

Planlegging av stråleterapi

Et kunnskapsgrunnlag



Planlegging av stråleterapi

Et kunnskapsgrunnlag

PROSJEKTNUMMER	
Prosjekt	Type rapport/ dokument
900301405	Kunnskapsgrunnlag

UTARBEIDET AV		
Navn	Organisasjon	Epostadresse
Sykehusbygg HF	Sykehusbygg HF	www.sykehusbygg.no

DOKUMENTSTATUS			
Versjon	Dato	Behandlet av	Status
1.0	05.04.2024	Sykehusbygg	Klar til utgivelse

BEHANDLINGSPROSEDYRE				
Versjon	Oversendt for	Instans	Behandling / status	Dato for behandling
0.6	Gjennomlesning	Sykehusbygg HF	Intern gjennomgang	10.01.2024
1.0	Behandling	Sykehusbygg HF	Ferdigstilt	05.04.2024

Figur 1: Bilde på forside. Kilde: Mark Kostich/Shutterstock

INNHold

SAMMENDRAG	4
Begrepsavklaring	6
DEL I HENSIKT	9
1.1 Innledning	10
1.2 Hva er stråleterapi?	11
1.3 Hva er en stråleterapienhet?	12
1.4 Organisering og drift i en stråleterapienhet	14
1.5 Stråleterapienheter i Norge	15
DEL II KUNNSKAPSGRUNNLAG	17
2 Metode for kunnskapsgrunnlag	18
2.1 Veileder for tidligfasen i sykehusbyggprosjekter	18
2.2 Strålevernlov og strålevernforskrift	19
2.3 Øvrige føringer	20
2.4 Bygningsmessige krav og føringer	20
2.5 Aktivitetstall for stråleterapi	22
2.6 Framskrivning av kapasitet for stråleterapi	24
2.7 Utviklingstrender innen strålebehandling	25
2.8 Utviklingstrender innen stråleterapiutstyr	26
2.9 Utviklingstrender - helsefremmende bygg	28
2.10 Litteraturoppsummering – Hovedtemaer og resultater	29
DEL III PLANLEGGING OG UTFORMING	36
3 Overordnet planlegging og utforming	37
3.1 Involvering i planprosessen	37
3.2 Driftsmodell og løsningskonsept	37
3.3 Beregning av netto areal til stråleterapi	38
3.4 Plassering av stråleterapienheten	39
3.5 Byggets utforming	44
3.6 Logistikk	46
3.7 Framtidsrettet arealplanlegging	47
4 Utforming av stråleterapienheter	49
4.1 Strålebehandlingsforløpet – et overblikk	49
4.2 Adkomst og mottak	50
4.3 Rom til planlegging av behandling	52
4.4 Behandlingsarealer	56
4.5 Støtterom	71
4.6 Generelle krav til arealene	73
4.7 Pasientrelaterte støttefunksjoner	76
5 Utstyr	77
5.1 Bildebaserte modaliteter til doseplan	78
5.2 Lineærakselerator (linak)	78

6	Anbefalt areal for stråleterapienter	82
6.1	Prinsippskisse strålebehandlingsareal	85
6.2	Nærhetsbehov og spesielle krav til essensielle rom ved stråleterapienter	86
7.	Eksempler fra ulike stråleterapienter	88
8.	Organisering av prosjektet	95

SAMMENDRAG

Dokumentet er ment som et verktøy som skal bidra til kunnskapsbasert planlegging av en stråleterapienhet og gjelder både for etablering av nye sentre og ved ombygging/utvidelse av eksisterende sentre. Dokumentets ambisjon er å gi en felles forståelse om hva planlegging av en stråleterapienhet krever. Ved bruk av kunnskapsbasert erfaring og tilgjengelig forskning er målet å få gode stråleterapienheter samt å redusere tidsbruk og kostnad i planlegging- og gjennomføringsfasen.

Dokumentet bygger på forskrifter, veiledere og internasjonale retningslinjer, erfaringsbasert kunnskap fra etablerte stråleterapienheter, pasienter og utstyrsleverandører, samt trender og forventet utvikling.

Kunnskapsgrunnlaget skal oppdateres når endring i lov og forskrift tilsier det, etter innspill fra pågående prosjekter eller ved evaluering av nye byggeprosjekter.

Del I Hensikt

I del 1 beskrives hva stråleterapi som behandlingsform er, hvordan en stråleterapienhet er organisert og bygd opp, samt omfanget av stråleterapi i Norge.

Målgruppen dokumentet er laget for er de som er involvert i planlegging av stråleterapisentre i nye prosjekt, ombygging eller påbygg.

I metodekapittelet beskrives kildene dette kunnskapsgrunnlaget bygger på, men også en kritisk vurdering av et evidensbasert kunnskapsbegrep innen arkitektur og design.

Del II Kunnskapsgrunnlag

Del II viser til en rekke lover og forskrifter og øvrige føringer som stiller krav til sykehusplanlegging og sykehus som skal benytte ioniserende stråling. Her omtales også aktivitets- framskrivning- og kapasitetstall for stråleterapi i Norge.

Videre beskrives behandlingsregimer samt utviklingstrender innen behandling, utstyr og helsefremmende design. Kapitlet avsluttes med en litteraturoppsummering gjeldende utforming og plassering av en stråleterapienhet i sykehus.

Del III Planlegging av stråleterapienheter

I del III beskriver alt fra overordnet planlegging til detaljert utforming av stråleterapienheter. Her beskrives også oppgaver rommene skal ivareta, utstyr som skal installeres og til slutt arealbehov for hvert rom.

Dokumentet presenterer temaer som bør drøftes ved utforming av stråleterapienheter; som størrelse, plassering av rom, gangavstander og oversikt; og det gis anbefalinger basert på erfaring fra etablerte stråleterapienheter, støttet av litteratur og forskning.

Eksempler fra både norske og internasjonale stråleenheter beskrives og gode eksempler benyttes gjennom dokumentet.

Til slutt vises plantegninger fra stråleterapienheter ved ulike sykehus både i drift og under planlegging og bygging.

