

**Oversigt over indhold for
Diagnostisk radiologi (modul 10-18)**

Modul 10: Generel røntgenteknologi

Indhold:

1. Frembringelse af røntgenstråling, rør og generatorer, hjælpekrede.
2. Stativer, lejer og blændere. Eksponeringsteknik (eksponeringsautomatik, heel-effekt, filtrering, geometri, blænder, eksponeringsparametre).

Forslag til litteratur:

- J.T. Bushberg et al, “The Essential Physics of Medical Imaging”, 4th Edition, Wolters Kluwer Health, 2020
- A. Haus, “The Physics of Medical Imaging”, American Institute of Physics, 1993
- IPEM Report 32, Part I, Ed. 3: Measurement of Performance Characteristics of Diagnostic Radiology X-Ray Tubes and Generators

Forslag til praksis/klinisk:

- Måling på heel-effekt.
- Måling på filtrering.
- Dosismåling i relation til mAs og kV.
- Måling af udkoblingsdosis.
- Måling af lavkontrast og højkontrast.
- Udføre, revidere og vedligeholde procedure for status- og modtagekontrol.

Forslag til kursus:

- Leverandørkurser i “basal teknik”.

Varighed: 1½ måned.

Modul 11: Projektionsrøntgen

Indhold:

1. Digital teknik.
2. DR-systemer.
3. Gennemlysningssystemer (DR og billedforstærkere), herunder angiografiske, kardiologiske og invasive anlæg.

Forslag til litteratur:

J.T. Bushberg et al, “The Essential Physics of Medical Imaging”, 4th Edition, Wolters Kluwer Health, 2020

J.C. Hebden (red.), “Webb’s Physics of Medical Imaging”, 3rd Edition, CRC Press, 2026

AAPM Report No. 125 (TG-125), “Functionality and Operation of Fluoroscopic Automatic Brightness Control/Automatic Dose Rate Control Logic in Modern Cardiovascular and Interventional Angiography Systems”, 2012. <https://doi.org/10.37206/116>

AAPM Report No. 150 (TG-150): “Acceptance Testing and Quality Control of Digital Radiographic Imaging Systems”, 2024. <https://doi.org/10.37206/202>

IPEM, Report 32 Part VII, “Measurement of the Performance Characteristics of Diagnostic X-Ray Systems: Digital Imaging Systems”, 2010

IPEM Report 32, Part VIII, “Dynamic X-ray Imaging Systems Used in Medicine”, 2021

IAEA Human Health Series No. 47: “Handbook of Basic Quality Control Tests for Diagnostic Radiology”, 2023. <https://doi.org/10.61092/iaea.rhjo-8d0u>

IAEA Human Health Series No. 48: “Quality assurance and optimization for fluoroscopically guided interventional procedures”, 2025. <https://doi.org/10.61092/iaea.f7bd-coh3>

Forslag til praksis/klinisk:

Måling af sammenhæng mellem dosis og følsomhedsindeks.

Udføre, revidere og vedligeholde procedure for status- og modtagekontrol.

Overværelse af operationer

Forslag til kursus:

“Diagnostic Radiology and CT”, The Royal Marsden Hospital, London, England.

Varighed: 1 måned.

Modul 12: Mindre røntgenanlæg

Indhold:

1. Digital mammografi (2D og tomosyntese).
2. Digitalt dentaludstyr (intraoralt, orthopantomograf/cephalostat, conebeam-CT).
3. DXA-scannere (BMD, BMC).

Forslag til litteratur:

J.T. Bushberg et al, “The Essential Physics of Medical Imaging”, 4th Edition, Wolters Kluwer Health, 2020

Intraorale røntgenoptagelser (SIS, 2019). <https://www.sst.dk/udgivelser/2019/intraorale-roentgenoptagelser>

European Commission, Radiation Protection No. 172, “Cone beam CT for dental and maxillofacial radiology”, 2012. Link til rapportserie:

https://energy.ec.europa.eu/topics/nuclear-energy/radiation-protection/scientific-seminars-and-publications/radiation-protection-series-publications_en

“Quality control in cone-beam computed tomography (CBCT)”, EFOMP/ESTRO/IAEA protocol, 2019

M. Fuchsjäger, E. Morris, T. Helbich, “Breast Imaging - Diagnosis and Intervention”, Medical Radiology - Diagnostic Imaging, Springer 2022.

IAEA Human Health Series No. 15: “Dual Energy X Ray Absorptiometry for Bone Mineral Density and Body Composition Assessment”, 2011.

<https://www.iaea.org/publications/8459/dual-energy-x-ray-absorptiometry-for-bone-mineral-density-and-body-composition-assessment>

Forslag til praksis/klinisk:

Udføre, revidere og vedligeholde procedure for status- og modtagekontrol.

