

Klassifisering av læringsmål

Kompetanse-områder	SerieNr	Læringsmål	Stikkord, hva inneholder læringsmålet	Klassifisering av læringsmål	
				Lege	Fysiker
1. Historie og generell info	1.1	Partikkelterapihistorie med vekt på protonterapi	Evaluer/etterprøve: Ikke relevant Analysere/anvende: Kunne holde et foredrag om partikkelterapihistorie. Forstå: Ha kjennskap til detaljene som førte til at teknologien og behandlingen er som den er i dag og hvordan ny teknologi og kunnskap kan forbedre behandlingen ytterligere. Kjenne til: Kjennskap til nøkkelpunkter i historien om partikkelterapi (første behandling, behandling med Bragg peak plassert i målvolumet, roterende gantry, gantry med pencil beam scanning osv).	Kjenne til	Forstå
	1.2	Ulike partikkelterapiplanlegg i klinisk bruk (Forskjellig typer akseleratorer (syklotron/synkrosyklotron/synkrotron), gantry (fiksert/roterende))	Evaluer/etterprøve: Avansert forståelse av fysikken bak forskjellige akseleratorer og gantry. Kunne vurdere fordeler og ulemper i forhold til drift og behandling. Analysere/anvende: Forstå grunnleggende fysikk om moderne akseleratorer og gantry. Forstå hvordan dette kan føre til fordeler og ulemper i behandling. Forstå: Grunnleggende kunnskap om en klassisk syklotron og forstå hvordan den er ulik en synkrotron. Vite om de potensielle fordeler og ulemper med forskjellige akseleratorer og gantry. Kjenne til: Ha kjennskap til at det finnes flere måter å aksellerere partikler og at det finnes forskjellige type gantry.	Forstå	Analysere/anvende
	1.3	Forskjellige teknikker for å spre protonstrålen og modulere energien (ridge filter, kompensator, ESS, range shifter, apertur, MLC, passiv scattering, wobble beam osv.)	Evaluer/etterprøve: Kunne fysikken bak de forskjellige komponentene for hver teknikk, samt vurdere fordeler og ulemper. Analysere/anvende: Vite om potensielle fordeler og ulemper for hver teknikk. Forstå: Forstå hvilke nøkkelkomponenter som gjør de forskjellige teknikkene ulike. Kjenne til: Ha kjennskap til at det finnes flere måter å avlevere protonbehandling.	Forstå	Analysere/anvende
	1.4	Prioriteringer bak de norske protonanleggene	Overordnet: Historiske milepæler. Organisering, Nasjonalt virksomhetsprosjekt (NVP). Bakgrunn for valgte anlegg. Evaluer/etterprøve: Ikke relevant. Analysere/anvende: Ikke relevant. Forstå: Forstå konsekvenser av valg/prosesser som har vært, lese og forstå relevante rapporter, forstå bakgrunnen for valgte protonanlegg (type og størrelse), ha god kunnskap om organiseringen av protonprosjektet (NVP) i Norge. Kunne forklare for andre. Kjenne til: Kjenne til de viktigste momentene ved etableringen av protonterapi i Norge. Kjenne til historiske milepæler for valg av 2 anlegg (utredninger, politiske beslutninger, osv.). Kjenne til de viktigste momentene ved innkjøpsprosessen og vite hvordan det påvirket valg av protonanlegg.	Kjenne til	Forstå
2. Pasientseleksjon og pasientvurdering	2.1	Rasjonale for bruk av protoner (Fotonbestråling vs. protonbestråling - fordeler og ulemper) og klinisk evidens for protonterapi	Overordnet: Dosefordeling, konformering, styre dosen til målvolum, men samtidig mindre robust behandling for usikkerheter, to eksempler på doseplaner proton-foton. Evaluer/etterprøve: Kunne relevant litteratur og studier, kunne vite noe om styrker og svakheter til disse, kunne ha ideer om nye studier, hvilke evidens mangler, oppdatert informasjon, etterprøve. Analysere/anvende: Kunne vise til studiene, vite om svakheter, være kritisk. Forstå: Sammenhengen mellom kunnskap og praksis. Kjenne til: Kjennskap til evidensen som er etablert	Evaluer/etterprøve	Analysere/anvende

	2.2	Ulike kreftsykdommer aktuelle for protonbehandling hos barn og voksne	Evaluer/etterprøve: Identifisere pasienter/pasientgrupper, oversikt over relevante nasjonale/internasjonale anbefalinger, kjenne disse i detalj, kunne etterprøve disse for å i enkelt tilfeller kunne gå utover disse. Analysere/anvende: Ha en oversikt over anbefalingene, kunne delta i diskusjoner om pasienter med elementer fra eget fagfelt. Forstå: Se sammenhengen mellom kunnskap og praksis, formidle essensen i dette. Kjenne til: Kjennskap til evidensen som er etablert	Evaluer/etterprøve	Analysere/anvende
	2.3	Modellbasert pasientseleksjon	Evaluer/etterprøve: Selektare pasienter til studier, kunne vurdere litteratur som er grunnlaget for modellene og begrensningene i disse. Analysere/anvende: Kjenne til litteraturen og ulike modeller, kunne diskutere disse. Forstå: Se sammenhengen mellom kunnskap og praksis. Kjenne til: Kjennskap til evidensen som er etablert.	Evaluer/etterprøve	Analysere/anvende
	2.4	Økonomiske aspekter ved protonterapi	Evaluer/etterprøve: Helseøkonom. Analysere/anvende: Ledernivå. Forstå: Må vite kostnader knyttet til ulike metoder, hva koster det f.eks. å sende pasienter til utland. Kjenne til: Kost/nytte på et overordnet nivå - ikke nødvendigvis kjenne kostnadene.	Forstå	Kjenne til
	2.5	Indikasjon for behandling med tunge partikler, fortrinnsvis karbon	Evaluer/etterprøve: Kunne relevant litteratur/evidens/anbefalinger for karbonstråling opp mot det som er kjent for proton. Analysere/anvende: Kunne vise til studiene, vite om svakheter, være kritisk, ta stilling til behandlingsindikasjon. Forstå: Sammenhengen mellom kunnskap og praksis. Kjenne til: Kjennskap til evidensen som er etablert	Analysere/anvende	Analysere/anvende
	2.6	Utvikling av sekundær cancer etter strålebehandling, herunder betydning av dose, volum og pasientens alder	Evaluer/etterprøve: Forskningsnivå, kunne relevant litteratur, kritisk vurdering, kunne vurdere usikkerhetene. Analysere/anvende: Kunne vise til relevant litteratur og usikkerheter, bruke i valg av behandlingsplan. Forstå: Se sammenhengen mellom kunnskap og praksis. Kjenne til: Kjennskap til evidensen som er etablert.	Analysere/anvende	Analysere/anvende
	2.7	Individuell vurdering av indikasjon og pasientens egnethet	Evaluer/etterprøve: Bruke samlet kunnskap til å ta stilling til behandling for den enkelte pasient. Analysere/anvende: Gjennomføre behandlingsplan i praksis. Forstå: Se sammenheng mellom teori og praksis. Kjenne til: Kjenne til prinsippene for individuelle behandlingsvalg	Evaluer/etterprøve	Forstå
	2.8	Kunne informere pasienter om protonbehandling og mulige bivirkninger	Evaluer/etterprøve: Bruke samlet kunnskap til å informere den enkelte pasient. Analysere/anvende: Informere i praksis. Forstå: Se sammenheng mellom teori og praksis. Kjenne til: Kjenne til viktigheten av god informasjon	Evaluer/etterprøve	Forstå
	2.9	Vurdere effekt og bivirkning av protonterapi hos den enkelte pasient	Evaluer/etterprøve: Bruke samlet kunnskap til å ta stilling til effekt og bivirkninger for den enkelte pasient. Analysere/anvende: Observere effekt og bivirkninger i praksis. Forstå: Se sammenheng mellom teori og praksis. Kjenne til: Kjenne til prinsippene for effekt og bivirkninger	Evaluer/etterprøve	Forstå
3. Fysikk og dosimetri	3.1	Vekselvirkningsprosessene, stopping power og dybdedosekurve (Bragg Peak) for protoner og karbonioner	Evaluer/etterprøve: Forstå fysikken bak og kjenne begrensningene i teoriene. Analysere/anvende: Ha kjennskap til fysikken bak. Forstå: Forstå sammenhengen mellom v.v. , stopping power og dybdedosekurver. Kjenne til: Kjennskap til hvorfor dybdedosekurvene har sin form, at stopping power sier noen om partiklenes stoppeevne	Forstå	Evaluer/etterprøve