Anbefalinger for utforming av stråleterapienheter

Planlegging av stråleterapienheter krever særlig kompetanse og kunnskap, og det er mange vurderinger og hensyn som må ivaretas for å oppnå gode og effektive enheter. Det anbefales at hele dokumentet gjennomgås for tilegning av tilstrekkelig kunnskap som underlag for riktig dimensjonering og prosjektering av funksjonsområdet.

Overordnet må det foretas framskrivninger som ivaretar demografisk utvikling. Videre skal følgende temaer avklares:

- Driftsmodell må fastsettes før prosjektering:
 - Hvordan skal stråleterapienheten organiseres for å gi god og effektiv ansatt- og pasientflyt?
 - Skal det være samdrift med andre nærliggende enheter som poliklinikk og dagområde, eller andre funksjoner?
- Plassering av Stråleterapienheten
 - Som en del av sykehusbygget eller i et frittstående/eget bygg?
- Størrelse på enheten:
 - Hvor mange strålemaskiner og bunkere skal det planlegges for?
 - Skal det være maze (inngangslabyrint) eller stråleskjermet dør inn til strålebunkerne?
 - Skal det planlegges for framtidig mulighet for utvidelse?

Utforming av enhetene bør ivareta gode løsninger for bl.a.:

- Adkomst, veifinning og mottak
- Gangavstander for pasienter og ansatte
- Oversikt, og mulighet for samhandling
- Dagslys, utsyn og innsynskjerming
- Plassering av nødvendige støtterom for en velfungerende stråleterapienhet
- Ventesoner
- Ivaretagelse av konfidensialitet
- Smittevern
- Helsefremmende design for pasienter og ansatte

Begrepsavklaring

Uttrykk	Forklaring
Adaptiv strålebehandling	Strålebehandling som involverer bruk av medisinsk avbildning for å tilpasse behandlingsplanen til pasientens anatomi på tidspunktet for hver fraksjon, slik at anatomiske endringer over tid kan tas i betraktning. Denne tilnærmingen sikter mot å øke presisjonen av gitt dose, forbedre behandlingsutfallet, og minimere stråledosen til det omkringliggende friske vevet.
Brakyterapi	Intern strålebehandling hvor strålekilden plasseres direkte i eller ved siden av området som krever behandling. Strålekilden befinner seg nær kreftcellene og det leveres en høy dose stråling direkte til svulsten, og samtidig begrenses dosen til det omkringliggende friske vevet. Jfr. Ekstern stråleterapi.
Behandlingsrom	Et rom der strålekilden er lokalisert og hvor pasienten blir strålebehandlet. Kilde: Veileder til forskrift om strålevern og bruk av stråling.
Behandlingsserier	Hvor mange behandlinger/fraksjoner pasienten skal få mot et område. En behandlingsserie kan for eksempel angis som 2 Gy x 25 behandlinger, 5 dager i uken
CBCT	Cone Beam Computer Tomografi - medisinsk avbildningsteknikk som bruker røntgenstråler for å lage volumopptak av pasienten (tredimensjonale (3D) bilder)
Doseplanlegging	Planlegging av hvordan stråledosen skal gis (feltoppsett) og hvordan stråledosen fordeles seg i kroppen. Doseplanleggingen sikter til å gi rekvirert dose til tumor og spare risikoorganer, og øvrig frisk vev, i størst mulig grad.
Doseplanleggingsområde (rom)	Dedikert arealer i lokalet der stråleteamet planlegger strålebehandlingen som skal gis til pasientene
Driftsmodeller	Med driftsmodell menes hvordan de ulike funksjoner organiseres og driftes
DSA	Direktoratet for Strålevern og Atomberedskap
Ekstern stråleterapi	Behandling med strålekilden (eks. en linak.) utenfor kroppen. Jamfør brakyterapi der kilden gjerne er i kroppen.
Fantom	En erstatter for menneskekroppen som brukes ved kalibreringer og bestrålinger. Fantomet representerer vanligvis en kropp-, eller hodefantom som er sylindriske eller firkantet. Det kan også være et vannfantom eller geometrisk fantom. For dosimetriske formål kan fantomene være laget av grafitt, pleksiglass, vevsekvivalent materiale eller plast fylt med vann (kilde: https://dsa.no/laboratoriene/dosimetriord-og-uttrykk)
Fikseringsutstyr	Benyttes for at strålen skal treffe på nøyaktig samme sted ved hver behandling og sikrer at pasienten ligger helt i ro og i samme stilling. Dette er for eksempel puter, vakuummadrasser, masker, behandlingsbord m.m.
Fraksjonert behandling	Strålebehandling gis vanligvis over tid, for eksempel 5 dager i uken, slik at frisk vev kan repareres. Angis med fraksjonsdose (for eksempel 2 Gy) opptil 35 fraksjoner (behandlinger), 5 dager i uken.

