Del 3S: Stråleterapi

Læringsmål

Etter gjennomført utdanningsprogram skal kandidaten ha god oversikt over fagområdet. En medisinsk fysiker skal:

* bidra til optimal klinisk medisinsk strålebruk
* selvstendig foreta og følge opp kvalitetssikring
* bidra til videreutvikling av metoder for kvalitetssikring og pasientbehandling
* kunne delta aktivt i innkjøpsprosesser
* kjenne til strålevernsprinsippene, strålevernslovgivning og nasjonale/internasjonale retningslinjer og anbefalinger innenfor medisinsk strålebruk
* ha tilstrekkelig kompetanse til å bidra til forskning og utvikling
* kunne holde undervisning

Læringsmålene innen stråleterapi er basert på internasjonale anbefalinger, med hovedvekt på Clinical Training of Medical Physicists Specializing in Radiation Oncology ([IAEA 37, 2009](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/TCS-37_web.pdf)) og ESTRO/EFOMPs [Core Curriculum for Medical Physicists in Radiotherapy](https://www.efomp.org/uploads/9f764d14-6e2a-4e66-bbfd-776a2a5d4a23/RT_curriculum.pdf) (rev. 2011). I tillegg er deler av opplæringsprogrammet fra KVIST-gruppen ([Anbefaling for opplæring av Medisinske Fysikere i stråleterapi i Norge, 2005](https://dsa.no/publikasjoner/_/attachment/inline/d691a25f-78cf-43d7-bf0b-6577319b9f6c:08c1471edaa26e1ed9779673a00e26e3e2d9cdee/straalevernrapport-2005-6-opplaering-straaleterapi.pdf)) tatt med.

Enkelte av emnene bygger på hverandre og en må ha en grunnleggende forståelse for de fleste emnene før en kan gå i dybden på de enkelte emnene. Mye av den grunnleggende kunnskapen skal være dekket gjennom universitetsutdannelse eller fra del 1 i utdanningsprogrammet. Det er mulig å gjennomføre del 1 og 3 parallelt, men det er anbefalt å sørge for at de emnene som overlapper i del 1 og 3 først er dekket i del 1.

Det er ikke tenkt at kunnskapen og ferdighetene skal opparbeides kronologisk slik kapitlene er lagt opp, men at dette er en prosess hvor en veksler mellom teori, hospitering og praksis. For konkrete oppgaver anbefales en prosess skissert i figuren under, inspirert av figur I.2 i IAEA sine opplæringsprogram.

For anbefalt litteratur refereres til ressursbanken på NFMFs nettsider.

Innhold

[3S.1 Teknologi 4](#_Toc89009522)

[3S.1.1 Apparatlære lineærakselerator 4](#_Toc89009523)

[3S.1.2 Apparatlære brakyterapienhet 4](#_Toc89009524)

[3S.1.3 Apparatlære partikkelakselerator 4](#_Toc89009525)

[3S.1.4 Behandlingsteknikker 5](#_Toc89009526)

[3S.1.5 Pasientposisjonering og IGRT 5](#_Toc89009527)

[3S.1.6 Pustestyring og 4DCT 5](#_Toc89009528)

[3S.2 Apparatspesifikk QA 6](#_Toc89009529)

[3S.2.1 Mottakskontroll av lineærakselerator 6](#_Toc89009530)

[3S.2.2 Oppmåling av lineærakselerator 6](#_Toc89009531)

[3S.2.3 Kvalitetskontroll av lineærakselerator 7](#_Toc89009532)

[3S.2.4 Kvalitetskontroll av CT 7](#_Toc89009533)

[3S.3 Strålefysikk i stråleterapi 7](#_Toc89009534)

[3S.4 Dosimetri i stråleterapi 8](#_Toc89009535)

[3S.4.1 Grunnleggende dosimetriteori 8](#_Toc89009536)

[3S.4.2 Målemetoder for ionisasjonskammer 8](#_Toc89009537)

[3S.4.3 Målemetoder for andre dosimetre 8](#_Toc89009538)

[3S.4.4 Absoluttdosimetri 8](#_Toc89009539)