	3.2	Spread Out Bragg Peak (SOBP)	Evaluer/etterprøve: Forstå fysikken bak og vite begrensningene i teoriene. Analysere/anvende: Ha kjennskap til fysikken bak. Forstå: Forstå hvordan og hvorfor man lager SOBP. Kjenne til: Kjennskap til hvorfor man lager SOBP.	Forstå	Evaluer/etterprøve
	3.3	Lateral doseprofil, penumbra for en scanned proton beam, og hvilken betydning den har for dosimetri og doseplanlegging	Evaluer/etterprøve: Forstå fysikken bak og vite begrensningene i teoriene om lateral doseprofil. Analysere/anvende: Ha kjennskap til fysikken bak lateral doseprofil. Forstå: Forstå hvordan den laterale doseprofil og penumbra ser ut. Kjenne til: Kjennskap til hvordan den laterale doseprofil og penumbra ser ut .	Forstå	Evaluer/etterprøve
	3.4	Linear Energy Transfer (LET) og dens mulige variasjon på grunn av Bragg peakens forløp. Absorbert dose.	Evaluer/etterprøve: Forstå fysikken bak og vite begrensningene i teoriene om LET og sammenhengen med absorbert dose. Analysere/anvende: Ha kjennskap til fysikken bak LET-variasjon og sammenheng med absorbert dose. Forstå: Forstå hvordan ulik LET henger sammen med absorbert dose. Kjenne til: Kjennskap til hvordan den laterale doseprofil og penumbra ser ut .	Forstå	Evaluer/etterprøve
	3.5	Spot size og spot size som funksjon av dybden i vann	Evaluer/etterprøve: Forstå fysikken bak og vite begrensningene i teoriene. Analysere/anvende: Ha kjennskap til fysikken bak. Forstå: Forstå hvordan spot size endres med dypet. Kjenne til: Kjennskap til hvordan spot size endres med dypet. .	Forstå	Evaluer/etterprøve
	3.6	Hvordan konverteres CT-tall til stopping power, og hvilken betydning har det for usikkerheter i doseberegninger	Evaluer/etterprøve: Forstå fysikken bak og vite begrensningene i teoriene. Analysere/anvende: Ha kjennskap til fysikken bak. Forstå: Vite hva en HLUT-kurve er. Kjenne til: Kjennskap til at man konverterer CT-tall til stopping power .	Kjenne til	Evaluer/etterprøve
	3.7	Algoritmer til proton-doseberegning og -optimering. Karakteristika, styrker og begrensninger. Usikkerhet for dosefordeling.	Evaluer/etterprøve: Forstå fysikken og matematikken i algoritmene. Vite begrensningene ved forskjellige algoritmer, hvilke forenklinger som gjøres i beregningene og konsekvensene dette har for nøyaktigheten av dosefordelingen. Analysere/anvende: Kunnskap om styrker og svakheter ved forskjellige algoritmer. Kunne velge algoritme basert på pasientens anatomi, behandlingsregion og problemstilling. Forstå: Vite at forskjellige beregningsalgoritmer har styrker og svakheter som kan påvirke nøyaktigheten på dosefordelingen. Kjenne til: Vite at det finnes forskjellige måter å beregne dose.	Kjenne til	Evaluer/etterprøve
4. Protonanlegg for ProBeam360 (Hardware)	4.1	Akseleratorteknologi	Evaluer/etterprøve: Feilsøke og reparere cyclotronen. Analysere/anvende: Overordnet forståelse av fysikken, hvordan cyclotronen er bygd opp og funksjonen av komponentene (ekstraksjon, fokusering og ionekilde). Forstå: Forstå hovedprinsippene ved en moderne cyclotron (komponenter og funksjon). Kjenne til: Grunnleggende funksjon av en cyclotron (Helhetlig bilde).	Kjenne til	Analysere/anvende
	4.2	Energiseleksjon	Evaluer/etterprøve: Feilsøke og reparere energiseleksjonssystemet (ESS). Analysere/anvende: Forstå fysikken og funksjonen av komponentene i en ESS (degrader, kollimatorer, energispektrum). Forstå sårbarhetene i systemet og mulig påvirkning på strålen. Kunne gjennomføre nødvendige tester før pasientbehandling starter opp igjen etter reparasjoner. Forstå: Forstå hovedprinsippene til ESS'en (komponenter og funksjon). Kjenne til: Grunnleggende funksjonen til en ESS (helhetlig bilde).	Kjenne til	Analysere/anvende

	4.3	Beam transport	<p>Evaluere/etterprøve: Feilsøke og reparere komponenter i beam transport systemet.</p> <p>Analysere/anvende: Overordnet forståelse av fysikken og funksjon av komponentene i beam transport systemet (quadropoler, avbøyninger, fokusering, diagnostikk osv). Forstå: Forstå hovedprinsippene ved beam transport systemet (komponenter og funksjon). Kjenne til: Grunnleggende funksjon av beam transport systemet (Helhetlig bilde).</p>	Kjenne til	Analysere/anvende
	4.4	Scanningsystem	<p>Evaluere/etterprøve: Kunne feilsøke og reparere komponenter i scannesystemet.</p> <p>Analysere/anvende: Forståelse av fysikken og komponentene involvert i scannesystemet (scannehastighet, rasterscanning). Forstå sårbarhetene i systemet og mulig påvirkning på strålen. Kunne gjennomføre nødvendige tester før pasientbehandling starter opp igjen etter reparasjoner. Forstå: Forstå hovedprinsippene ved scannesystemet (komponenter og funksjon). Kjenne til: Grunnleggende funksjon av scannesystemet (Helhetlig bilde).</p>	Kjenne til	Analysere/anvende
	4.5	Gantry, rolling floor	<p>Evaluere/etterprøve: Feilsøke og reparere komponenter på gantry og rolling floor.</p> <p>Analysere/anvende: Oversikt over komponenter og funksjon (vektbegrensninger, rotasjonshastighet osv). Forstå: Forstå hovedprinsippene til gantry og rolling floor. Oversikt hvor komponenter befinner seg i forhold til hverandre (Nozzle, røntgenrør, bildeplater, behandlingsbord). Kjenne til: Grunnleggende funksjon av gantry og rolling floor (Helhetlig bilde).</p>	Kjenne til	Analysere/anvende
	4.6	Nozzle, snout, range shifter	<p>Evaluere/etterprøve: Feilsøke og reparere komponenter i nozzle og snout. Analysere/anvende: Forstå fysikken og funksjon av komponentene i nozzle, snout og range shifter (monitor kammere, range shiftere). Forstå sårbarhetene i systemet og mulig påvirkning på strålen. Kunne gjennomføre nødvendige tester før pasientbehandling starter opp igjen etter reparasjoner. Forstå: Oversikt over komponenter i nozzle og snout. Forstå hvordan og hvorfor en range shifter brukes, samt vekt og plassering. Kjenne til: Grunnleggende funksjonen til nozzle og range shifter (Helhetlig bilde).</p>	Kjenne til	Analysere/anvende
	4.7	Leonirobot med bordtopper	<p>Evaluere/etterprøve: Feilsøke og reparere Leonirobot. Analysere/anvende: Kjenne til dokumentasjon for Leoni robot (vektbegrensning, nøyaktighet). Kjenne til dokumentasjon for bordtopper (WET, vektbegrensning...). QA, bistå i feilsøking. Forstå: Ha oversikt over Leoni robotens bevegelsesmønster og kollisjonsdeteksjon + ytterposisjoner + nøyaktighet. Ha oversikt over bordtopp og hvordan forskjellige inserts brukes WET+vektberening. Kjenne til: Grunnleggende kunnskap om leoni robot og bordtopper (Helhetlig bilde).</p>	Kjenne til	Analysere/anvende
5. Strålebiologi	5.1	Relativ biologisk effekt (RBE) og faktorer som påvirker RBE	<p>Evaluere/etterprøve: Forskningsnivå. Analysere/anvende: Kunne tas stilling til faktorer som påvirker RBE (type partikkel, dose, LET, alfa/beta i ulike typer tumorvev og normalvev) og hvordan dette påvirker valg av modalitet og fraksjonering. Forstå: Sammenhengen mellom variasjoner i biologiske effekter i tumor/normalvev og relevante faktorer som må tas hensyn til ved partikkelstråling, f.eks. at RBE varierer med LET, vevstype og stråledose. Kjenne til: Kjenne til begrepene/definisjoner for RBE og faktorer som medfører at RBE varierer.</p>	Analysere/anvende	Analysere/anvende