Funksjonsområder	Generisk betegnelse på områder i et sykehus, f.eks. poliklinikker, sengeområder, bildediagnostikk, operasjon, akuttmottak, stråleterapi m.fl.
Gy	Gray – Måleenhet for absorbert dose. Energi per masse: 1 Gy = 1 Joul/kg
IGRT	Image Guided Radio Therapy – Bildeveiledet stråleterapi, der det tas bilder av pasienten i behandlingsposisjon straks før eksponering slik at pasientposisjonen eventuelt kan justeres
KVIST	KvalitetsSikring I Stråleterapi, gruppe ved DSA som jobber med kvalitetssikringsprosjekt innen stråleterapi og jobber nært med alle landets stråleterapienheter
LAE	Lineær Akselerator Ekvivalent, det vil si normert årskapasitet for en linak. LAE = 1 settes normalt til 7,5 timers arbeidstid og 4 stråleterapeuter pr linak. LAE viser kun årskapasitet for behandling og ikke doseplanlegging. Med konvensjonell linak settes denne kapasiteten rundt 5500 frammøter pr LAE pr år.
Lineærakselerator / Linak	Apparat for ekstern høyenergetisk stråleterapi med lineærakselerator for elektroner og feltformingsutstyr mv. som definert i IEC-standard 60601-2-1 (kilde dsa.no/veileder 6). En linak kan vanligvis gi strålebehandling med foton- og elektronstråling og er utstyrt med en bildemodalitet (eks. CBCT)
Løsningskonsept	Den fysiske løsningen som er valgt for plassering av stråleterapienheten med tilhørende romløsning ut fra en valgt driftsmodell. Løsningskonsepter utarbeides i konseptfasen.
Manøverrom	Manøverrom er rommet som stråleterapeutene styrer behandlingsmaskinen fra. Benevnes også som kontrollrom eller sjalterom enkelte steder
Maze	Inngangslabyrint /-korridor til stråleterapibunker som skjermer for spredt ståling ut i allment område
Medisinsk avstandsoppfølging	En betegnelse for ulike former for digital eller virtuell pasientoppfølging. Medisinsk avstandsoppfølging muliggjør oversendelse av pasientdata i sanntid, evaluering av data og tilpasset oppfølging. Med denne typen oppfølging kan helsepersonell overvåke helsetilstanden til pasienter med kroniske lidelser og justere behandlingen raskere, uten å møte pasienten ansikt til ansikt.
Medisinsk fysiker	Fysiker med tre års teoretisk og praktisk fordypning i medisinsk fysikk hvorav minst ett år i klinisk praksis.
Onkolog	Lege med spesialisering innen onkologi, kreft
Oppgaveglidning	Oppgaver som delegeres fra en profesjon eller faggruppe til en annen. Ofte er det legeoppgaver som delegeres til sykepleiere med spesialopplæring. For at sykepleierne skal kunne jobbe effektivt, må noen av disse funksjoner ha nærhet til ansvarlig lege.
Oppholdsfaktor	Antatt tid det forventes at en person oppholder seg i tilstøtende rom til et behandlingsrom ved «strålingen på». Oppholdsfaktor settes for eksempel til 1 på fast arbeidsplass og 1/10 i korridor (kilde dsa.no/veileder 6)

Opptaksområde	Opptaksområdet er det geografiske området (samling av kommuner) som helseforetaket og sykehusene har et ansvar for å sørge for å betjene.
Poliklinikk	Et område i sykehus som tar mot pasienter til utredning og behandling, hovedsakelig med timeavtale. Det tas varierende grad av øyeblikkelig-hjelp konsultasjoner.
Programmering av romareal	Utrede og dokumentere funksjonskrav og behov for areal ved planleggingen av et nybygg/påbygg/tilbygg. Programmering av romareal legger grunnlaget for prosjektering av bygget.
Prosjektering	Planlegge, utforme, detaljtegne og beskrive et bygg
Pustestyrte behandling	Strålebehandling som styres av pasientens pust og bestråler kun i bestemte faser av pustebevegelsen
Pårørende	Er en samlet betegnelse for følgeperson til en pasient. Det kan for eksempel være til et barn, en person med funksjonsnedsettelse og/eller en eldre person. En følgeperson kan også være tolk.
Romprogram	Beskrivelse av alle typer rom og antall rom, med areal, som utgjør funksjonsområdet, f.eks. poliklinikk. Til hver romnavn (type rom) skal det knyttes et areal. Romprogrammet legger grunnlaget for prosjektering (tegning) av bygget.
SGRT	Surface Guidet Radio Therapy – overflatestyrt stråleterapi. Stråleterapi som styres av optisk skanning og analyse av pasientens (og eventuelt fikseringsutstyr) overflate (posisjon og form). Ved samsvar mot planlagt overflate starter eksponeringen
Stråleterapeut	Radiograf med ett års videreutdanning innen stråleterapi. Kan arbeide selvstendig ved stråleterapiapparat, jfr Veileder til forskrift om strålevern og bruk av stråling.
Stråleterapi	Strålebehandling som påvirker kreftcellenes arvemateriale, slik at de cellene dør eller slutter å dele seg. Kan gis med proton-, foton- elektronstråling eller med radioaktive kilder.
Støtterom	Betegnelse for alle rom i et funksjonsområde som er nødvendig for at den spesifikke funksjonen skal fungere (for eksempel lager)
Sv	Sievert - SI-enhet for ekvivalent strålingsdose, som er et mål på den biologiske virkningen av ioniserende stråling
UB-rom - Undersøkelse- og behandlingsrom	Rom til pasientrettet arbeid i form av konsultasjon, undersøkelse og/eller behandling. Rommet kan ha standardisert størrelse, utforming og grunnutrustning på inventar og utstyr.
Øyeblikkelig hjelp	Sykehusopphold som i pasientdata er registrert med hastegradskoder for øyeblikkelig hjelp, dvs. <i>akutt eller innen 24 timer</i>

DEL I HENSIKT

1.1 Innledning

Sykehusbygg HF arbeider på ulike måter for å oppfylle kravet til kunnskapsutvikling og kunnskapsdeling, standardisering og erfaringsoverføring. Kunnskapsgrunnlag og kunnskapsoppsummeringer for funksjonsområder i sykehus blir utviklet for å skape et felles grunnlag som er systematisert og enkelt tilgjengelig for små og store byggeprosjekt. Dokumentet er utarbeidet av Sykehusbygg HF med grunnlag i publisert forskning, forskrifter og veiledere, internasjonale retningslinjer, erfaringer fra ulike stråleterapientheter, samt prosjekter under planlegging.

Sykehus er komplekse organisasjoner hvor de enkelte funksjoner inngår i en sammenheng og et samspill. For å kunne planlegge en funksjonell stråleenhet i et sykehus er det viktig å forstå ansatt- og pasientflyten opp mot strålebehandlingsforløpet. Ved kreftbehandling ønsker man så raskt som mulig å stoppe sykdomsutviklingen, med riktige tiltak. I dag er mange kreftformer omfattet av nasjonalt standardiserte pasientforløp, der målet er rask utredning og behandlingsstart.