[3S.4.5 Relativ dosimetri 9](#_Toc89009540)

[3S.4.6 Pasientspesifikk dosimetri 10](#_Toc89009541)

[3S.4.7 Kvalitetskontroll av dosimetriutstyr 10](#_Toc89009542)

[3S.5 Strålebiologi i stråleterapi 10](#_Toc89009543)

[3S.5.1 Tumorrespons 10](#_Toc89009544)

[3S.5.2 Akutte og senbivirkninger i normalvev 11](#_Toc89009545)

[3S.5.3 Fraksjonering og LQ-modellen 11](#_Toc89009546)

[3S.5.4 Oksygeneffekten 11](#_Toc89009547)

[3S.5.5 Rebestråling 11](#_Toc89009548)

[3S.5.6 Total behandlingstid 11](#_Toc89009549)

[3S.6 Strålevern i stråleterapi 12](#_Toc89009550)

[3S.7 Doseplanlegging 12](#_Toc89009551)

[3S.7.1 Manuell doseplanlegging 12](#_Toc89009552)

[3S.7.2 Beregningsalgoritmer 13](#_Toc89009553)

[3S.7.3 Pasientmodellering og målvolumdefinisjoner 13](#_Toc89009554)

[3S.7.4 Samregistrering av bildedata 13](#_Toc89009555)

[3S.7.5 Kvalitetskontroll og administrasjon av doseplansystem 14](#_Toc89009556)

[3S.7.6 Doseplanlegging av ekstern strålebehandling 14](#_Toc89009557)

[3S.7.7 Doseplanlegging for brakyterapi 15](#_Toc89009558)

[3S.8 Klinikk 15](#_Toc89009559)

[3S.8.1 Anatomi og fysiologi 15](#_Toc89009560)

[3S.8.2 Grunnleggende onkologi 15](#_Toc89009561)

[3S.8.3 Behandlingsstrategier 16](#_Toc89009562)

[3S.8.4 Dokumentasjon og rapportering 16](#_Toc89009563)

[3S.8.5 Håndtering av uønskede hendelser og pasientsikkerhet 16](#_Toc89009564)

[3S.8.6 Tverrfaglig samarbeid/hospitering 16](#_Toc89009565)

[3S.9 Revisjonsendringer 17](#_Toc89009566)

# Teknologi

Overordnet mål

God kunnskap om funksjonalitet og oppbygging av en lineærakselerator og annet utstyr brukt i stråleterapiprosessen.

## Apparatlære lineærakselerator

Bygger på:

Del 1 – Strålefysikk, dosimetri og strålevern, klinisk stråleterapi

Kunnskap

* Kjenne til lineærakseleratorens oppbygging
* Kjenne til lineærakseleratorens sikkerhetsavbrytere og kontrollmekanismer
* Kjenne til hvordan fotonstrålen skapes, styres, filtreres, formes (blendere/MLC) og kalibreres
* Kjenne til karakteristika ved foton- og elektronstråling fra en lineærakselerator
* Ha god kunnskap om lineærakseleratorens geometri og koordinatsystem(er)

## Apparatlære brakyterapienhet

Bygger på:

Del 1 – Strålefysikk, dosimetri og strålevern, klinisk stråleterapi

Kunnskap

* Kjenne til hvilke kilder som brukes og tradisjonelt har blitt brukt innen brakyterapi, og hvilken halveringstid og dosefordeling disse har
* Kjenne til hvordan etterladere fungerer
* Kjenne til aktuelle applikatorer og applikasjoner for brakyterapi

## Apparatlære partikkelakselerator

Bygger på:

Del 1 – Strålefysikk, dosimetri og strålevern, klinisk stråleterapi

Kunnskap

* Kjenne til hvordan strålen produseres i en syklotron og en synkrotron og hvilke applikasjoner de to har i partikkelterapi

## Behandlingsteknikker

Bygger på:

Del 1 – Klinisk stråleterapi

Kunnskap

* Prinsipiell forståelse av bruk av kiler, MLC, bolus, blokker og kompensatorer
* Kjenne til teknikker for feltskjøt
* Kjenne til anvendelsen av enkle feltoppsett (fotonfelt på dyp eller tverrmål, elektronfelt)
* Kjenne til anvendelsen av og fordelene med 3DCRT, IMRT/VMAT og stereotaksi
* Kjenne til øvrige teknikker som strålekniv, intraoperativ strålebehandling, brakyterapi, partikkelterapi, tomoterapi og helkroppsbestråling
* Kjenne til hudbestråling med grensestråleapparat

## Pasientposisjonering og IGRT

Bygger på:

Del 1 – Klinisk stråleterapi

Kunnskap

* God forståelse for kjeden fra bildeopptak via målvoluminntegning til innstilling på behandlingsapparat
* Oversikt over fikseringsutstyr brukt til stråleterapi
* God kunnskap om innstillingsusikkerhet (inter- og intrafraksjonell bevegelse) og korreksjonsstrategier
* Kjenne til ulike metoder for bildeveiledet stråleterapi på behandlingsapparat (MV, kV, CBCT, MR) og forstå deres fordeler og begrensninger
* Kjenne til metoder for adaptiv stråleterapi

Ferdigheter

* Kunne vurdere usikkerhet og nødvendig presisjon ved innstilling av pasient ved ulike diagnosegrupper (ØNH, mamma, bekken, prostata med gullmarkør, etc.)

## Pustestyring og 4DCT

Kunnskap

* God kunnskap om hvordan pustebevegelse påvirker strålebehandling i thorax/abdomen
* God kunnskap om ulike teknikker for å håndtere pustebevegelse ved bildeopptak og behandling
* Kjennskap til for hvilke diagnosegrupper man har nasjonale og internasjonale anbefalinger for pustestyring og 4DCT
* God kunnskap om hvordan en 4DCT skapes, og hvordan denne kan brukes videre til doseplanlegging.

Ferdigheter

* Kunne vurdere usikkerhet i de ulike teknikkene

# Apparatspesifikk QA

Overordnet mål

Kandidaten skal kunne utføre, vurdere og videreutvikle kvalitetskontroller. Ofte vil det ikke være praktisk gjennomførbart verken å delta på eller selvstendig utføre mottakskontroll av en lineærakselerator i løpet av opplæringsperioden. Her vurderes det derfor tilstrekkelig som et minstekrav teoretisk kunnskap om hvordan dette skal gjøres.

## Mottakskontroll av lineærakselerator

Bygger på:

Del 1 – strålefysikk, dosimetri og klinisk stråleterapi, samt 3S.1.1 Apparatlære lineærakselerator, 3S.3 Strålefysikk i stråleterapi og 3S.4 Dosimetri i stråleterapi.

Kunnskap

* Kjenne til hvilke spesifikasjoner man typisk ønsker ved en lineærakselerator og tilhørende utstyr (bord, CBCT, EPID, pustekontrollsystem, etc.)
* Grunnleggende forståelse av innkjøpsprosessen ved anskaffelse av nytt utstyr
* Kjenne til hva som inngår i en mottakskontroll av en lineærakselerator (sikkerhet, dosimetri og mekanisk nøyaktighet)

## Oppmåling av lineærakselerator

Bygger på:

Del 1 – strålefysikk, dosimetri og klinisk stråleterapi, samt 3S.1.1 Apparatlære lineærakselerator, 3S.3 Strålefysikk i stråleterapi og 3S.4 Dosimetri i stråleterapi.

Kunnskap

* Kjenne til hva som inngår i oppmåling av en lineærakselerator, inkludert tilleggsutstyr, og hva det brukes til
* Kunne skrive/vurdere en oppmålingsrapport med tilhørende dokumentasjon
* Kunne vurdere usikkerhet i målingene
* Kunne etablere/vurdere prosedyrer for videre kontroller med referanseverdier fra oppmålingen

## Kvalitetskontroll av lineærakselerator

Bygger på:

Del 1 – strålefysikk, dosimetri og klinisk stråleterapi, samt 3S.1.1 Apparatlære lineærakselerator, 3S.3 Strålefysikk i stråleterapi og 3S.4 Dosimetri i stråleterapi.