	5.2	Protoner: Betydning av relativ biologisk effekt (RBE) for doseberegning og variasjonen langs dybdedoseprofilen	Evaluere/etterprøve: Forskningsnivå. Analysere/anvende: Betydningen av variasjoner i RBE langs dybdedosekurven og hvordan dette påvirker valg av doseplan. Forstå: Kjenne til ulike RBE-modeller og forstå noe av spredningen i modellestimatene. Forstå bakgrunnen for klinisk bruk av RBE= 1.1 for protonplanlegging. Kjenne til: Kjenne til at RBE varierer langs dybdedoseprofilen til protonstrålen, men at de fleste likevel bruker en ren skaleringsfaktor (RBE=1.1) ved doseplanlegging for klinisk protonstråling.	Analysere/anvende	Analysere/anvende
	5.3	Karbonioner: Betydningen av relativ biologisk effektivitet (RBE) for doseberegning og variasjonen langs dybdedoseprofilen	Evaluere/etterprøve: Forskningsnivå. Analysere/anvende: Betydningen av at karbonioner har høy LET og derved høy RBE og hvordan dette påvirker radiobiologiske effekter i vev. Kunne benytte kunnskap om brukt RBE-modell ved vurdering av doseplan, f.eks. påvirkning på estimat av OAR-toleranser. Forstå: Sammenhengen mellom høy RBE og LET ved karbonioner og hvordan dette påvirker valg av ulike partikler som strålemodalitet. Kjenne til: Kjenne til at hypoksi påvirker effekten av partikkelstråling på tumorvevet.	Analysere/anvende	Analysere/anvende
	5.4	RBE og hypoksi	Evaluere/etterprøve: Forskningsnivå. Analysere/anvende: Betydningen av at hypoksi i tumorvev på generell basis gir lavere effekt av strålebehandling ved at komplekse DNA-skader reduseres i hypoksiske celler, men at økningen av RBE og LET ved økende dybdedoser for protonstråler kan gi mindre effekt tap sammenlignet med fotonstråler. Karbonioner er enda mer robuste for hypoksi. Kunne anvende kunnskapen om betydning av hypoksi ved valg av partikkelterapi. Forstå: Sammenhengen mellom hypoksi og effekt på celleoverlevelse ved ulike strålemodaliteter. Kjenne til: Kjenne til at hypoksi påvirker effekten av partikkelstråling på tumorvevet.	Analysere/anvende	Analysere/anvende
	5.5	Strålebiologiske modeller i praksis (RBE modeller, LQ modell, NTCP modeller)	Evaluere/etterprøve: Forskningsnivå. Analysere/anvende: Kunne ta stilling til bruk av strålebiologiske modeller for å beregne individuelle variasjoner i strålebiologiske effekter (inklusive faktorer som påvirker RBE) ved partikkelterapi relatert til anatomiske og cellulære forhold, samt for å estimere forskjeller i biologiske effekter mellom ulike modaliteter som f.eks. fotonterapi og partikkelterapi. Forstå: Betydningen av strålebiologiske modeller for å kunne estimere biologiske effekter av partikkelterapi og anvende modeller i praksis ved valg av behandlingsplan. Kjenne til: Kjenne til at det foreligger ulike modeller for estimering/sammenligning av strålebiologiske effekter knytte til ulike vevstyper og strålekaliteter.	Analysere/anvende	Analysere/anvende
6. FLASH	6.1	Bakgrunn, teknologi	Evaluere/etterprøve: Forskningsnivå, sette oppsett i kontekst av nyeste forskning & utvikling. Analysere/anvende: Kunne modifisere linac/protonmaskin for å muliggjøre FLASH-effekt. Hvilke pre-kliniske og kliniske studier som er utført. Forstå: Hvordan miljøet ser ut mtp tilbydere, muligheter, maskiner, modaliteter. Kjenne til: Hva FLASH-effekten er, grovt hva som skal til for å oppnå den og ulike modaliteter.	Kjenne til	Forstå
	6.2	Strålebiologi	Evaluere/etterprøve: Forstå forskning og vurdere nye forklaringsmodeller innen relevante fagfelt. Analysere/anvende: Kunne utføre in vivo eksperimenter i en konvertert maskin. Forstå: Kjenne til ulike forklaringsmodeller som utforskes innen fysikk/kjemi/biologi. Kjenne til FLASH effect factor og hvordan den påvirkes av ulike parametere som dose, doserate, pulsvarighet/-høyde, pO ₂ , osv. Kjenne til: Kjenne til reduksjon av NTCP, og muligheter det gir. Kjenne til kontroverser/spørsmål innen forskning.	Kjenne til	Kjenne til

	6.3	Doseplanlegging	<p>Evaluere/etterprøve: Forskningsnivå. Vurdere styrker og svakheter i ulike leveringsstrategier og hvordan det påvirker studier. Analysere/anvende: Kunne bruke relevant TPS for å planlegge FLASH bestråling. Forstå: Ulike måter å planlegge på med de ulike modalitetene. Ultrahøy doserate i tid eller rom, tilgjengelig programvare. Hvordan optimere levering mtp konsepter som dose rate averaged dose (DADR). Kjenne til: Kjenne til hvordan ulike modaliteter leverer FLASH og ulike begrensninger.</p>	Kjenne til	Kjenne til
	6.4	Kontroll, dosimetri og strålevern	<p>Evaluere/etterprøve: Forskningsnivå, utvikling av nye metoder. Analysere/anvende: Kunne bruke relevante detektorer for å måle dose/doserate og vurdere usikkerheter. Forstå: Måleprinsipper for ulike relevante detektorer. utfordringer med relativ/absolutt kalibrering, kalibreringsområder for ulike doserater. Hvordan ulike maskinoppsett gir ulike utfordringer mtp doserate, feltstørrelse, sekundærstråling, pulstid. Kjenne til: Kjenne til ulike detektorer. Hensyn for å levere ultrahøy doserate til pasient mtp fiksering, robusthet.</p>	Kjenne til	Kjenne til
7. Fiksering	7.1	Pasientposisjonering og valg av fikseringsutstyr med hensyn til pasientkomfort, reproduserbarhet og plan robusthet	<p>Evaluere/etterprøve: Protokollutvikling inkludert evaluering/analyse og oppdatering av fikseringsprosedyrer og valg av utstyr. Vurdere fikseringsutstyr og pasientposisjonering i forhold til feltinnnganger. Vurdere fiksering ift potensielle kilder til rekkeviddeusikkerhet ved behandling. Analysere/anvende: Selvstendig kunne planlegge og utføre komplekse/uvanlige pasientposisjonering mtp planrobusthet og reproduserbarhet. Modifisere standardiserte fikseringsopplegg ved behov. Identifisere potensielle utfordringer ved fiksering/pasientposisjonering ved doseplanlegging og under behandling. Forstå: Ha god forståelse for eventuelle dosimetrisk konsekvenser relatert til sub-optimal fiksering. Planlegge og utføre pasientposisjonering inkludert valg av fikseringsutstyr etter fastsatte prosedyrer. Forklare og lære opp ved standardiserte opplegg. Kjenne til: Ha kunnskap om spesielle krav til fikseringsutstyr ved protonterapi med tanke på range uncertainty og planrobusthet. Kjennskap til spesielle prinsipper som gjelder for fiksering ved protonterapi.</p>	Forstå	Evaluere/etterprøve
8. Bilder til protonplanlegging	8.1	Usikkerhet relatert til CT for protonterapi (CT kalibreringskurve, range usikkerhet)	<p>Evaluere/etterprøve: Ha inngående kunnskap om relasjon mellom HU og stopping power/rekkeviddeusikkerheter og kunne vurdere om bildematerialet er hensiktsmessig for protonplanlegging. Analysere/anvende: Kunne anvende informasjon om HU og stoppingpower i behandlingsplanlegging. Måle og endre HU for ikke-biologisk materiale som fikseringsutstyr for korrekt stoppingpower. Override på HU ved artefakter. Forstå: Ha forståelse for konverteringen mellom HU og stopping power og begrensningene i kalibreringskurven. Ha forståelse for at ulikt materiale kan ha lik HU men ulik stopping power. Ha forståelse for at kalibreringskurven er basert på biologisk materiale. Kjenne til: kjenne til prinsippene for konvertering fra HU til stopping power, ha kjennskap til usikkerheten knyttet til dette</p>	Forstå	Evaluere/etterprøve