Ved nyetablering av en stråleterapienthet er det viktig at sykehuset/helseforetaket tar høyde for at det tiltransporteres en ny pasientgruppe. Dette vil føre til økt bruk av sykehusets ulike funksjoner, slik som MR, lab- og prøvetakning, senger, pasienthotell og portørbehov med mere. Dette må det enkelte sykehus og helseforetak ivareta i sin planlegging og utvikling for å få en effektiv pasientbehandling.

Kunnskapsgrunnlaget gir en beskrivelse av behov knyttet til utforming av funksjonen inkludert forskning og fagutvikling. Dokumentet skal også svare ut hvilke temaer som må drøftes og besluttes på ulike steg i planprosessen. Dette kan for eksempel være; Hvilke bygningsmessige alternativer finnes for stråleterapientre eller hvilke fysiske løsninger understøtter virksomheten best? Gjennom dokumentet vil eksempler og erfaringer fra etablerte stråleterapientheter tas inn, ut fra de ulike temaene som omtales.

Hensikt

Dokumentet skal bidra til kunnskapsbasert planlegging og utforming av stråleterapientheter. Det skal sammenstille kunnskap fra forskrifter, veiledere og retningslinjer med erfaringsbasert kunnskap, presentere ulike konsepter, og anbefale løsninger der det er hensiktsmessig. Det skal være et verktøy for de som deltar i planlegging av stråleterapientre – ved nybygg, påbygg eller ombygging av eksisterende bygg.

Det er en ambisjon at dokumentet skal bidra til gode prosesser, høy kvalitet og effektiv tidsbruk i planlegging av stråleenheter sykehus.

Kunnskapsgrunnlaget skal evalueres og oppdateres når endring i lov og forskrift tilsier det, etter innspill fra pågående prosjekter eller ved evaluering av nye byggeprosjekter, resultater fra ny forskning og innovasjon, samt ved større faglige og teknologiske endringer som påvirker funksjonsområdet/arealer for funksjonsområdet.

Målgrupper

Målgrupper er i første rekke personer som er involvert i planlegging av stråleterapi i nye prosjekter, ombygging eller påbygg:

- Prosjektorganisasjon

- Arkitekter, tekniske rådgivere og andre som deltar i planlegging og prosjektering
- Relevante fagmiljø i HF/RHF
- Ledelse i HF/RHF
- Ansatte, tillitsvalgte og vernetjeneste som deltar i medvirkningsprosess
- Brukerorganisasjoner
- Andre interessenter

Avgrensning

Dokumentet beskriver konvensjonell stråleterapi og omhandler ikke behandlingsformer som brakyterapi, strålekniv og protonterapi. Brakyterapi er etablert ved 4 av universitetssykehusene i dag, og er ikke planlagt etablert på nye sentre i Norge. Strålekniv er etablert ved Haukeland Universitetssykehus (HUS) og dette er et kirurgisk apparat som benytter stråling i behandlingen, men ikke direkte relatert til stråleterapi. Protonterapi er under etablering i Norge, både ved Oslo Universitetssykehus (OUS) og HUS og det er ikke planlagt å etablere flere sentre.

Grensestrålebehandling, som benyttes til hudbestråling, vil ikke beskrives utover hva som anses som nødvendig.

Gjeldende lovgivning

Når det gjelder lovgivning rundt tema strålevern, vises det til norsk lovverk www.lovdatab.no

- Lov om strålevern og bruk av stråling (strålevernloven)
- Forskrift om strålevern og bruk av stråling (strålevernforskriften)
- Veileder 6 Stråleterapi – Veileder til forskrift om strålevern og bruk av stråling som oppslagsverk, fra Direktoratet for Strålevern (DSA) (www.dsa.no)

1.2 Hva er stråleterapi?

Moderne kreftbehandling er ofte sammensatt av flere behandlingsformer som tilpasses den enkelte pasient og type kreftform. Pasientene som får kreftbehandling vil i mange tilfeller motta en kombinasjon av cellegift, kirurgi, strålebehandling og immunterapi m.m. Strålebehandling gis til nesten halvparten av alle kreftpasienter¹.

Strålebehandlingen gis av en lineærakselerator (linak), se Figur 2, som benytter høyenergetisk fotonstråling som sentreres mot kreftsvulsten/cellene. Dette gjør at kreftcellene enten dør eller slutter å dele seg.

Behandlingen utføres ved at pasienten ligger på et behandlingsbord mens lineærakseleratoren beveger seg rundt og bestråler fra ulike vinkler. Behandlings sesjonene

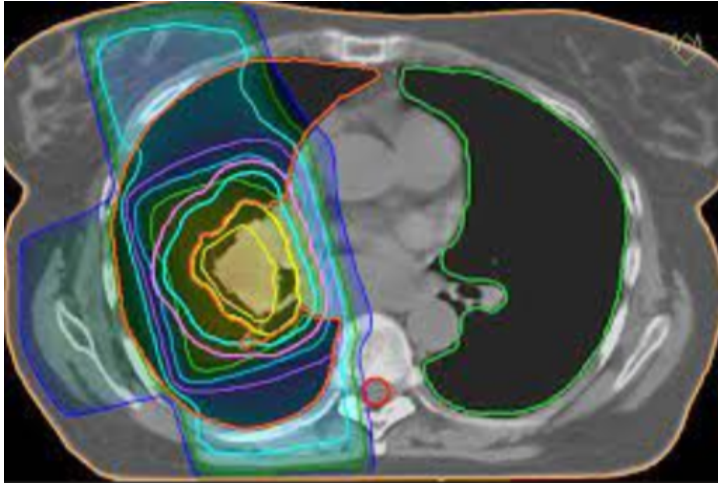


Figur 2: Illustrasjon av strålebehandling med lineærakselerator. Kilde: Mark Kostich/Shutterstock

¹ [Strålebehandling - Kreftforeningen](#)

tar vanligvis noen minutter og gjentas daglig over flere dager, dette kalles fraksjonert behandling.

Behandlingen må utføres presist og skånsomt for å unngå skade på friskt vev. Derfor lages det individuelle doseplaner for hver enkelt pasient, se Figur 3.