Kunnskap

* God kunnskap om lokale prosedyrer for kvalitetskontroll
* Kjenne til ulike internasjonale anbefalinger for kvalitetskontroll
* Kunne vurdere internasjonale anbefalinger opp mot lokale prosedyrer

Ferdigheter

* Kunne gjennomføre periodisk kontroll av lineærakselerator selvstendig og analysere resultatene

## Kvalitetskontroll av CT

Det er gjerne medisinsk fysiker innen røntgen/CT som gjør kvalitetskontroll av CT, men medisinsk fysiker innen stråleterapi må som et minimum ha kunnskap om hva denne kvalitetskontrollen innebærer.

Bygger på:

Del 1 – grunnleggende kunnskap om CT-teknologi.

Kunnskap

* Kjenne lokale prosedyrer for kvalitetskontroll av CT og CBCT
* Kjenne til internasjonale anbefalinger for kvalitetskontroll av CT for stråleterapi, f.eks. IAEA Nr. 19

# Strålefysikk i stråleterapi

Overordnet mål

Kandidaten skal ha god forståelse for hvordan ioniserende stråling vekselvirker med materie for å forstå de ulike strålekvalitetenes plass i strålebehandling, og hvilke fordeler og ulemper det er ved ulike teknikker. Dette temaet er i stor grad dekket av del 1 og vil være en repetisjon av kjent stoff for noen og en videre fordypning for mange.

Bygger på:

Del 1 – Strålefysikk, dosimetri og strålevern, klinisk stråleterapi

Kunnskap

* Grunnleggende kunnskap om ioniserende strålings vekselvirking med materie (fotoner, ladede partikler, nøytroner)
* God kunnskap om hvordan ioniserende stråling kan genereres
* God kunnskap om vekselvirkningsprosesser i lineærakselerator og pasient
* God kunnskap om karakterisering av strålefelt (strålekvalitet, dosefordeling, feltstørrelsesfaktorer, TPR)

# Dosimetri i stråleterapi

Overordnet mål

Kandidaten skal ha god forståelse for teorien bak og utførelsen av dosimetri i stråleterapi.

Bygger på:

Del 1 – Strålefysikk, dosimetri og strålevern, klinisk stråleterapi

## Grunnleggende dosimetriteori

Kunnskap

* God kunnskap om begreper brukt i dosimetri
* God kunnskap om kavitetsteori, med spesielt fokus på Bragg-Gray og Spencer-Attix
* Grunnleggende kunnskap om måleteknikk/detektorteori

## Målemetoder for ionisasjonskammer

Kunnskap

* Ha god kunnskap om oppbygging, virkemåte og anvendelse av ionisasjonskamre
* Kunne beskrive og kvantifisere hvordan trykk, rekombinasjon, polaritet, temperatur, lekkasje, etc. påvirker målingene
* Kjenne til ulike typer kamre og deres applikasjoner

Ferdigheter

* Kunne gjøre selvstendige dosemålinger med sylindriske og planparallelle kamre for ekstern stråleterapi og analysere resultatet

## Målemetoder for andre dosimetre

Kunnskap

* Kjenne til fordeler og ulemper ved andre detektorer enn ionisasjonskamre for absolutt- og relative dosemålinger (Eks: dioder, film, TLD)
* Ha god kunnskap om oppbygging, virkemåte og anvendelse av dioder for ulike energier og strålekvaliteter i stråleterapi

Ferdigheter

* Kunne gjøre selvstendige målinger med diodedetektorer

## Absoluttdosimetri

Kunnskap

* God kunnskap om dosimetriprotokollen TRS-398
* Kjennskap til øvrige dosimetristandarder for ekstern stråleterapi (AAPM TG-51, IPSM 1990)
* Kjennskap til dosimetristandard for kV-enhet
* Kjennskap til dosimetristandarder for brakyterapi
* Kjennskap til dosimetristandarder for partikkelterapi

Ferdigheter

* Kunne måle dose til vann under referansebetingelser etter TRS-398
* Kunne bestemme strålekvalitet ved avdelingens foton- og elektronenergier
* Kunne utføre krysskalibrering av kamre
* Kunne analysere usikkerhet i dosekalibrering