8.2	Bruk av kontrast	<p>Evaluere/etterprøve: Ha dyptgående kunnskap om den kliniske konsekvensen av hvordan kontrastens påvirker utregning av stopping power på et CT bilde. Analysere/anvende: Ha kunnskap om riktig bruk av kontrast ved protonplanlegging, f.eks rekkefølge av bildeopptak (bilder uten kontrast først, deretter med kontrast). Forstå: Ha forståelse for hvordan kontrast påvirker stopping power og hvorfor det ikke skal brukes kontrast på planleggings CT. Kjenne til: Kjenne til konsekvensene av å bruke kontrast og hvilke fordeler/ulempene dette fører til.</p>	Forstå	Analysere/anvende
8.3	Dual-energy CT-skanning	<p>Evaluere/etterprøve: Ha inngående kunnskap om hvordan en dual energy CT fungerer og dens bruk og begrensninger i klinikken. Hvordan Stopping Power kommer "direkte" fra Dual CT og beregninger kan gjøres uten HU. Analysere/anvende: Kunne anvende informasjonen fra dual energy CT i behandlingsplanleggingen, for eksempel ved rekalkulering for vurdering av plan, eller integrere informasjon i kalibreringskurven for den aktuelle CT og benytte denne informasjon i optimering. Forstå: Ha forståelse for hva dual energy er og hvordan dette kan brukes i behandlingsplanleggingen for å redusere usikkerheter i stopping power. Kjenne til: Ha kunnskap om dual energy CT og hva det innebærer.</p>	Forstå	Evaluere/etterprøve
9. Betjening av behandlingsmaskin og in-room bildemodaliteter		<p>Evaluere/etterprøve: programmering og reparasjon av utstyr Analysere/anvende: Kunne selvstendig betjene pasientbord, og håndkontroll ved behandlingssituasjon. Lære opp medarbeidere i dette. Kjenne til aktuelle feilmeldinger og håndtering av dette. God kjennskap til brukermanual. Forstå: Kunne betjene pasientbord og håndkontroll utenom pasientbehandling. Kjenne til aktuelle feilmeldinger og håndtering av dette. God kjennskap til brukermanual. Kjenne til: Kjennskap til relevante brukermanualer.</p>	Ikke relevant	Forstå
9.2	ProBeam styresystem og operasjonsflater, herunder feilmeldinger (interlocks)	<p>Evaluere/etterprøve: Inngående kunnskap om interlocks. Kunne nyttiggjøre seg informasjon fra logg mm. ved feilsøking. Selvstendig vurdere alvorlighetsgrad og mulig konsekvens ved ulike typer feilmeldinger. Analysere/anvende: Kunne selvstendig betjene maskinen fra kontrollrommet, og navigere de ulike maskin-modusene. Forstå rutine for beam request. God kunnskap om de vanligste feilmeldingene og håndtering av disse. God kjennskap til brukermanual. Forstå: Kunne betjene maskinen fra kontrollrommet og forstå rutine for beam-request. God kunnskap om de vanligste feilmeldingene og deres mulige konsekvens for pasientbehandlingen. Kjennskap til relevante brukermanualer. Kjenne til: Kjennskap til de vanligste feilmeldingene og deres mulige konsekvens for pasientbehandlingen.</p>	Ikke relevant	Analysere/anvende

10. Doseplanlegging med protoner	10.1	Prinsipper for doseplanlegging med protoner	<p>Rekkeviddeusikkerhet, feltarrangement, praktisk gjennomførbarhet, tidsbruk. Evaluere/etterprøve: Kunne vurdere egen og andres doseplaner kritisk med tanke på gjennomførbarhet på apparat, usikkerheter som kan oppstå som følge av valg man har tatt i doseplanlegging som feltoppsett, antall felt og type optimering. Kunne vurdere om planen tar uhensiktsmessig lang tid ved levering på apparat (unødvendig høy kompleksitet). Analysere/anvende: Kunne anvende kunnskap om feltoppsett til å lage robuste doseplaner for pasient. Kunne lage leverbare planer. Har kunnskap om hvordan feltoppsett og antall felt påvirker tidsbruk på maskin og kunne anvende denne kunnskapen til å lage planer. Forstå: Forstå hvorfor man velger ulike feltoppsett og hvilke usikkerheter som kan oppstå i forhold til feltarrangement. Forstå hva som påvirker rekkeviddeusikkerhet (oppfylling av luftkavititet, endring i setup, heterogeniteter i vev). Forstå hva som gjør en plan ikke gjennomførbar. Kjenne til: Kjenne til ulike prinsipper for praktisk gjennomføring av protonplanlegging (flere felt, usikkerhet, tidsbruk etc)</p>	Forstå	Evaluere/etterprøve
	10.2	Billedmodalitetenes fordeler og ulemper for proton	<p>Evaluere/etterprøve: Kunne vurdere om bildekvalitet er optimal for protonplanlegging og gir et optimalt forhold mellom HU og stopping power. Kunne vurdere om endringer mellom planlegging og oppstart vil påvirke plankvalitet i stor grad. Kunne vurdere ulike CT opptak og utføre nødvendige grep for å klargjøre disse for protonplanlegging (eks override på HU, bestille nye opptak, vurdere om 4D er optimal). Analysere/anvende: Kunne bruke forståelsen mellom HU og stopping power til å ta høyde for dette i planleggingen (range uncertainties). Kunne anvende det mest hensiktsmessige CT opptak for doseplanlegging. Kunne bruke kunnskap om endringer mellom plan og oppstart i planlegging (eks setup avvik, velge optimale feltvinkler mtp anatomiske variasjoner som oppfylling av tarm). Forstå: Forstå relasjonen mellom HU og stopping power og usikkerhetene i kalibreringen mellom disse for ulike vevstyper og mellom biologisk og ikke biologisk materiale. Ha forståelse for hvorfor og hvilke endringer som kan skje mellom doseplan og oppstart (påvirkning av tumorstørrelse pga kjemoterapi, hurtigvoksende tumor, endringer i vekt, regelmessige setup avvik, naturlige anatomiske variasjoner (varierende oppfylling av blære/tarm/lunge etc). Forstå når de ulike CT sekvensene skal brukes og hvorfor man velger de ulike (f.eks 4DCT for lunge). Kjenne til: Ha kjennskap til forhold mellom HU og stopping power. Ha kjennskap til at CT er et øyeblikksopptak og at endringer kan forekomme mellom CT for doseplan og oppstart av behandling. Ha kjennskap til ulike CT opptak (dual energy, 4DCT etc)</p>	Forstå	Evaluere/etterprøve
	10.3	CT-artefakters betydning for doseplanen	<p>Evaluere/etterprøve: Kunne vurdere om bildeopptaket er hensiktsmessig for doseplanlegging med tanke på artefakter, om forholdet mellom HU og stopping power er påvirket i stå stor grad at bildeopptaket ikke kan brukes i protonplanleggingen. Analysere/anvende: Kunne anvende artefaktreduseringsteknikker/algoritmer. Kunne tegne inn artefakter og overskrive med HU som er korrekt for stopping power i det aktuelle området. Forstå: Forstå hvordan artefakter oppstår og hva man kan gjøre for å redusere disse (artefaktreduseringsteknikker/algoritmer). Kjenne til: Ha kjennskap til at artefakter kan påvirke forhold mellom HU og stoppingpower og dermed påvirke protonplan.</p>	Forstå	Evaluere/etterprøve

10.4	Betydning av metaller i behandlingsområdet	<p>Evaluerer/etterprøve: Kunne vurdere om det er hensiktsmessig å behandle pasient med metaller med protoner (eks om usikkerhetene blir for store eller om det er akseptabelt). Analysere/anvende: Kunne ta høyde for at pasienter har metaller i kroppen ved doseplanlegging (feltoppsett, HU override etc). Forstå: Forståelse for hvilke usikkerheter som oppstår når pasienten har metaller i kroppen. Forstå hvorfor CT går i metning (max HU) og at de fleste metaller har høyere HU enn hva som kan vises i CT bildet. Kjenne til: Ha kjennskap til at metaller kan påvirke dosefordeling og dosekalkulering.</p>	Forstå	Evaluerer/etterprøve
10.5	SFO og MFO, fordeler og ulemper	<p>Evaluerer/etterprøve: Ha kjennskap til og kunne vurdere når de ulike teknikkene er hensiktsmessig for den enkelte pasient. Kunne evaluere robusthet og leverbarhet for de ulike teknikkene. Analysere/anvende: Kunne lage doseplaner med begge teknikker (SFO og MFO). Kunne bruke kunnskap om fordeler og ulemper med de ulike teknikkene til å velge optimal teknikk og lage robuste planer. Forstå: Forstå hvorfor og når de ulike teknikkene benyttes. Ha forståelse for at SFO har mindre mulighet for modulering, men at hvert felt kan leveres enkeltstående. Ha forståelse for at MFO har bedre mulighet for modulering, men at alle feltene er avhengig av hverandre. Kjenne til: Ha kjennskap til at det finnes ulike optieringsteknikker og at de har ulike kvaliteter (homogen dose fra hvert felt – SFO, inhomogen dose fra hver enkelt felt, men sum av felt har homogen dose – MFO).</p>	Forstå	Evaluerer/etterprøve
10.6	Bruk av rangeshifter, når og hvordan	<p>Evaluerer/etterprøve: Kunne vurdere om rangeshifter er hensiktsmessig for den aktuelle pasient. Ha en dypere forståelse for hvordan rangeshifter påvirker spotstørrelse og dermed dosen i pasient og usikkerheten forbundet med dette. Analysere/anvende: Kunne lage planer med rangeshifter og vite når og hvorfor den aktuelle pasienten/det aktuelle feltet har behov for rangeshifter. Forstå: Ha forståelse for hvordan en rangeshifter fungerer, og når og hvorfor den brukes. Kjenne til: Ha kjennskap til at protoner har en minimum og maximum rekkevidde, og at man må bruke rangeshifter for å få dose ut til hud.</p>	Forstå	Evaluerer/etterprøve
10.7	Ulike scanningmønstre og betydning for doseplan	<p>Evaluerer/etterprøve: Kunne vurdere hvilke scanningmønstre som er hensiktsmessig for den aktuelle pasient, og ha dybdekunnskap om hvordan det påvirker dose, tid og robusthet for den aktuelle pasient. Analysere/anvende: Kunne legge til scanningmønstre til plan ved behov. Forstå: Ha forståelse for hva ulike scanningmønstre innebærer og fordeler og ulemper med disse (eks tidsfaktor ved å scanne vertikalt, tid mellom energilag og påvirkning av tid ved volumetric rescan, layer rescan, levering av anenhver spot i hver runde etc). Kjenne til: Ha kjennskap til at protonstråling leveres ved hjelp av spotscanning og at det finnes alternative måter spottene kan avleveres på.</p>	Forstå	Evaluerer/etterprøve