Figur 3: Eksempel på en doseplan for pasient med lungetumor. Kilde: DSA.no

Stråleterapi utgjør en viktig del av kreftbehandling²:

- Kurativ behandling der målet er å gjøre pasienten frisk av sin kreftsykdom
- Supplerende behandling, f.eks. etter operasjon for å minske risiko for tilbakefall av sykdommen
- Lindrende behandling

Denne klassifiseringen er under diskusjon. I Strukturert kreftjournal og Norsk proton og stråleterapi foreslås følgende inndeling:

- Kurativ hensikt
- Ikke kurativ hensikt (herunder lindrende behandling, livsforlengende behandling og lokal kontroll)

1.3 Hva er en stråleterapienhet?

En stråleterapienhet er en avansert og høyspesialisert enhet for strålebehandling. Enheten er lokalisert enten i sykehuset eller som et selvstendig bygg i tilknytning til et sykehus.

Strålebehandlingen utføres i et stråleskjermet behandlingsrom utstyrt med en strålebehandlingsmaskin kalt en linak. Maskinen genererer høyenergetisk fotonstråling eller elektronstråling. Det er strenge krav med tanke på stråleskjerming som må tas høyde for i planlegging av behandlingsarealene.

² [Stråleterapi i Norge – fortsatt betydelige ulikheter i tilgang og bruk. Hvorfor? | OnkoNytt](#)



Figur 4: Strålebehandlingsrom med linak, St. Olavs Hospital, Trondheim. Foto: Sykehusbygg HF

For å sikre den mest effektive behandlingen for hver pasient, planlegges en individuell behandlingsplan/dospelan ut fra avansert bildeopptak. Det tas som minimum CT-bilder (Computer Tomografi), med en dedikert spesialtilpasset CT for stråleterapi. I tillegg kan det benyttes andre bildeteknikker som MR (Magnetisk Resonans), PET-CT (Positron Emisjon Tomografi) eller PET-MR. Doseplanleggingen gjennomføres ved å kombinere disse bildene, definere behandlingsområdet og kritiske organer, samt skreddersy en best mulig behandling for den enkelte pasient, se Figur 3 over.

Utover arealene for planlegging og behandling inneholder en stråleterapienhet areal for: Ekspedisjon, venterom, omkleddingsrom, toaletter, undersøkelses- og behandlingsrom (UB-rom), kontorer og møterom for personalet, verksted, lager for kvalitetskontrollutstyr, tekniske rom, datarom og andre støtterom.

I en stråleterapiavdeling er samarbeidet mellom alle yrkesgruppene svært viktig; stråleterapeuter, medisinske fysikere og onkologer. Det er viktig at størrelse og plassering av rommene innad i enheten understøtter dette samarbeidet, slik at det dimensjoneres nok areal og tilstrekkelig ventilasjon ut fra arbeidet som foregår i de ulike rommene. Arealet og beliggenhet av rommene i forhold til hverandre bør planlegges godt, da dette vil påvirke arbeidsflyten og effektiviteten i pasientbehandlingen.

Ved en stråleterapienhet behandles et stort antall pasienter daglig. En timeavtale varer som regel i 15 minutter, med unntak av første behandling som ofte er satt til 20-30 minutter. Ved bruk av nye og mer avanserte maskiner, vil behandling kunne kreve mer tid – med et snitt på ca. 20 minutter pr. fremmøte, men antall fraksjoner vil da kunne reduseres.

De fleste pasienter har et behandlingsforløp hvor de kommer flere ganger innen en gitt periode, med vanligvis 5 - 35 behandlinger. De vanligste behandlingsseriene fordrer daglig behandling på alle virkedager uten avbrudd. Enkelte behandlingsserier gis med to behandlinger pr dag, eller med behandling 6 dager pr uke.

Behandling foregår i hovedsak på dagtid (gjerne kl. 08.00 til kl. 15.30), men enkelte større stråleenheter, med 3 linaker eller flere i drift, tilbyr også kveldsskift (kl. 15.00 til kl. 21.00), særlig ved utskifting av maskiner.

Det er stort press på stråleterapisentrene i Norge, og det antas fortsatt at en tredjedel av behandlingsbehovet er udekket³.

1.4 Organisering og drift i en stråleterapienhet

Stråleterapi er vanligvis en selvstendig enhet med egen leder. Enheten har mange ansatte fordelt på flere yrkesgrupper: Medisinske fysikere, stråleterapeuter, onkologer, kreftsykepleiere, medisinsk-tekniske ingeniører i tillegg til merkantilt personale og renholdspersonale.

Bemanning ved en stråleterapienhet vil avhenge av enhetens størrelse og innhold i maskinpark. Nye behandlingsmetoder og maskiner vil kunne kreve andre fagfolk enn det som er vanlig i dagens stråleterapi. Særlig ser man at kunnskap og bruk av KI vil kreve ansatte med annen fagbakgrunn enn det som har vært behov fram til i dag. Det er også stort fokus innen klinisk forskning, noe som krever økt ressurs innen dette feltet og her må sykehusets strategi innen forskning legges til grunn.

Flere av yrkesgruppene har arbeidsoppgaver som ikke er direkte knyttet til pasientbehandlingen. Det må derfor legges til rette for gode arbeidsplasser til konsentrasjonsarbeid for alle ansatte.

En stor utfordring i Norsk helsevesen er tilstrekkelig tilgang på faglige ressurser innenfor de fleste disipliner. Stråleterapi har utfordringer med å rekruttere spesialister innen onkologi, medisinske fysikere, og stråleterapeuter. Det er dermed ut fra et OU-perspektiv, viktig at sykehusene tidlig ser på mulige måter å rekruttere og utdanne disse spesialistene.



Figur 5: Det samarbeides tett mellom flere faggrupper. Foto: Stockbilder

Samarbeid med andre avdelinger

Stråleterapifunksjonen samarbeider med kreftpoliklinikk, infusjonsenhet, sengeposter, anestesi, smerteteam og bildediagnostikk (både røntgen og nukleærmedisin) i tillegg til portørtjeneste og sentral forsyning.