## Relativ dosimetri

Kunnskap

* God forståelse for vannfantom og andre fantomer/array-systemer som er egnet til relative dosemålinger, og eventuelle begrensninger ved disse
* Grunnleggende forståelse for faktorer som påvirker målinger i ikke-vann-ekvivalent materiale for fotoner og elektroner

Ferdigheter

* Kunne gjøre relative dosemålinger i vann (dybdedoser, tverrprofiler, ulike faktorer)
* Kunne analysere usikkerhet i målingene

## Pasientspesifikk dosimetri

Kunnskap

* God kunnskap om kvantitative metoder for å analysere dosefordelinger, med spesielt fokus på gammametoden
* Kjennskap til anbefalinger om pasientspesifikk QA, spesielt for IMRT/VMAT (Eks: ESTRO booklet no 9, ICRU 83, AAPM TG-120, SSRMP)
* God kunnskap om avdelingens pasientspesifikke QA-program
* Kjennskap til metoder for, hensikten med og utfordringer med in-vivo dosemålinger på pasient

Ferdigheter

* Kunne utføre pasientspesifikk QA
* Kunne analysere usikkerhet i målingene

## Kvalitetskontroll av dosimetriutstyr

Kunnskap

* Kjennskap til nasjonale og internasjonale anbefalinger for QA av dosimetriutstyr
* God kunnskap om sporbarhet for kalibreringsfaktorer for ionisasjonskamre (organisering SSDL, PSPDL)
* Kunne gjøre mottakskontroll, oppmåling og kvalitetskontroll av nytt dosimetriutstyr

# Strålebiologi i stråleterapi

Overordnet mål

Kandidaten skal ha god kunnskap om strålebiologiens rolle i klinikken og kunne diskutere behandlingsvalg ved endret fraksjonering, pauser i behandlingen og ved rebestråling.

Bygger på:

Del 1 – Strålebiologi

## Tumorrespons

Kunnskap

* Grunnleggende forståelse av hvordan celler, med hovedfokus på kreftceller, skades av ioniserende stråling
* Oversikt over strålefølsomhet i ulike tumortyper

## Akutte og senbivirkninger i normalvev

Kunnskap

* Kunnskap om normalvevs respons på ioniserende stråling
* Oversikt over hvilke akutte og senbivirkninger som kan oppstå i løpet av og etter strålebehandling
* Oversikt over strålefølsomhet for ulike typer normalvev
* God kunnskap om dosegrenser for normalvev

## Fraksjonering og LQ-modellen

Kunnskap

* God kunnskap om LQ-modellen, om anvendelse og begrensninger
* Oversikt over hvilke / som brukes for tumor og normalvev

Ferdigheter

* Kunne beregne effektiv biologisk dose EQD2 for ulike fraksjoneringer med ulike /
* Kunne diskutere fraksjonering ut fra et strålebiologisk perspektiv

## Oksygeneffekten

Kunnskap

* Grunnleggende kunnskap om oksygeneffekten
* Kjennskap til hypoksi i tumorvev

## Rebestråling

Kunnskap

* God kunnskap om normalvevs evne til reparasjon

Ferdigheter

* Kunne beregne effektiv biologisk dose EQD2 med tidsfaktor for reparasjon
* Kunne diskutere fraksjonering ut fra et strålebiologisk perspektiv

## Total behandlingstid

Kunnskap

* God kunnskap om tumorvevs evne til repopulasjon
* Kjenne til hvilke diagnoser total behandlingstid er spesielt viktig for

Ferdigheter

* Kunne beregne effektiv biologisk dose EQD2 med tidsfaktor for repopulasjon
* Kunne diskutere strategi ved uforutsette pauser i behandlingen

# Strålevern i stråleterapi

Overordnet mål

Kandidaten skal kjenne til strålevernsprinsippene, strålevernslovgivning og nasjonale/internasjonale retningslinjer og anbefalinger som gjelder stråleterapi.