Forslag til kursus:

DXA-kursus

CBCT-kursus

Leverandørkursus

Varighed: 3 uger.

Modul 13: CT

Indhold:

1. CT-scannere og mobilt CT-udstyr.
2. Dual energy og photon counting.
3. Ikke-dental CBCT.

Forslag til litteratur:

J.T. Bushberg et al, “The Essential Physics of Medical Imaging”, 4th Edition, Wolters Kluwer Health, 2020

J.C. Hebden (red.), “Webb’s Physics of Medical Imaging”, 3rd Edition, CRC Press, 2026

Will A. Kalender, “Computed Tomography: Fundamentals, System Technology, Image Quality, Applications”

H. Alkadhi, A. Euler, D. Maintz, D. Sahani “Spectral Imaging Dual-Energy, Multi-Energy and Photon-Counting CT”, Springer, 2022

“Quality control in cone-beam computed tomography (CBCT)” EFOMP/ESTRO/IAEA protocol, 2019

Forslag til praksis/klinisk:

Udføre, revidere og vedligeholde procedure for status- og modtagekontrol.

Sammenligning af billedkvalitet og dosis for CBCT og CT.

Forslag til kursus:

“Diagnostic Radiology and CT”, The Royal Marsden Hospital, London, England.

Brugermøder ved leverandører.

Varighed: 1¼ måned.

Modul 14: Billedkvalitet

Indhold:

1. Fysisk baggrund for billeddannelse ved røntgenstråling.
2. Begreber, der har indflydelse på billedkvalitet og bedømmelse af billedkvalitet.
3. Billedbehandling.
4. DICOM og HL7.
5. Diagnostiske arbejdsstationer (PACS workstations).
6. AI i billedbehandling.
7. AI ”som radiolog” (CAD).
8. PACS og teleradiologi.

Forslag til litteratur:

Gonzales and Woods: “Digital Image Processing”, 4th ed., Pearson 2017

J.C. Hebden (red.), “Webb’s Physics of Medical Imaging”, 3rd Edition, CRC Press, 2026

Diagnostic Radiology Physics - A Handbook for Teachers and Students, IAEA, 2014

The Report of AAPM Task Group 270 - Display Quality Assurance, 2019

SIS: Vejledning om kontrol af monitorer til røntgen-diagnostik (2025).

<https://www.sst.dk/udgivelser/2018/kontrol-af-monitorer-til-roentgendiagnostik>

C. Malamateniou et. al. “Artificial Intelligence for Radiographers: Basic Principles, Clinical Applications and Implementation Considerations”, Springer, 2026

<https://www.myesr.org/ai-blog/>

<https://www.dicomstandard.org/>

<https://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/>

Forslag til praksis/klinisk:

Optimering af billedkvalitet i forhold til dosis, fx ved brug af CDRAD-fantom (DR), Catphan-fantom (CT).

Postprocessing.

Brug af online billedprocessering HIPR2 på hjemmeside af samme navn.

Statuskontrol på diagnostisk monitor.

Forslag til kursus:

Varighed: 1 måned.

Modul 15: Andet billeddiagnostisk udstyr

Indhold:

1. MR (signalgenerering og billedbehandling karakteristisk for MR, sikkerhed).
2. Ultralyd.

Forslag til litteratur:

R.H. Hashemi, W.G. Bradley og C.J. Lisanti, “MRI: The Basics”, 4th Edition, Lipincott Williams & Wilkins, 2017

J.T. Bushberg et al, “The Essential Physics of Medical Imaging”, 4th Edition, Wolters Kluwer Health, 2020

J.C. Hebden (red.), “Webb’s Physics of Medical Imaging”, 3rd Edition, CRC Press, 2026

Forslag til praksis/klinisk:

Praktik på MR-afdeling. Fx deltagelse i diverse kvalitetskontroller.

Forslag til kursus:

Royal Marsden MR-kursus

Royal Marsden UL-kursus

“Functional imaging”, Københavns Universitet

Leverandørkursus i UL

Varighed: 1 måned.

Modul 16: Kvalitetssikringssystemer

Indhold:

1. Procedurer for kvalitetskontrol af apparatur før ibrugtagning af nyt udstyr.
2. Kvalitetskontrol af apparatur i forbindelse med daglig drift.

Forslag til litteratur:

Sundhedsministeriets og den lokale regions håndbøger.

Sundhedsstyrelsens vejledninger om kvalitetskontrol af røntgenudstyr.

Waggener & Wilson, “Quality Assurance in Diagnostic Radiology”, AAPM 1980

European Commission, Radiation Protection No. 162, “Criteria for acceptability of medical radiological equipment used in diagnostic radiology, nuclear medicine and radiotherapy”.