³ [Stråleterapi i Norge – fortsatt betydelige ulikheter i tilgang og bruk. Hvorfor? | OnkoNytt](#)

1.5 Stråleterapienheter i Norge

Den geografiske plasseringen av stråleterapienheter i Norge skal legge til rette for at strålebehandlingen er best mulig tilgjengelig for pasientene. Man ser at det er en sammenheng mellom avstanden til stråleterapienheter og bruken av stråleterapi som behandling. Bygging av nye stråleterapienheter samt etablering av to protonsentre vil få innvirkning på stråleterapivirkningsheten i Norge, både når det gjelder antall behandlinger, utstyr, kompetanse, kapasitetsutnyttelse og oppgradering av eksisterende stråleterapibehandlingsutstyr.



Figur 6: Kart over hvor det utføres strålebehandling i Norge. Illustrasjon: Sykehusbygg HF

Etablerte stråleterapienter, fra nord til sør:

- Universitetssykehuset i Nord-Norge, UNN Tromsø
- Nordlandssykehuset HF, (NLSH), Bodø
- St. Olavs hospital HF, (STOH), Trondheim Universitetssykehus
- Ålesund sjukehus, (HMR), Helse Møre og Romsdal
- Haukeland Universitetssykehus, (HUS), Bergen
- Sykehuset Gjøvik, Sykehuset Innlandet HF (SIG)
- Oslo Universitetssykehus, (OUS), avdeling Radiumhospitalet
- Oslo Universitetssykehus, (OUS), avdeling Ullevål
- Stavanger Universitetssjukehus (SUS), Stavanger
- Sørlandet sykehus HF, (SSK), Kristiansand

Stråleterapiprosjekter under bygging

- Nye Stavanger Universitetssjukehus HF (Nye SUS), Helse Stavanger HF
- Nytt sykehus i Drammen (NSD), Vestre Viken HF

Stråleterapienter under planlegging

- Sykehuset Telemark HF, Skien, (USS) forprosjekt 2023
- Akershus universitetssykehus HF, Ahus (KSB), konseptfase steg 1 2023
- Sykehuset Østfold HF, Kalnes (SSK), konseptfase steg 1 2023
- Nytt Mjøssykehus, Moelv i Innlandet (USI), (innebærer i tilfelle flytting fra Gjøvik) konseptfase steg 2 2023

Tabell 1 følger en oversikt over de ulike stråleterapienterens antall linaker og strålebunkere.

Tabell 1: Antall linaker i drift og antall strålebunkere på de ulike stråleterapientene i Norge pr 2024

Stråleterapiavdeling	Antall linaker i drift	Antall strålebunkere
UNN	3	4
NLSH	2	2
St. Olavs Hospital	4	5
Ålesund	2	3
HUS	6	6
SUS	2	3
Kristiansand	2	3
Radiumhospitalet	10	10
Ullevål	6	7
Gjøvik	2	3

DEL II

KUNNSKAPSGRUNNLAG

2 Metode for kunnskapsgrunnlag

Sykehusplanleggere, arkitekter, rådgivere og prosjektledere med flere, møter økte krav til at beslutninger om løsninger og utforming av sykehusarealer er basert på forskning og erfaringsoverføring fra eksisterende prosjekt.

Et sykehusbygg er en kompleks helhet med en rekke sammenvevde funksjoner og egenskaper. En utfordring i helse- og sykehusforskning er at mange ulike variabler kan virke inn på området som skal undersøkes. Det er derfor vesentlig å kjenne til hva som har støtte i forskningen og i hvilken grad resultater eller funn er relevante for den aktuelle løsningen i bygget.

Kunnskapsgrunnlaget for planlegging av stråleterapi bygger på både forskning og erfaringsoverføring fra eksisterende prosjekt.

Kilder

Kunnskapsgrunnlaget er sammensatt av et bredt utvalg av kilder presentert i Del II. Lover, forskrifter og styrende dokumenter er presentert først.

Innhenting av dokumentasjon om utforming av stråleterapi ble gjennomført ved hjelp av søk på Internett. Følgende kombinasjon av søkeord ble benyttet for innhenting av informasjon:

- Design of radiation therapy spaces
- Layout of radiation therapy areas
- Treatment room design for radiation therapy
- Design of radiotherapy facilities
- Radiotherapy design guide
- Planning and design for radiotherapy facilities

Til sammen 48 kilder var relevante for tema «utforming av stråleterapi». Etter nærmere vurderinger ble det valgt 29, hvor 9 er benyttet i dette kunnskapsgrunnlaget.

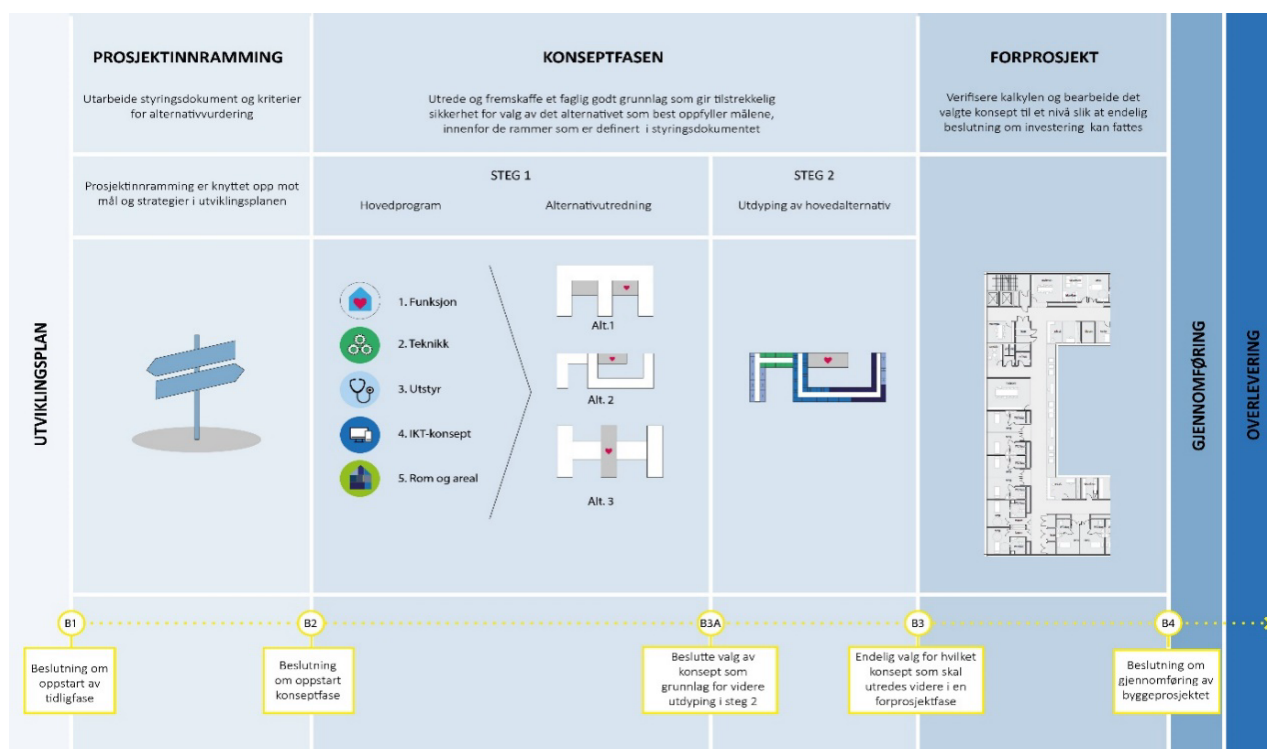
Kunnskapsgrunnlaget viser i tillegg til relevante veiledere, referanseprosjekter og konsept- og designdokumenter som omhandler planlegging av stråleterapienheter i sykehus.