Bygger på:

Kunnskap om stråling og strålevern i Del 1 og Del 2

Kunnskap

* God kunnskap om Strålevernloven, -forskriften og tilhørende veileder for stråleterapi
* Kjenne til lokale strålevernprosedyrer og kunne vurdere disse opp mot strålevernforskriften
* Kjenne til bunkerdesign, med bruk av barrierer, sluser og dører
* Foto-nøytron-produksjon: Kjenne til hvordan det oppstår, hvordan det skjermes for og hvordan det kan måles
* Kjenne til hvordan en gjør beregninger av skjerming for akselerator
* Kjenne til forventet eksponering for stråling for personell og publikum i stråleterapilokaler
* Kjenne til nødvendig skjerming av brakyterapirom
* Kjenne til strålevernprosedyrer for brakyterapi

Ferdigheter

* Kunne gjennomføre avdelingens nødprosedyrer
* Kunne måle og vurdere strålenivå fra lekkasjestråling fra lineærakselerator (kontrollrom, utenfor dør, tilstøtende rom og arealer, ved åpninger for dosimetri, ventilasjon, etc.)

Se også IAEA TCS-37 modul 2 for tips om øvelser.

# Doseplanlegging

Bygger på:

Del 1 - klinisk stråleterapi

Se også IAEA TCS-37 modul 4 for hjelp til selvstudium.

## Manuell doseplanlegging

Kunnskap

* Kjenne til metoder for manuell monitorberegning ut fra tabellverk (TPR-verdier og/eller dybdedosekurver)
* Kjenne til hvordan de ulike korreksjonsfaktorene måles og hvilke krav som stilles til detektor

Ferdigheter

* Kunne dobbeltsjekke doseberegning fra doseplansystem ved enkel monitorberegning for både fotoner og elektroner.

## Beregningsalgoritmer

Overordnet mål

Kandidaten skal kjenne til de vanligste modellbaserte doseberegningene i doseplansystemer

Kunnskap

* Kjenne til historikk og utvikling i datamaskindrevne doseplansystemer
* God kunnskap om de mest aktuelle algoritmene som brukes innen doseplanlegging (Pencil Beam, Collapsed Cone, Monte Carlo, AAA, Acuros, etc.)

Ferdigheter

* Skal kunne vurdere nøyaktighet i doseberegning på pasient ut fra kunnskap om algoritme

## Pasientmodellering og målvolumdefinisjoner

Overordnet mål

Kandidaten skal kjenne til bruk av bilde- eller modelldata som ligger til grunn for doseplanlegging

Kunnskap

* Kjenne til historikk og utvikling av doseplangrunnlag (konturtaking, simulatorinnstilling, bildedata)
* God kunnskap om CT som planleggingsgrunnlag
* Forståelse for usikkerhetene ved CT-basert inntegning og planlegging
* God kunnskap om terminologi fra ICRU og NACP om målvolumer (GTV, CTV, etc.) og risikoorganer
* Kjennskap til hvordan implantater med høy Z-verdi og hvordan områder med lav tetthet (luft) håndteres og modelleres i doseplansystemet, samt hvilken usikkerhet de medfører i doseberegningene.

Ferdigheter

* Skal kunne vurdere usikkerhet ved CT-basert inntegning og planlegging

## Samregistrering av bildedata

Overordnet mål

Kandidaten skal kjenne til hvordan andre bildemodaliteter er til hjelp ved inntegning, og usikkerheter knyttet til dette.

Kunnskap

* Grunnleggende kunnskap om MR-opptak (bildedannelse, kontrastmekanismer, geometrisk nøyaktighet, oppløsning, artefakter)
* Grunnleggende kunnskap om PET/CT-opptak (metabolsk informasjon, opptakstid, bildedannelse)
* God kunnskap om metoder for og usikkerhet ved samregistrering av anatomiske bilder

Ferdigheter

* Kunne vurdere usikkerhet ved overføring av bildeinformasjon fra ett opptak til et annet

## Kvalitetskontroll og administrasjon av doseplansystem

Overordnet mål

Kandidaten skal kjenne til oppbygging av doseplansystemer, hvilke måledata som ligger til grunn for beregningene og usikkerhet knyttet til beregninger fra doseplansystemer.