Link til rapportserie: https://energy.ec.europa.eu/topics/nuclear-energy/radiation-protection/scientific-seminars-and-publications/radiation-protection-series-publications_en

Forslag til praksis/klinisk:

Deltagelse i afdelingens kvalitetssikringsaktiviteter.

Forslag til kursus:

Varighed: 1 måned.

Modul 17: Dosismålinger og strålebeskyttelse

Indhold:

1. Strålebeskyttelse i røntgendiagnostik.
2. Dosimetribegreber:
 - a. DAP/KAP (arealdosis)
 - b. CTDI og DLP (CT)
 - c. AGD (mammo)
3. Måling og beregning af doser, også til fostre.
4. Kontrol af dosimetre.
5. Patient/reference-dosimetri.

Forslag til litteratur:

ICRP Publication 103, “The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection”, ICRP, 2007

SIS-vejledning, “Graviditet og ioniserende stråling”.

ICRP Publication 135, “Diagnostic Reference Levels in Medical Imaging”, ICRP, 2017.

Sutton et. al. “Radiation Shielding for Diagnostic Radiology” 2nd Edition, BIR, 2012

Hiles et al. “European consensus on patient contact shielding”, Insights into Imaging (2021) 12:194. <https://doi.org/10.1186/s13244-021-01085-4>

European Commission, Radiation Protection no. 185, “European guidelines on Diagnostic Reference Levels for Pediatric Imaging”, 2018. Link til rapportserie: https://energy.ec.europa.eu/topics/nuclear-energy/radiation-protection/scientific-seminars-and-publications/radiation-protection-series-publications_en

European Commission, Radiation Protection No 206, “Recommendations for monitoring and control of patient radiation exposures”, 2025

ICRP Publication 139, “Occupational radiological protection in interventional procedures”, 2018.

ICRP Publication 147, “Use of dose quantities in radiological protection”, 2021

ICRP Publication 154, “Optimisation of Radiological Protection in Digital Radiology Techniques for Medical Imaging”, 2023

Report No. 357, “Estimation of patient skin dose in fluoroscopy: summary of a joint report by AAPM TG357 and EFOMP”, 2021

IAEA No. 49, “Dose Management Systems. From Setting up to Quality Assurance”, 2025. <https://doi.org/10.61092/iaea.6h45-1o3c>

D.R. Dance et al, “Diagnostic Radiology Physics: A Handbook for Teachers and Students”, IAEA, 2014. Link: <https://www.iaea.org/publications/8841/diagnostic-radiology-physics>

Forslag til praksis/klinisk:

Beregning af patientdosis, risikovurdering (BEIR VII s.291 – tabeller).

Beregning af dosis til fostre, samt risiko for skader til foster.

Brug af dosimetriovervågningssystemer (fx. Qaelums TqmDOSE eller Bayers Radimetrics).

Brug af dosisberegningsprogrammer som fx.:

Impact CTDosimetry 1.0.4: <http://www.impactscan.org/ctdosimetry.htm>

PCXMC2.0, STUK 2011: <https://www.stuk.fi/web/en/services/pcxmc-a-monte-carlo-program-for-calculating-patient-doses-in-medical-x-ray-examinations>

Forslag til kursus:

IAEA online-kurser ”Diagnostic Reference Levels in Medical Imaging” og ”Radiation Dose Management in Computed Tomography”,

<https://www.iaea.org/resources/rpop/resources/online-training-in-radiation-protection>

”Radiation Protection Training Course”, The Institute of Cancer Research, London, England. <https://www.icr.ac.uk/studying-and-training/opportunities-for-clinicians/radiotherapy-and-imaging-training-courses>

Risø, DTU: Medical Radiation Dosimetry Course

Varighed: 1 måned.

Modul 18: Afsluttende projekt

Indhold:

Rapport udarbejdet over valgfrit emne.

Projektet skal have et sådant fagligt niveau, at det vil kunne publiceres i et internationalt, fagfællebedømt (peer-reviewed) tidsskrift. Jf. bekendtgørelsen for specialuddannelse til hospitalsfysiker er det op til Uddannelsesrådet at vurdere den faglige kvalitet af projekter, som ikke er publicerede.

Det er Uddannelsesrådets politik at faglig kvalitet ikke nødvendigvis forudsætter den nyhedsværdi, som normalt er kravet for at få en artikel publiceret, men der opfordres til at vælge projekter, som efterfølgende vil kunne publiceres - samt at publicere dem.

Det er muligt at få en udtalelse om projektet fra Uddannelsesrådet, før projektet påbegyndes.

Forslag til litteratur:

B. Gustavii. "How to write and illustrate a scientific paper", Cambridge University Press 2003.

N.W. Goodman & M.B. Edwards. "Medical writing: a prescription for clarity", Cambridge University Press 2006.

