den absorberade dosen i målvolymen överensstämmer med den ordinerade stråldosen inom accepterade gränser.

#### **Delkurs 4. Biostatistik (4 hp)**

- ha grundläggande kunskaper i experimentell försökskonstruktion,
- kunna redogöra för hypotesprövningens grundläggande begrepp såsom nollhypotes, signifikanstest, p-värde och statistisk styrka, och kunna välja och tillämpa vanliga parametriska och icke-parametriska hypotestest t ex t-test, 2-test och Mann-Whitney U-test, Wilcoxon rank sum test, presentation av överlevnadsdata,
- kunna beskriva och tillämpa olika skattningsmetoder, samt
- kunna utföra beräkningar i statistiska programpaketet svarande mot kursens innehåll.

### **Kursens innehåll**

Kursen består av delkurserna *bildbehandling och dess matematiska metoder*, *bild- och funktionsdiagnostik (ultraljud, MR, röntgen och nuklearmedicin)* och *strålterapi fysik*.

#### **Delkurs 1. Bildbehandling och dess matematiska metoder (9hp)**

Historik. Bildteori definition av en bild. Faltning. DELTA-funktionen. Fouriertransformen. Sampling. Interpolering. Lineära system. Kontrast. Brus. ROC-analys. Filtreringsmetoder. Bildrekonstruktion filtererad bakåtprojektion och iterativa metoder. IDL-scriptprogrammering.

#### **Delkurs 2. Bild- och funktionsdiagnostik (31 hp)**

Bild- och funktionsdiagnostik omfattar fysik och teknik bakom *ultraljud*, *magnetresonans*, *röntgen* och *nuklearmedicin (inkl radiofarmaka och interndosimetri)*.

### *Ultraljudsfysik*

Historik, ultraljudsfysik, givarteknik, diagnostikapparatteknik, presentationsmetoder, doppler, fältkaraktisering, säkerhet, artefakter, effektultraljud, specialtekniker samt medicinska tillämpningar inom bl.a. brachyterapi vid gynekologisk cancer och prostatacancer, kardiologi, urologi och fosterdiagnostik.

### *MR-fysik*

Översiktlig historik. NMR-relaterade kärnfysikaliska grunder, inklusive begreppen magnetfält, resonans, spinpopulation och signalgenerering. Basala kontrastparametrar: protontäthet samt T1-, T2- och T2\*-relaxation. Basala pulssekvenser, d.v.s. spinneko, gradienteko, inversion recovery samt deras typiska kontrastegenskaper vid olika maskininställningar. Kliniska pulssekvenser såsom snabba gradientekon. snabba spinnekon, kombinationssekvenser och ekoplanarsekvenser. Applikation av magnetfältsgradienter i tid och rum för erhållande av spatial upplösning (skivselektion, frekvenskodning, faskodning, gradientrefokusering). Signaldetektering, digitalisering samt bildrekonstruktion (via Fourier-transform) med utgångspunkt från k-rumsformalismen. Bildkvalitetsparametrar såsom bildfält, spatial upplösning, signal-till-bruskvot, bandbredd. Vanliga MR-artefaktors uppkomst och utseende. Orientering om kontrastmedel för MRI. Översikt över MR-systemets tekniska uppbyggnad. Orientering om metoder för funktionell MR samt MR-spektroskopi, inklusive teknik och applikationer. Kvalitetskontroll och kvalitetssäkring av MR-utrustning. Översikt över kliniska applikationer. MR-säkerhet, inklusive kort- och långsiktiga biologiska effekter, gränsvärden och myndighetsdirektiv samt praktiska risker med MR-undersökningar (metallimplantat, projektiler, effekter på omgivande utrustning, etc.)

### *Nuklearmedicinsk fysik*

Översiktlig historik. Scintillationskameran: uppbyggnad och funktion. Kollimatorer. Uppbyggnad och funktion hos SPECT-system, PET-system, samt kombinationssystem (SPECT-CT, PET-CT) för image fusion. Detekterbarhet, Artefakter. Aktivitetskvantifiering vid planar och tomografiska undersökningar. Korrektionsmetoder för attenuering, spridning, kollimatorupplösning. Dödtid. Transmissions-SPECT. Rekonstruktionsmetoder. Kliniska tillämpningar och bildbehandling. ROC-analys. Matematisk modellering av detektorsystem med Monte Carlo (metoder för beräkning av fotontransport, matematiska fantom och exempel på vanligt förekommande Monte Carlo program). System för smådjursimaging (mikroSPECT, mikro-PET). Andra detektorer inom nuklearmedicin (t ex upptagsmätare, prober, aktivitetsmätare). Produktion av radionuklider. Radioaktiva läkemedel för diagnostik och terapi. Mekanismer för lokalisering. Farmakologiska krav. Generatorsystem. Kvalitetskontroll in vitro och in vivo. Kliniska applikationer. Interdosimetrins grunder. Biokinetiska modeller och kompartmentanalys. MIRD-formalismen och tillämpningar med programvara. Patientspecifik dosimetri och dosplanering. Radionuklidterapi. Dosimetri på vävnads- och cellnivå. Patient- och personalstrålskydd. Optimering. Monte Carlo simulering av elektrontransport för dosimetriska beräkningar. Dosimetricberäkningar med Monte Carlo (metoder för beräkning av foton/elektrontransport, matematiska fantom och exempel på vanligt förekommande Monte Carlo program).