	10.8	Betydning av LET/RBE for valg av feltvinkler ved doseplanlegging	<p>Evaluere/etterprøve: Kunne vurdere planer i forhold til hvorvidt feltvinkler, spotvekt og dose fra det enkelte felt kan påvirke dose til kritiske risikorganer utover det doseplansystemet kan vise med faktor 1,1. Kunne re-beregne plan med LET og RBE modeller for vurdering av dose, og vite styrker/svakheter med disse modellene og kunne tolke disse resultatene. Analysere/anvende: Kunne velge optimale feltvinkler for å unngå ett eller flere felt med LET/RBE usikkerhet inn i et kritisk risikorgan. Forstå: Har forståelse for forholdet mellom LET og RBE. Ha forståelse for at den økte dosen distalt i et homogent felt kan påvirke OAR direkte bak tumor. Kjenne til og forstå ulike modeller for RBE dose. Ha forståelse for at ved IMPT (modulerte felt) kan høye LET/RBE befinne seg andre steder enn direkte i bakkant av felt, for eksempel sentralt i felt (avhengig av dose og spotvekt). Forståelse for at flere felt og spredning av felt påvirker LET/RBE. Kjenne til: Ha kjennskap til at distal ende av et homogent felt (eks. SFUD/passive scattering) vil ha en høyere dose enn doseplansystemet viser. Vite at doseplansystemet bruker en faktor 1,1 for beregning av protondose fra fysisk dose til RBE dose.</p>
	10.9	Protokoller for doserapportering: Eksempelvis ICRU Report 78, ICRU 93 og evt. andre internasjonale protokoller	<p>Evaluere/etterprøve: Kunne vurdere om informasjonen fra disse protokollene er aktuell for klinikk/case. Ha oppdatert kunnskap om nye aktuelle protokoller. Analysere/anvende: Kunne benytte seg av informasjonen i disse rapportene og protokollene i doseplanlegging. Forstå: Ha forståelse for innholdet i disse rapportene og protokollene. Kjenne til: Ha kjennskap til at det finnes protokoller for doserapportering.</p>
	10.10	Bruk av (NTCP-)modeller i doseplanlegging	<p>Datagrunnlag for NTCP modeller/end points. Evaluere/etterprøve: Kunne vurdere om modell er hensiktsmessig for aktuell pasient (eksempel: komorbiditet, samtidig kjemoterapi der modellen er utviklet for stråling alene etc). Analysere/anvende: Kunne bruke modeller i doseplanlegging, valg av riktig modell for aktuell pasient. Ha forståelse for hvilke betydning dette vil ha for den aktuelle pasient. Kunne optimere plan for å få bedre resultater i forhold til modeller. Forstå: Ha forståelse for hvordan de ulike modellene fungerer og hva som ligger til grunn for den aktuelle modellen (eks forskning, validerte/ikke validerte modeller, rapporterte doser etc etc). Ha forståelse for hvilke modeller som er aktuell i doseplanlegging med protoner. Kjenne til: Ha kjennskap til at det finnes NTCP modeller og at dose påvirker risiko for utvikling av bivirkninger fra strålen. Vite at det finnes ulike NTCP modeller for ulike organer og ulike endepunkter for samme organ.</p>
11. Robusthet og marginer	11.1	Rekkeviddeusikkerheter: CT kurve, set-up og usikkerheter pga anatomiske endringer, endring av inhomogeniteter	<p>Evaluere/etterprøve: Kunne vurdere om det er brukt hensiktsmessige verdier for rekkeviddeusikkerheter og setup for aktuell anatomi, eventuelt aktuell pasient. Kunne vurdere om anatomiske endringer og endringer i WET påvirker behandling og igangsette eventuelle tiltak. Analysere/anvende: Kunne anvende kunnskap om usikkerheter i CT kurve, setup, anatomiske endringer og endringer i WET i planlegging (eks velge riktige verdier utfra område/prosedyre) og behandling (eks ved pasientoppsett og bildetaking/IGRT). Forstå: Ha forståelse for hvordan CT-kurve, setup, anatomiske endringer og endringer i WET påvirker dosefordeling. Kjenne til: Ha kjennskap til at rekkeviddeusikkerheter, setup anatomiske endringer og WET endringer kan påvirke plan/behandling.</p>

11.2 Bruk av marginer i protonplanlegging

Evaluere/etterprøve: Kunne vurdere om det er brukt hensiktsmessige marginer i planleggingen mtp rekkeviddeusikkerheter, setup og eventuell organbevegelse. **Analysere/anvende:** Kunne anvende kunnskap om marginer for doseplaner basert på prosedyre for aktuell problemstilling. **Forstå:** Ha forståelse for hvordan og hva som påvirker marginer i protonplanlegging (eks CT kurve, setup, heterogeniteter, organbevegelse). **Kjenne til:** Ha kjennskap til hva som påvirker marginer i protonplanlegging og at det er noen forskjeller sammenliknet med foton.

Forstå

Evaluere/etterprøve

11.3 Robust optimering

Evaluere/etterprøve: Kunne vurdere om det er brukt hensiktsmessig metode for robust optimering (eks vanlig robust optimering eller 4D robust optimering) og om korrekt input av verdier for robust optimering er valgt for aktuell case. **Analysere/anvende:** Kunne anvende kunnskap om robust optimering til å lage eller vurdere doseplaner som er robustoptimererte. **Forstå:** Ha forståelse for hvordan robust optimering påvirker dosefordelingen. **Kjenne til:** Ha kjennskap til konseptet robust optimering og hvordan denne erstatter PTV marginer.

Analysere/anvende

Evaluere/etterprøve

11.4 Feltarrangementets betydning for robustheten

Evaluere/etterprøve: Kunne vurdere om det er brukt et hensiktsmessig feltarrangement for protonplan med tanke på hvilke faktorer som påvirker doseplanens robusthet, eks. kort vei inn, heterogeniteter, parallell inngang med bein, distal del av felt mot serielle organer, antall felt etc. **Analysere/anvende:** Kunne anvende kunnskap om feltarrangement for aktuell case basert på litteratur, prosedyrer og anatomi. **Forstå:** Ha forståelse for at valg av feltarrangement kan påvirke robusthet og hvordan de ulike faktorene spiller inn (eks antall felt, bruk av korrekte vinkler). **Kjenne til:** Ha kjennskap til at feltarrangement kan ha betydning for doseplanens robusthet.

Analysere/anvende

Evaluere/etterprøve

11.5 Indre bevegelse, betydning for robustheten

Evaluere/etterprøve: Kunne vurdere aktuell indre bevegelse basert på billedata og valg av metode for å redusere usikkerheten. Kunne vurdere om endringer i bevegelse påvirker dosefordeling. **Analysere/anvende:** Kunne anvende kunnskap om hvordan indre bevegelse påvirker robustheten basert på litteratur og prosedyrer, og kunne anvende metoder for å redusere usikkerheten (eks 4D-robustoptimering). **Forstå:** Forstå hvordan bevegelse påvirker dosefordelingen f.eks endringer i WET, spotavsetning utenfor planlagt område, etc. **Kjenne til:** Ha kjennskap til at indre bevegelse (eks pustebevegelse, peristaltikk, svelging) kan påvirke robustheten til protonplanen.

Analysere/anvende

Evaluere/etterprøve

11.6 Innstillingsusikkerhetens betydning for robustheten

Evaluere/etterprøve: Kunne vurdere om pasientinnstilling påvirker dosefordeling utover planlagt akseptabel variasjon. **Analysere/anvende:** Kunne anvende kunnskap om robusthet for pasientinnstilling, planlegging og valg av setupmarginer. **Forstå:** Ha forståelse for hvordan innstillingsusikkerheter kan påvirke dosefordeling og hvilke tiltak som er gjort for å redusere disse usikkerhetene. **Kjenne til:** Ha kjennskap til at innstillingsusikkerheter kan påvirke dosefordelingen.