M.A. Kliewer. "Writing It UP: A Step-by-Step Guide to Publication for Beginning Investigators", Journal of Nuclear Medicine Technology 34, p. 53-59, 2006.

[https://doi.org/10.1016/S0820-5930\(09\)60208-5](https://doi.org/10.1016/S0820-5930(09)60208-5)

Varighed: 3 måneder.

Den årlige indstilling til "Ung fysiker-prisen" sker på baggrund af publicerede projekter fra hospitalsfysikere som har afsluttet uddannelsen inden for de seneste 3 år. Se mere om prisen på hjemmesiden: <https://dsmf.org/dsmf/ung-fysiker-pris/>

Hvis projektet fås som merit for en allerede publiceret artikel (med den studerende som førsteforfatter), så angiv venligst én artikel – eller fremhæv én artikel, hvis der angives flere. Kriterierne for merit findes på hjemmesiden, se <https://dsmf.org/hospitalsfysik/uddannelsen/>

Redigeringshistorik

- **18. juni 2026**

Omfattende ajourføring af litteraturforslag i alle moduler.

- **21. november 2025**

Modulindhold er nu nummereret, sådan at der ved litteratur, kurser og praksis kan angives, *hvilke* dele af modulets indhold en given aktivitet er med til at dække.

Modul 10: Overskrift ændret fra *Røntgenteknologi I* til **Generel røntgenteknologi**, uændret indhold.

Modul 11-13 (tidligere 11-12): Tidligere moduler 11-12, *Røntgenteknologi II-III* er nu delt op i tre moduler med beskrivende overskrifter:

- **Modul 11: Projektionsrøntgen**. Delvist indhold fra *Røntgenteknologi II* + ikke-CT-delen af *Røntgenteknologi III*.
- **Modul 12: Mindre røntgenanlæg**. Øvrigt indhold fra *Røntgenteknologi II*.
- **Modul 13: CT**. Indeholder CT-delen af *Røntgenteknologi III*.

Da to moduler er blevet delt op som tre moduler, er nummerering for de resterende moduler ændret.

Modul 13 (tidligere 12): Indhold tilføjet emnerne

- Dual energy og photon counting
- Ikke-dental CT.

Modul 14 (tidligere 13): Indhold tilføjet emnerne

- Diagnostiske arbejdsstationer (tidligere del af *Røntgenteknologi II*)
- AI i billedbehandling
- AI "som radiolog" (CAD)
- PACS og teleradiologi

Modul 17 (tidligere 16): Indhold tilføjet emnet

- Patient/reference-dosimetri

- **18. oktober 2024**

Modul 16: SIS-vejledning ændret fra "Graviditet og røntgenstråling" til den nye "Graviditet og ioniserende stråling".

Modul 17: Tilføjet beskrivelse af "Ung fysiker-prisen" og ønske om angivelse af én artikel, hvis projektet godkendes som merit for allerede publiceret artikel.

- **15. oktober 2021**

Modul 10: Emnet "Elektrisk og mekanisk sikkerhed" strøget fra indhold.

Modul 11: Emnerne "CR-systemer" og "Hardcopy-enheder" strøget fra indhold. Tilføjet SIS-vejledning om monitorer til litteratur.

Modul 14: Tilføjet kursus (Royal Marsden UL-kursus)

Modul 16: Tilføjet brug af dosisovervågningssystemer som forslag til praksis. RISØ dosimetri-

kursus og IAEA online-kurser tilføjet.

- **28. maj 2019:**

Patientkommunikationsmodulet er nyt i ”Fælles moduler”. Som en konsekvens heraf er nummereringen i forhold til tidligere version ændret så modul 9-16 i tidligere versioner nu hedder 10-17.

- **17. marts 2015:**

Modul 9: Slettet forslag til kursus på SIS, som ikke længere afholdes.

Modul 12: Der er tilføjet flere forslag under hhv. litteratur og praksis.

Modul 16: Teksten til projektets indhold er tilpasset den nyeste bekendtgørelse og har desuden fået tilføjet en bemærkning om forhåndsudtalelse før projektstart. Artikel om artikelskrivning tilføjet.

Der er flere steder opdateret med links til European School of Medical Physics.

- **20. december 2011:**

Modul 10: Der er foretaget en større opdatering af Indhold samt tilføjet IPEM Report 32 under forslag til litteratur.

Modul 11: Under Indhold er CT blevet til CT-scannere og mobilt CT-udstyr.

Modul 12: DICOM og HL7 er tilføjet til indhold. Der er desuden tilføjet forslag til litteratur og praksis/klinisk.

Modul 15: Der er foretaget en større opdatering af Indhold samt tilføjet forslag til praksis/klinisk.