Kunnskap

* Kjenne til konfigurasjon av lokalt doseplansystem

Ferdigheter

* Kunne gjøre mottakskontroll på et doseplansystem
* Kunne måle opp data til doseplansystemet

## Doseplanlegging av ekstern strålebehandling

Overordnet mål

Kandidaten skal ha god kunnskap om de vanligste planleggingsteknikkene innen konform doseplanlegging og vite hvordan dosefordelingen kan optimaliseres og evalueres med konvensjonelle feltoppsett og invers planlegging (IMRT/VMAT).

Kunnskap

* Grunnleggende kunnskap om utvikling av planleggingsteknikker (konformitet, feltoppsett, bruk av filter, blokker, kiler etc.)
* God kunnskap om de vanligste planleggingsteknikkene for kurative og palliative behandlingsopplegg
* Kjenne til planleggingsteknikker som elektronfelt, skjøtteknikk, kiler
* God kunnskap om hvordan man evaluerer doseplaner (DVH, dosedekning, konformitet, robusthet)
* God kunnskap om bakgrunnen for lokale toleransegrenser
* Kjenne til EUD-konseptet og biologiske modeller (TCP/NTCP) som kan benyttes til optimalisering og evaluering av doseplaner, og begrensninger i disse
* Kjenne til ulike teknikker for adaptiv strålebehandling

Ferdigheter

* Kunne lage planer på CT-grunnlag med de vanligste planleggingsteknikkene på egen avdeling, inkludert 3D-CRT og VMAT/IMRT.
* Kunne optimalisere og evaluere en plan med hensyn på konformitet og dose-volum-krav
* Kunne vurdere plankompleksitet og robusthet med tanke på usikkerhet i posisjon, anatomi, etc.

## Doseplanlegging for brakyterapi

Overordnet mål

Kandidaten skal kjenne til prinsippene for doseplanlegging med radioaktive kilder. Det er ikke forventet detaljkunnskap om brakyterapi, ettersom de færreste medisinske fysikere i Norge har brakyterapi ved sin klinikk, og selv da sjelden jobber ved enheten.

Kunnskap

* Kjenne til hvilke kilder som brukes i brakyterapi
* Grunnleggende kunnskap om dosefordelinger ved brakyterapi
* Kjenne til TG43-formalismen for doseberegning
* Kjenne til hvordan applikatorene modelleres i doseplansystemet
* Kjenne til bruk av referansepunkter og volum til planlegging og rapportering

# Klinikk

Overordnet mål

For å kunne jobbe klinisk og tverrfaglig med strålebehandling er det nødvendig for en medisinsk fysiker med grunnleggende kunnskaper om de kliniske aspektene ved strålebehandlingen. Kandidaten skal kunne delta aktivt i tverrfaglige diskusjoner med sin kompetanse på stråleterapi.

## Anatomi og fysiologi

Bygger på:

Del 1 – Anatomi, fysiologi og sykdomslære, klinisk stråleterapi

Kunnskap

* Retninger og plan i kroppen
* Anatomi og fysiologi for de vanligste krefttypene
* Anatomi og fysiologi for de vanligste risikoorganer i stråleterapi

Ferdigheter

* Kunne kjenne igjen ulike anatomiske strukturer på 2D røntgenbilder (eller DRR), med spesielt fokus på skjelettstrukturer
* Kunne kjenne igjen anatomiske strukturer og evt. fysiologisk informasjon i 3D-avbildning som brukes i forbindelse med strålebehandling (CT, CBCT, MR og PET)

## Grunnleggende onkologi

Bygger på

Del 1 – Anatomi, fysiologi og sykdomslære, klinisk stråleterapi, strålebiologi

Kunnskap

* Grunnleggende kunnskap om ulike celler og vev
* Grunnleggende kunnskap om cellulær og molekylær kreftbiologi
* Grunnleggende kunnskap om spredningsveier for de vanligste krefttypene
* Kjennskap til risikofaktorer for kreftutvikling
* Kjennskap til diagnostikk og stadieinndeling for kreft
* Kjennskap til de vanligste kreftformene i Norge (anatomi, prognose og behandling)
* Kjennskap til vanlige bivirkninger av strålebehandling og annen kreftbehandling