Forstå

Evaluere/etterprøve

11.7	Metoder for å vurdere robusthet for en strålebehandlingsplan, robust evaluering	<p>Evaluere/etterprøve: Ha inngående kunnskap om ulike metoder for robustevaluering, deres fordeler og begrensninger, for å kunne vurdere om en plan oppnår tilfredsstillende robusthet. Kunne vurdere robust plassering av Bragg peaks. Analysere/anvende: Kunne anvende kunnskap om robustevaluering til å gjøre et informert valg om plan har akseptabel robusthet. Forstå: Ha forståelse for hva det innebærer å gjøre en robustevaluering og hvilke elementer som inngår, eks vurdering av setup/range for CTV/serielle organer. Kjenne til: Ha kjennskap til at det finnes ulike metoder for robustevaluering av en protondoseplan.</p>	Analysere/anvende	Evaluere/etterprøve
11.8	Strategier for å øke robustheten til en strålebehandlingsplan	<p>Evaluere/etterprøve: Kunne vurdere hvilke strategier som er nødvendig for aktuell case, eks bedre immobilisering, ulike metoder for robust optimering, optimale feltarrangement, bruk av rescanning (volumetrisk eller layer), eventuelt scan retning og leveringsmønster av spotter, og økt spotstørrelse ved bruk av range shifter og økt avstand. Analysere/anvende: Kunne anvende de ulike strategiene i praksis. Forstå: Ha forståelse for hvordan de ulike strategiene påvirker planens robusthet. Kjenne til: Ha kjennskap til at det finnes ulike strategier for å øke robustheten til en protonplan, som f.eks immobilisering av pasient, robust optimering, valg av optimale feltvinkler, repainting etc.</p>	Forstå	Evaluere/etterprøve
11.9	Sammenligning av foton- og protonplaner	<p>Evaluere/etterprøve: Kunne vurdere om foton eller protonplan er det optimale valg basert på dosefordeling, dosestatistikk, eventuelt TCP/NTCP modeller, i tillegg til andre pasientfaktorer som f.eks komorbiditeter, tidsfaktor etc. Analysere/anvende: Kunne anvende kunnskap om sammenlikning av foton og protonplaner for valg av aktuell teknikk. Forstå: Ha forståelse for de ulike elementene som kan påvirke valg av behandlingsteknikk, eks dose til målvolym og risikoorganer. Kjenne til: Ha kjennskap til hvordan foton og protonplaner sammenliknes for valg av teknikk.</p>	Evaluere/etterprøve	Evaluere/etterprøve
11.10	LET/RBE evaluering	<p>Evaluere/etterprøve: Ha inngående kunnskap om LET og RBE modeller og kjenne deres bruk og begrensninger i klinikk. Analysere/anvende: Kunne anvende kunnskap om LET og RBE i doseplanlegging og evaluering, f.eks ved valg av feltvinkler, antall felt, spot vekt nær OAR etc), eventuelt kjøre script og evaluere hvordan dose til kritiske OAR påvirkes. Forstå: Ha forståelse for hvordan LET og RBE kan påvirke dosefordelingen, eks økt LET i distal del av felt (SFUD) eller mer varierende LET i noen IMPT felt og at RBE er avhengig av flere faktorer, (deriblandt LET, vevstype, endepunkt, dose etc). Kjenne til: Ha kjennskap til begrepene LET og RBE og at doseplansystemet som regel har fast RBE på 1,1.</p>	Forstå	Analysere/anvende
11.11	Interplay problematikk ved organbevegelse	<p>Evaluere/etterprøve: Ha inngående kunnskap om interplay og kunne vurdere interplay for ulike pasienter. Vurdere ulike script og metoder for interplayevaluering og kjenne til bruk og begrensninger for disse. Analysere/anvende: Kunne anvende ulike metoder for å redusere interplay ved organbevegelse, som robust optimering, valg av volumetrisk eller layer repainting, øke spotstørrelse, kjøre script for evaluering av interplay. Forstå: Ha forståelse for hvordan interplay påvirker dosefordelingen ved organbevegelse og de ulike tiltak for å redusere interplay som repainting og økt spot størrelse. Kjenne til: Ha kjennskap til begrepet interplay og at dosefordelingen kan påvirkes av organbevegelse.</p>	Forstå	Evaluere/etterprøve

		<p>Evaluere/etterprøve: Ha inngående kunnskap om interplay effect og kunne vurdere hensikstmessig bruk av metode for å redusere denne. Analysere/anvende: Kunne benytte kunnskapen til å vurdere interplay og velge optimal rescanningsmetode for å redusere interplay effect, eller eventuelt benytte seg av range shifter og økt air gap for å øke spot størrelse i planleggingen, og kunne evaluere kost nytte mellom økt spot størrelse og eventuelt økning i dose til OAR. Forstå: Ha forståelse for hvordan repainting/rescanning kan redusere interplay effecten, og hvordan gjennomføringen av repainting/rescanning, f.eks volumetric eller layer rescanning, påvirker resultatet. Kjenne til: Ha kjennskap til at repainting/rescanning og økt spotstørrelse (f.eks ved bruk av range shifter og større air gap) kan redusere interplay effecten.</p>	Forstå	Evaluere/etterprøve
		<p>Evaluere/etterprøve: Ha inngående kunnskap om de ulike metodene og styrker og svakheter ved disse for å vurdere om hensikstmessig metode er benyttet for aktuell problemstilling. Analysere/anvende: Kunne anvende kunnskap og informasjon fra prosedyrer for rett metode for reduksjon av interplay effect. Ha kjennskap til de ulike modenes bruk og begrensninger, eksempel reproduksjon av tumorposisjon ved breath hold. Forstå: Ha forståelse for hvordan disse metodene påvirker dosefordeling, robusthet, reproduserbarhet og interplay effect. Kjenne til: Ha kjennskap til andre metoder for å redusere interplay effekt som breath hold, gating og tracking.</p>	Forstå	Evaluere/etterprøve
12. Bildeveiledning og adaptasjon	12.1	<p>Adapsjonsprosessen: Identifisere anatomiske endringer og vurdere dosimetrisk betydning av disse</p> <p>Evaluere/etterprøve: Utarbeide prosedyrer og retningslinjer, trafikklysprotokoller mm. og bidra med kunnskap fra eget fagfelt. Analysere/anvende: Selvstendig vurdere anatomiske endringer og kritisk evaluere opp mot trafikklysprotokoller og retningslinjer. Forstå de viktigste forskjellene proton vs. foton. Selvstendig vurdere dosimetrisk betydning av ulike typer endringer, følge fastsatte rutiner for videre håndtering, forklare funn for alle involvert i behandlingen. Lære opp andre. Forstå: Kunne følge retningslinjer og protokoller. Kunne beskrive endringer for andre involverte yrkesgrupper på en forståelig måte. Forstå hvilke typer endringer som sannsynlig har en dosimetrisk betydning. Kjenne til: Gjenkjenne anatomiske endringer under veiledning, og kjenne til at anatomiske endringer kan ha stor betydning for dosefordelingen.</p>	Evaluere/etterprøve	Evaluere/etterprøve
	12.2	<p>Vurdere dosimetrisk betydning av setup avvik</p> <p>Evaluere/etterprøve: Utarbeide prosedyrer og retningslinjer, trafikklysprotokoller mm. Analysere/anvende: Selvstendig vurdere dosimetrisk betydning av ulike typer endringer og kritisk evaluere opp mot trafikklysprotokoller og retningslinjer, følge fastsatte rutiner for videre håndtering, forklare funn for alle involvert i behandlingen. Forstå de viktigste forskjellene proton vs. foton. Lære opp andre. Forstå: Forstå hvilke typer endringer som sannsynlig har en dosimetrisk betydning. Kunne følge retningslinjer og protokoller. Kunne beskrive endringer for andre involverte yrkesgrupper på en forståelig måte. Kjenne til: Gjenkjenne setup avvik og vite at det kan ha en betydning for dosefordelingen.</p>	Forstå	Evaluere/etterprøve

13. Kvalitetssikring (QA) (spesifikt mot proton)

13.1	Patientspesifikke kvalitetskontroller som bør utføres før og evt. underveis i en behandling	Evaluere/etterprøve: Vurdere/etterprøve at beste/rette metode er benyttet i tilstrekkelig grad til at oppstart eller eventuelt fortsatt strålebehandling er forsvarlig. Påse at metodene som er i bruk er i tråd med internasjonal standard. Analysere/anvende: For hver pasient avgjøre hvilke QA-metoder som er påkrevet for å i tilstrekkelig grad klargjøre for sikker strålebehandling. Kunne anvende måleutstyret for PSQA og analysere resultatet. Forstå: Forklare likheter og prinsippforskjeller i PSQA metoder (måling, beregning, logfilbasert o.a.). Kjenne til: Kjenne til institusjonens metoder for PSQA.
13.2	Periodisk QA på protonterapiutstyret	Evaluere/etterprøve: Kunne kritisk vurdere om gjeldende system for periodisk kvalitetssikring er i tråd med internasjonal standard (AAPM TG-224). Analysere/anvende: Kunne lede og gjennomføre en sesjon med periodisk QA. Kunne anvende alt måleutstyr og analysere resultat. Forstå: Forklare og benevne hvorfor noen deler av utstyret må kontrolleres oftere enn andre deler. Kjenne til: Kjenne til institusjonens rutiner for periodisk QA.
13.3	Periodisk QA på DualEnergy CT	Evaluere/etterprøve: Kunne kritisk vurdere om gjeldende system for periodisk kvalitetssikring for dual energy CT til bruk for protonplanlegging er i tråd med internasjonal standard. Analysere/anvende: Kunne lede og gjennomføre en sesjon periodisk QA på en dual energy CT for funksjoner spesielt brukt ved protonplanlegging. Kunne anvende alt måleutstyr og analysere resultat. Forstå: Forklare og benevne hvorfor noen deler av utstyret må kontrolleres oftere enn andre deler. Kjenne til: Kjenne til institusjonens rutiner for periodisk QA av dual energy CT.
13.4	Teknisk sikkerhetsutstyr ift. betjening av utstyr. Interlocks, nødstop, safeguard utstyr/pasientsikkerhet	Evaluere/etterprøve: Kunne kritisk vurdere om anvendelse av teknisk sikkerhetsutstyr gjøres i tilstrekkelig grad for å sikre overvåking av utstyr og pasient under behandling. Analysere/anvende: Kunne identifisere en maskin-interlock og ta aksjon deretter. Kunne gjennomføre kvalitetskontroll av pasientovervåkingssystemer. Forstå: Forklare hvordan maskin-interlock virker og hvorfor noen typer interlocks er mer alvorlige. Kjenne til: Kjenne til institusjonens nødrutiner ved pasientbehandling og utstyr for pasientovervåking.
13.5	Preventivt vedlikehold (PMI)	Kjenne til: Ha kjennskap til institusjonens rutiner for preventivt vedlikehold. Dette er en jobb for Serviceingeniører.
13.6	Teknisk service	Kjenne til: Ha kjennskap til institusjonens rutiner for teknisk service. Dette er en jobb for Serviceingeniører.
13.7	Dosimetri-utstyr, ionekamre og beam-målinger	Analysere/anvende: Kunne anvende rett utstyr for gjøre den ønskede dosimetrimåling av protonstrålen. Forstå: Forklare sammenheng mellom ionisasjon og absorbert dose. Kjenne til: Kjenne til institusjonens utstyr til dosimetri.