Kunnskap som blir referert til i Del II er en del av grunnlaget for drøftinger og anbefalinger videre i dokumentet. Kunnskapsoppsummering om stråleterapi vil bli oppdatert og være tilgjengelig på Sykehusbygg HF sin hjemmeside www.sykehusbygg.no/kunnskapsdeling.

2.1 Veileder for tidligfasen i sykehusbyggprosjekter

I planlegging av sykehus er det anbefalt at alle prosjekter bør følge Veileder for tidligfasen og Veileder for hovedprogram. Veilederne beskriver hvordan tidligfasen for byggeprosjekter i helseforetakene bør gjennomføres. Veilederne gir på et overordnet nivå retningslinjer for hva som bør inngå i de ulike fasene, hvilke analyser som bør gjennomføres, hvilke beslutningsdokumenter som skal utarbeides, og hva som skal besluttes ved de enkelte beslutningspunktene⁴.

⁴ [veileder-for-tidligfasen-i-sykehusbyggprosjekter.pdf](#)



Figur 7: Faser og beslutningspunkter fra Veileder for tidligfasen i sykehusbyggprosjekter (2017)

Prosjekter som inkluderer stråleterapi må nøye vurdere kompleksiteten av beliggenhet, eksisterende bygninger og sykehusets organisasjon. Små endringer kan ha betydelige konsekvenser for tekniske aspekter, logistikk, kapasitet, byggekostnader med mer.

2.2 Strålevernlov og strålevernforskrift

Strålevernloven med tilhørende strålevernforskrift beskriver krav og føringer som må oppfylles ved planlegging, bygging og drift av enheter som benytter ioniserende stråling til bruk på mennesker.

Forskrift 16. des 2016 nr. 1659 om strålevern og bruk av stråling (strålevernforskriften) trådte i kraft 1. januar 2017, og er hjemlet i lov 12. mai 2000 nr. 36 om strålevern og bruk av stråling (strålevernloven). Formålet med forskriften er å sikre forsvarlig strålebruk, forebygge skadelige virkninger av stråling på menneskers helse, og å bidra til vern av miljøet. Forskriften dekker et bredt spekter av strålekilder og bruksområder, med unntak av transport.

Alle sykehus som tilbyr stråleterapibehandling, må ha godkjenning fra DSA (Direktoratet for Strålevern og Atomsikkerhet). Sykehuset må oppfylle kravene i strålevernregelverket⁵.

Det foreligger en veileder (Veileder 6 til forskrift om strålevern og bruk av stråling) som utdypet et utvalg av forskriftens paragrafer og deler av paragrafer, med generell informasjon og forslag til detaljerte løsninger der forskriften stiller generelle funksjonskrav.

Det er viktig at forskriftstekst og veileder leses i sammenheng. Utvalget dekker de forskriftsparagrafer som normalt vil være av betydning for den angitte brukergruppen. Enhver

⁵ [Strålebehandling - DSA](#)

virksomhet plikter imidlertid å kjenne de forskriftsbestemmelser som er relevante, og må vurdere sin strålebruk i forhold til samtlige aktuelle forskriftsparagrafer.

2.3 Øvrige føringer

Lover, forskrifter og andre myndighetsvedtak utgjør rammene for spesialisthelsetjenesten, herunder helseforetaksloven, spesialisthelsetjenesteloven og pasient- og brukerrettighetsloven. Den nasjonale helsepolitikken og oppgavene til de regionale helseforetakene konkretiseres og utdypes i Nasjonal helse- og sykehusplan, oppdragsdokumenter og foretaksmøter i de regionale helseforetakene.

Sykehus med stråleterapienhet skal utformes på en måte som ivaretar rettighetene til pasienter, pårørende/foreldre og ansatte. Spesialisthelsetjenesten skal forholde seg til gjeldende lovverk og forskrifter som har betydning i denne sammenheng. Viser til [Lover og regler - Helsebiblioteket](#) for ytterligere utdypning.

2.4 Bygningsmessige krav og føringer

DSA legger føringer og krav om at sykehuset må ha tydelige planer for bygget der strålemaskinene skal stå. Prosjektering av en stråleterapifunksjon skal utføres i tråd med gjeldende retningslinjer for stråleterapianlegg som angitt i Strålevernets Veileder 6, om stråleterapi og det må dokumenteres at behandlingsrommene er tilstrekkelig skjermet.