## Behandlingsstrategier

Kunnskap

* Kjennskap til medisinsk terminologi (kurativ, palliativ, adjuvant, konkomitant, etc.)
* Grunnleggende kunnskap om vanlige strategier for kreftbehandling (kirurgi, kjemoterapi, hormonbehandling, immunterapi, kombinasjonsbehandling)
* God kunnskap om de norske anbefalingene for strålebehandling (nasjonale handlingsprogram)
* Kjennskap til internasjonale behandlingsanbefalinger for strålebehandling (Eks: ESTRO-ACROP & ASTRO guidelines)

## Dokumentasjon og rapportering

Kunnskap

* God kunnskap om informasjonsflyt ved lokal enhet og på eget sykehus
* Kjennskap til verifikasjonssystemer (*Record and Verify* Systems) som brukes innen stråleterapi (databasestruktur, datatyper, funksjonalitet)
* God kunnskap om lokalt verifikasjonssystem
* God kunnskap om nasjonale og internasjonale anbefalinger på spesifisering, dokumentasjon og rapportering av dose (StrålevernRapport 2012:9, ICRU50, -62, -83 og -91)
* God kunnskap om nasjonal anbefaling for nomenklatur i stråleterapi (DSA: TekDok 14)
* Kjennskap til internasjonale anbefalinger for nomenklatur i stråleterapi (AAPM TG-263)
* Kjennskap til hvilke data som rapporteres til Norsk Pasientregister/Helsedirektoratet, Kreftregisteret og Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet, samt lokale rapporter

Ferdigheter

* Kunne finne fram til stråleterapidata for tidligere gitt strålebehandling til pasienter i eget system

## Håndtering av uønskede hendelser og pasientsikkerhet

Bygger på:

Del 2 – 2.5.2 Uønskede hendelser

Kunnskap

* Kjenne til KVIST-gruppen og dens rolle
* Kjenne til KVISTs anbefalinger for håndtering av uønskede hendelser
* Kjenne til metoder for risikovurderinger knyttet til pasientsikkerhet i stråleterapi

## Tverrfaglig samarbeid/hospitering

Det anbefales å sette av dedikert tid til hospitering med de øvrige profesjonene; onkolog, stråleterapeut og serviceingeniør, ev. andre (f.eks. sykepleier)

Kunnskap

* Kjenne til arbeidsoppgaver og dataflyt ved
  + CT/bildeopptak for doseplanlegging
  + Inntegning
  + Doseplanlegging
  + Behandlingsapparat
* Kjenne til hva som gjøres i forbindelse med periodisk vedlikehold, oppgraderinger og reparasjoner av serviceingeniører
* Kjenne til pasientens kontakt med forskjellige yrkesgrupper, gjerne ved å følge de forskjellige yrkesgruppene

# Revisjonsendringer

1.11.2022:

Oppdatert side 1 slik at den samsvarer med de øvrige fagområdenes del 3.

3S.1.1: Lagt til «Kjenne til hvordan fotonstrålen formes (blendere/MLC).

3S.1.5: Lagt til eksempler på bildeveiledet stråleterapi på behandlingsapparat, samt «forstå deres fordeler og begrensninger». Ferdigheter: lagt til «og nødvendig presisjon».

3S.1.6: Endret fra thoraxområdet til thorax/abdomen i «God kunnskap om hvordan pustebevegelse påvirker strålebehandling i thorax/abdomen».

3S.4.3: Lagt inn eksempler.

3S.7.6: Lagt til EUD-konseptet. Endret fra «Ferdighet» til «Kjennskap» for elektronfelt, skjøtteknikk, kiler.

3S.8.3: Lagt til immunterapi, lagt inn eksempler.

3S.8.4: Lagt til «nasjonale» og StrålevernRapport 2012:9, lagt til ICRU 91, fjernet NACP. Lagt til to kulepunkt om nomenklatur.

3S.8.6: Lagt inn profesjonene. Lagt til kulepunkt 3 under «Kunnskap»

Diverse mindre språklige endringer, bl.a. endret *avvik* til *uønskede hendelser*.