Kjenne til	Analysere/anvende
Kjenne til	Analysere/anvende
Ikke relevant	Analysere/anvende
Kjenne til	Analysere/anvende
Ikke relevant	Kjenne til
Ikke relevant	Kjenne til
Kjenne til	Analysere/anvende

	13.8	Dosemålinger, oppmålinger	Evaluere/etterprøve: Velge utstyr, skrive prosedyrene, osv. Analysere/anvende: Kunne utføre referansedosimetri iht. dosimetriprotokollen (IAEA TRS-398, Rev. 2022)). Kunne gjøre oppmåling av data til doseplanleggingssystemet. Forstå: Forklare faktorene som benyttes til doseberegning i dosimetriprotokollen. Kjenne til: Kjenne til institusjonens rutiner for dosimetri.	Kjenne til	Analysere/anvende
	13.9	Beam data og karakterisering av pencilbeam	Evaluere/etterprøve: Velge utstyr, skrive prosedyrene, osv. Analysere/anvende: Kunne utføre målinger for å karakterisere blyantstrålen f.eks. som anbefalt i TG-224. Forstå: Forklare effekten det vil medføre dersom små systematiske feil inntreffer ved plassering av 'spots' fra blyantstrålen. Forklare karaktertrekkene i en spot profil. Kjenne til: Kjenne til institusjonens utstyr med tanke på at den produserer blyantstråle med spot scanning teknologi.	Kjenne til	Analysere/anvende
14.Sikkerhetsutstyr og strålevern spesifikt mot proton	14.1	Dosimetriutstyr, survey meters og overvåkning	Evaluere/etterprøve: Kunne vurdere forskjellige utstyr opp mot hverandre. Bidra i forskning. Analysere/anvende: Bruke utstyret aktivt, kunne analysere målinger og kunne feilsøke. God kjennskap til bruksmanualer ol. Forstå: Kjenne til de forskjellige dosimeterne i institusjonen og bruksområdene. Kjenne til: Kjenne til dosegrenser og plassering av dosimeterne.	Kjenne til	Forstå
	14.2	Persondosimetri	Evaluere/etterprøve: Holde seg oppdatert på forskningen innenfor feltet. Utarbeide protokoller og vurdere behov for persondosimetri Analysere/anvende: Lese av persondosimetri, sende inn brikker og analysere målinger. Forstå hvilke type dosimeterer som er best å bruke i hvilke områder av bygget. Forstå: Forstå forskjell mellom passive og aktive persondosimeterer og når de brukes. Kjenne til: Kjenne til institusjonens prosedyrer for persondosimeterer og hvem som trenger å bruke dem.	Kjenne til	Forstå
	14.3	Akseptansetester av sikkerhetsutstyr	Evaluere/etterprøve: Utforme og velge hvilke akseptansetester som er nødvendig, samt ansvar for å utføre testene. Analysere/anvende: Være med på testene og kunne utføre feilsøking om nødvendning. Forstå: Kjenne til hvem som ansvarlig for å utføre testene og for hvilket utstyr. Kjenne til: Kjenne til at sikkerhetsutstyret som er i daglig bruk er godkjent.	Ikke relevant	Analysere/anvende
	14.4	Biologi - Risikoberegninger	Evaluere/etterprøve: Utarbeide doseberegninger i bygget og kritisk vurdere beregningene. Analysere/anvende: Ha innsikt i eksisterende beregninger for protonanlegget og deres svakheter og styrker. Forstå: Forklare beregningene som er gjort for anlegget og vite hvor det potensielt er høyere dose. Kjenne til: Kjenne til at det er gjort beregninger for det spesifikke anlegget.	Kjenne til	Analysere/anvende
	14.5	Aktivert av pasient, utstyr	Evaluere/etterprøve: Utarbeide protokoller for aktivert utstyr. Kunne utføre doseberegninger og dosemålinger av pasienter og ansatte, som har blitt utsatt for utilsiktet ekstra dose fra aktivert utstyr. Analysere/anvende: Kunne benytte et dosimeter for å måle aktivert utstyr. Kunne beregne forventet aktivitetsnivå mhp tid. Forstå: Vite hvilke komponenter og hvilke pasienter som kan bli aktivert, og følge protokoll når en er i nærheten av disse. Kjenne til: Kjenne til at utstyr og pasienter kan bli aktivert og være radioaktive, selv om strålen er av.	Kjenne til	Analysere/anvende

14.6 Kilder til nøytronstråling

Evaluer/etterprøve: Utføre nøytrondosemålinger ved kommisjonering og kontroller ved senere tidspunkt. Ansvar for å få utført nye skjermingsberegninger når det er vesentlig endring i bygget eller bruken av anlegget. **Analysere/ anvende:** Kjenne til hvilke komponenter langs strålelinjene som produserer nøytroner og hvor en forventer å finne relativt høyere nøytrondose. **Forstå:** Vite hvor det er trygt å oppholde seg i bygget når strålen er på. **Kjenne til:** Kjenne til at det blir produsert nøytroner når strålen er på og at bygget er dimensjonert for å skjerme personell og pasienter mot disse.

Kjenne til

Analysere/anvende

14.7 Sikkerhetssystem, protonterapiutstyr

Evaluer/etterprøve: Ansvarlig for å loggføre hendelser og utforme protokoller når sikkerhetssystemet oppdager uønskede hendelser. **Analysere/ anvende:** Kjenne til alle deler av systemet på bygget og hvilke type instrumenteter som er hvor. **Forstå:** Reagere i henhold til riktig protokoll når sikkerhetssystemet gir et signal/slår ut strålen. **Kjenne til:** Vite at det er et uavhengig sikkerhetssystem i bygget.

Kjenne til

Analysere/anvende

- Spesialistnivå (Kategori 3)

Kategori 2 (skal lage sammenlignende doseplaner)

Kategori 1 (resterende strålesentra)

Stråleterapeut behandling		Stråleterapeut planlegging		Kategori 2 (skal lage sammenlignende doseplaner)			Kategori 1 (resterende strålesentra)		
		Lege	Fysiker	Str.t planlegging	Lege	Fysiker	Stråleterapeut		
Kjenne til	Kjenne til	Kjenne til	Kjenne til	Kjenne til	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant		
Forstå	Forstå	Kjenne til	Forstå	Forstå	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant		
Forstå	Forstå	Forstå	Forstå	Forstå	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant		
Kjenne til	Kjenne til	Kjenne til	Forstå	Kjenne til	Kjenne til	Kjenne til	Kjenne til		
Analysere/anvende	Analysere/anvende	Evaluere/etterprøve	Analysere/anvende	Analysere/anvende	Analysere/anvende	Forstå	Kjenne til		

Forstå	Analysere/anvende	Evaluere/etterprøve	Analysere/anvende	Analysere/anvende	Analysere/anvende	Kjenne til	Kjenne til
Forstå	Analysere/anvende	Evaluere/etterprøve	Analysere/anvende	Analysere/anvende	Analysere/anvende	Forstå	Forstå
Ikke relevant	Kjenne til	Forstå	Kjenne til	Kjenne til	Forstå	Kjenne til	Kjenne til
Kjenne til	Forstå	Analysere/anvende	Analysere/anvende	Forstå	Analysere/anvende	Forstå	Kjenne til
Forstå	Analysere/anvende	Analysere/anvende	Analysere/anvende	Analysere/anvende	Forstå	Kjenne til	Kjenne til
Kjenne til	Forstå	Evaluere/etterprøve	Forstå	Forstå	Analysere/anvende	Kjenne til	Kjenne til
Analysere/anvende	Analysere/anvende	Evaluere/etterprøve	Forstå	Forstå	Analysere/anvende	Kjenne til	Kjenne til
Analysere/anvende	Forstå	Evaluere/etterprøve	Forstå	Forstå	Analysere/anvende	Kjenne til	Kjenne til
Forstå	Analysere/anvende	Forstå	Evaluere/etterprøve	Analysere/anvende	Kjenne til	Forstå	Kjenne til