### *Röntgenfysik*

Översiktlig historik. Röntgengeneratoren. Röntgenrör. Håleffekt. Röntgenspektrum och filtrering. Röntgenbilden. Strålfält, strålkvalitetsparametrar (HVL, spektra). Primär och sekundär strålning, reduktion av sekundärstrålning. Objektkontrast, kontrastmedel. Detektorer (film, förstärkningsskärm, bildplattor). Bildförstärkare. Direktdigitala detektorer. Datortomografi, rekonstruktionsalgoritmer, CT-nummer. Mammografi. Tomosyntes.

Kvantifiering av bildkvalitet: PSF, MTF, Wiener spektrum, ROC & andra metoder.  
 Kvalitetskontroll: periodiska kontroller & leveranskontroller, Rejektionsanalys, Kliniska applikationer av röntgen. Optimering, bildkvalitet versus absorberad dos till patienten.  
 Personal- och patientstrålskydd.

### **Delkurs 3. Strålterapifysik (16 hp)**

Översiktlig historik. Översiktlig klinisk extern strålterapi och brachyterapi. Klinisk radiobiologi och bioeffektmodeller. Medicinska linjäracceleratorer. Strålkällor inom strålterapi. Strålfältskaraktistik. Dosplanering och dosberäkning inom extern strålterapi, osäkerheter inom strålterapi, Monte Carlo-metodens användning inom strålterapi. Intensitetsmodulerad strålterapi och optimeringsteori. Tomoterapi, 4D strålterapi och IGRT. Strålterapi med protoner, lätta joner och neutroner (BNCT). Dosimetriprotokoll (IAEA) och Strålkvalitetsbegrepp. Klinisk dosimetri. Helkroppsbestrålning. Image-fusion vid dosplanering. Kvalitetssäkring (QA) och kvalitetskontroller (QC): acceptanstestning/idriftsättning och periodiska kontroller av strålbehandlingsapparater. Strålskydd. Olyckor och tillbud inom strålterapi.

### **Delkurs 4. Biostatistik (4 hp)**

Experimentell försökskonstruktion: gruppstorlek, matchade/omatchade kontroller.  
 Hypotesprövning: nollhypotes, signifikanstest, p-värde och statistisk styrka, parametriska och icke-parametriska hypotestest, t ex t-test,  $\chi^2$ -test och Mann-Whitney U-test, Wilcoxon rank sum test. Analys och presentation av överlevnadsdata.  
 Multivariatanalys: regression, korrelation, ANOVA, klusteranalys, faktoranalys.  
 Skattning: regression, minsta-kvadrat-metoden, riskanalys.

## **Kursens genomförande**

Undervisningen utgörs av föreläsningar med många gruppövningar, laborationer, auskultationer, studentseminarier och feedbacktillfällen. Stor vikt läggs tematisk undervisning och studenternas aktivitet och träning i muntlig och skriftlig kommunikation. Internetresurser används som en naturlig del i undervisningen. Obligatorisk närvaro gäller på samtliga moment.

Kontinuerlig examination tillämpas på kursen. Summativa examinationer (tentamen vid delkursers slut) sker skriftligt, muntlig, eller i kombination. Formativa examinationer sker under kursens gång genom problemlösning, inlämningsuppgifter, särskilda fördjupningsuppgifter med rapportskrivande och seminarieredovisningar.

## **Kursens examination**

För studerande som ej godkänts vid ordinarie tentamen erbjuds ytterligare tentamenstillfälle efter överenskommelse med kursledare eller studierektor. Studentutvärdering göres efter varje delkurs.

*Provmoment för denna kurs finns i en bilaga i slutet av dokumentet.*

## **Betyg**

Betygsskalan omfattar betygsgraderna Underkänd, Godkänd, Väl godkänd. Slutbetyget avgörs genom en sammanvägning av resultaten på de moment som ingår i examinationen.

## **Förkunskapskrav**

För tillträde till kursen krävs godkända kurser enligt utbildningsplanen för Sjukhusfysikerprogrammet (NASJF) 300 högskolepoäng (2007-05-30, Dnr NG 211-352/2006).

## **Övrigt**

Förutom kursens mål och innehåll enligt ovan, gäller examensbeskrivningen för yrkesexamen som sjukhusfysiker (Högskoleförordningen 2006:1324) och Socialstyrelsens "Kompetensbeskrivningar för sjukhusfysiker" (SOS 2001-105-1) som grund för utbildningens mål, innehåll och genomförande.

Kursen kan inte tillgodoräknas i examen tillsammans med RAF320.

**Prov/moment för kursen MSFM21, Medicinsk strålningsfysik: Sjukhusfysik**

Gäller från H07

- 0701 Bildbehandling och dess matematiska metoder, 9,0 hp  
Betygsskala: Underkänd, Godkänd, Väl godkänd
- 0702 Bild- och funktionsdiagnostik: Ultraljudsfysik, 3,0 hp  
Betygsskala: Underkänd, Godkänd, Väl godkänd
- 0703 Bild- och funktionsdiagnostik: MR-fysik, 8,0 hp  
Betygsskala: Underkänd, Godkänd, Väl godkänd
- 0704 Bild- och funktionsdiagnostik: Röntgenfysik, 8,0 hp  
Betygsskala: Underkänd, Godkänd, Väl godkänd
- 0705 Bild- och funktionsdiagnostik: Nuklearmedicinsk fysik, 12,0 hp  
Betygsskala: Underkänd, Godkänd, Väl godkänd
- 0706 Strålbehandlingsfysik, 16,0 hp  
Betygsskala: Underkänd, Godkänd, Väl godkänd
- 0707 Biostatistik, 4,0 hp  
Betygsskala: Underkänd, Godkänd, Väl godkänd