Forstå	Analysere/anvende	Forstå	Evaluere/etterprøve	Analysere/anvende	Kjenne til	Forstå	Kjenne til
Forstå	Analysere/anvende	Forstå	Evaluere/etterprøve	Analysere/anvende	Kjenne til	Forstå	Kjenne til
Forstå	Analysere/anvende	Forstå	Evaluere/etterprøve	Analysere/anvende	Kjenne til	Forstå	Kjenne til
Forstå	Analysere/anvende	Kjenne til	Evaluere/etterprøve	Analysere/anvende	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant
Forstå	Analysere/anvende	Kjenne til	Evaluere/etterprøve	Analysere/anvende	Ikke relevant	Forstå	Ikke relevant
Ikke relevant	Forstå	Kjenne til	Evaluere/etterprøve	Forstå	Ikke relevant	Forstå	Ikke relevant
Forstå	Forstå	Kjenne til	Forstå	Forstå	Ikke relevant	Kjenne til	Ikke relevant
Forstå	Forstå	Kjenne til	Forstå	Forstå	Ikke relevant	Kjenne til	Ikke relevant

Forstå	Forstå	Kjenne til	Forstå	Forstå	Ikke relevant	Kjenne til	Ikke relevant
Forstå	Forstå	Kjenne til	Forstå	Forstå	Ikke relevant	Kjenne til	Ikke relevant
Forstå	Forstå	Kjenne til	Forstå	Forstå	Ikke relevant	Kjenne til	Ikke relevant
Forstå	Forstå	Kjenne til	Forstå	Forstå	Ikke relevant	Kjenne til	Ikke relevant
Forstå	Forstå	Kjenne til	Forstå	Forstå	Ikke relevant	Kjenne til	Ikke relevant
Forstå	Analysere/anvende	Analysere/anvende	Analysere/anvende	Analysere/anvende	Kjenne til	Kjenne til	Kjenne til

Kjenne til	Kjenne til	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant
Kjenne til	Kjenne til	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant
Evaluere/etterprøve	Evaluere/etterprøve	Forstå	Forstå	Forstå	Kjenne til	Kjenne til	Kjenne til
Forstå	Analysere/anvende	Kjenne til	Analysere/anvende	Forstå	Ikke relevant	Forstå	Ikke relevant

Forstå	Evaluere/etterprøve	Forstå	Evaluere/etterprøve	Evaluere/etterprøve	Kjenne til	Kjenne til	Kjenne til
Forstå	Evaluere/etterprøve	Forstå	Analysere/anvende	Analysere/anvende	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant
Forstå	Evaluere/etterprøve	Forstå	Evaluere/etterprøve	Evaluere/etterprøve	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant

Forstå	Evaluere/etterprøve	Forstå	Evaluere/etterprøve	Evaluere/etterprøve	Kjenne til	Kjenne til	Kjenne til
Forstå	Evaluere/etterprøve	Forstå	Evaluere/etterprøve	Evaluere/etterprøve	Kjenne til	Kjenne til	Kjenne til
Forstå	Evaluere/etterprøve	Forstå	Evaluere/etterprøve	Evaluere/etterprøve	Kjenne til	Kjenne til	Kjenne til
Forstå	Evaluere/etterprøve	Forstå	Evaluere/etterprøve	Evaluere/etterprøve	Kjenne til	Kjenne til	Kjenne til

Forstå	Evaluere/etterprøve	Analysere/anvende	Evaluere/etterprøve	Evaluere/etterprøve	Kjenne til	Kjenne til	Kjenne til
Forstå	Analysere/anvende	Forstå	Analysere/anvende	Analysere/anvende	Kjenne til	Kjenne til	Kjenne til
Kjenne til	Analysere/anvende	Evaluere/etterprøve	Analysere/anvende	Analysere/anvende	Forstå	Forstå	Kjenne til
Analysere/anvende	Evaluere/etterprøve	Forstå	Evaluere/etterprøve	Evaluere/etterprøve	Kjenne til	Kjenne til	Kjenne til

Forstå	Evaluere/etterprøve	Forstå	Evaluere/etterprøve	Evaluere/etterprøve	Kjenne til	Kjenne til	Kjenne til
Forstå	Evaluere/etterprøve	Analysere/anvende	Evaluere/etterprøve	Evaluere/etterprøve	Kjenne til	Kjenne til	Kjenne til
Forstå	Evaluere/etterprøve	Analysere/anvende	Evaluere/etterprøve	Evaluere/etterprøve	Kjenne til	Kjenne til	Kjenne til
Forstå	Evaluere/etterprøve	Analysere/anvende	Evaluere/etterprøve	Evaluere/etterprøve	Kjenne til	Kjenne til	Kjenne til
Evaluere/etterprøve	Evaluere/etterprøve	Forstå	Evaluere/etterprøve	Evaluere/etterprøve	Kjenne til	Kjenne til	Kjenne til

Forstå	Evaluere/etterprøve	Analysere/anvende	Evaluere/etterprøve	Evaluere/etterprøve	Kjenne til	Kjenne til	Kjenne til
Analysere/anvende	Evaluere/etterprøve	Forstå	Evaluere/etterprøve	Evaluere/etterprøve	Kjenne til	Kjenne til	Kjenne til
Forstå	Analysere/anvende	Evaluere/etterprøve	Evaluere/etterprøve	Analysere/anvende	Forstå	Forstå	Forstå
Forstå	Analysere/anvende	Forstå	Analysere/anvende	Analysere/anvende	Kjenne til	Kjenne til	Kjenne til
Forstå	Evaluere/etterprøve	Forstå	Evaluere/etterprøve	Evaluere/etterprøve	Kjenne til	Kjenne til	Kjenne til

Forstå	Evaluere/etterprøve	Forstå	Evaluere/etterprøve	Evaluere/etterprøve	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant
Forstå	Evaluere/etterprøve	Forstå	Evaluere/etterprøve	Evaluere/etterprøve	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant
Evaluere/etterprøve	Evaluere/etterprøve	Forstå	Forstå	Kjenne til	Kjenne til	Kjenne til	Kjenne til
Evaluere/etterprøve	Evaluere/etterprøve	Forstå	Forstå	Kjenne til	Kjenne til	Kjenne til	Kjenne til

Kjenne til	Kjenne til	Kjenne til	Forstå	Ikke relevant	Ikke relevant	Kjenne til	Ikke relevant
Kjenne til	Kjenne til	Kjenne til	Kjenne til	Ikke relevant	Ikke relevant	Kjenne til	Ikke relevant
Kjenne til	Kjenne til	Ikke relevant	Kjenne til	Ikke relevant	Ikke relevant	Kjenne til	Ikke relevant
Analysere/anvende	Kjenne til	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant
Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant
Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant
Kjenne til	Kjenne til	Ikke relevant	Kjenne til	Ikke relevant	Ikke relevant	Kjenne til	Ikke relevant

Kjenne til	Kjenne til	Ikke relevant	Kjenne til	Ikke relevant	Ikke relevant	Kjenne til	Ikke relevant
Kjenne til	Kjenne til	Ikke relevant	Forstå	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant
Kjenne til	Kjenne til	Kjenne til	Kjenne til	Ikke relevant	Ikke relevant	Kjenne til	Ikke relevant
Kjenne til	Kjenne til	Kjenne til	Kjenne til	Ikke relevant	Ikke relevant	Kjenne til	Ikke relevant
Kjenne til	Kjenne til	Ikke relevant	Kjenne til	Ikke relevant	Ikke relevant	Kjenne til	Ikke relevant
Kjenne til	Kjenne til	Kjenne til	Ikke relevant	Ikke relevant	Kjenne til	Ikke relevant	Ikke relevant
Forstå	Kjenne til	Kjenne til	Kjenne til	Ikke relevant	Kjenne til	Kjenne til	Ikke relevant

Kjenne til	Kjenne til	Kjenne til	Kjenne til	Ikke relevant	Kjenne til	Kjenne til	Ikke relevant
Forstå	Kjenne til	Kjenne til	Kjenne til	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant

Evaluere/etterprøve
Analysere/anvende
Forstå
Kjenne til

Ikke relevant

Utvikle, bedømme, eksperimentere

Analysere, argumentere, stille spørsmål ved, sammenligne, velge, påvise, utføre

Forklare, tolke, relatere, eksemplifisere

Kjenne til, identifisere, liste opp

Evaluere???

Anvende

Forstå

Kjenne til