Ved etablering eller ombygging av en stråleterapienhet oppfordrer DSA til tidlig dialog, angående design og organisering av enheten. Det skal i løpet av prosjektperioden, gjerne i forbindelse med forprosjektet, utarbeides en samsvarserklæring til DSA. Denne skal være en garanti for at prosjekteringen er i henhold til DSA sine krav.

Fysiker med spesialkompetanse innenfor beregning av skjerming for stråleterapi må tidlig inn i planleggingsprosessen. Vedkommende må utføre skjermingsberegninger for dimensjonering og utforming av korrekt vegg- og dekketykkelser for arealene i og rundt behandlingsrommene.

Følgende punkter må gjennomgås av fysiker og de prosjekterende:

- Årlig strålebelastning (Gy)
- Skjermingsberegninger – se faktaboks nedenfor
- Soneinndeling
- Kontrollerte områder (maks. 1 mSv til yrkeseksponert personell)
- Momentan doserate utenfor behandlingsrom skal ikke overstige 7,5 μ Sv/t
- Øvrige områder (maks 0,25 mSv til øvrig personell og allmenheten)
- Hvilke behandlingsteknikker som legges til grunn
- Utforming og plassering av tekniske gjennomføringer, slik at de ikke gir lekkasje av stråling
- Ventilasjon med krav til utskifting av luft, særlig ved energier over 8 – 10 MV
- Tilrettelegging for inntransport, utskifting av utstyr og teknologisk utvikling

Skjermingsbehov avhenger også av hvilket utstyr som skal installeres. Dette utstyret er under stadig utvikling, og det er viktig å hensynta dette i planleggingen av nye stråleenheter. Videre må man ta høyde for energien til de enkelte maskinene, men også fremtidige endringer i utstyrsparken.

Design av skjerming av behandlingsrommet skal ta hensyn til:

- De ulike stråletypene som benyttes (røntgen-, foton- og elektronstråling) og høyeste stråleenergi
- Dimensjon, retning og form på strålefelt
- Isosenterposisjon
- Fordeling av maksimal lekkasjestråling (foton- og nøytronstråling)
- Spredt nøytronstråling i strålelinjen (for fotonenergier fra 8 MV må skjermingsmålingene inkludere måling av nøytrondose)
- Bruksrate per år («workload», Gy/år)
- Oppholdsfaktor i tilstøtende rom
- Transmisjon av bygningsmateriell og dets tiverdilag (TVL)
- Dimensjon på rom, gulv-, vegg- og taktykkelse
- Doserate utenfor vegger og dører (mSv/år)

For å unngå å aktivere byggematerialer i behandlingsrommet, skal man unngå materialer med lave og mellomliggende atomnummer, der fotonstrålen kan treffe direkte på materialene. Eksempler på materialer som skal unngås er aluminium og kobber.

Retningslinjer for design av stråleterapirom er gitt i IEC standard 61859 «Guidelines for Radiotherapy Treatment Rooms Design». Det vises også til Veileder 6 fra DSA for ytterligere informasjon.

Nye krefttilfeller og utviklingen av kreft øker med økt levealder. Ifølge Kreftregisteret diagnostiseres tre av fire krefttilfeller hos personer over 60 år⁶.

Kreftregisteret deltar i samarbeidsprosjektet NORDCAN⁷ (*Association of the Nordic Cancer Registries*), en database som gir oversikt over kreftsstatistikken for de nordiske landene. Dette inkluderer insidens, mortalitet, prevalens og kreftoverlevelse. Databasen estimerer en økning i antall nye krefttilfeller på 37 prosent i Norge fra 2022 til 2040.

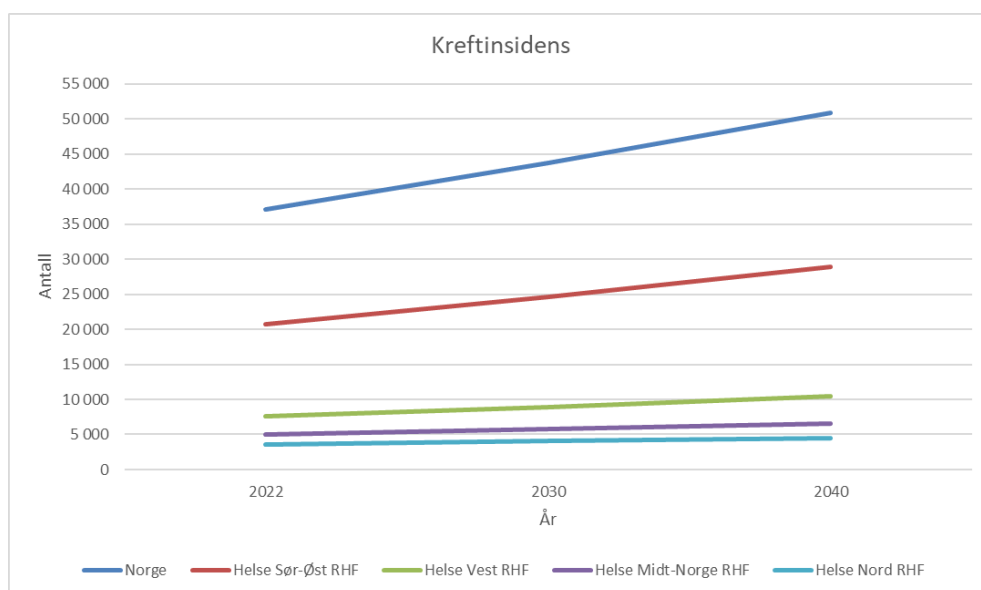
For de fire helseregionene i Norge viser NORDCAN en estimert økning i kreftinsidensen på:

- 18 prosent i Helse Sør-Øst RHF
- 19 prosent i Hele Vest RHF
- 16 prosent i Helse Midt RHF
- 14 prosent i Helse Nord RHF fra 2022 til 2030

Dette vises i Figur 8.

⁶ [Kreft i Norge \(kreftregisteret.no\)](https://kreftregisteret.no)

⁷ [Nordcan 2.0 \(iarc.fr\)](https://nordcan.2.0.iarc.fr)



Figur 8: Antall nye krefttilfeller estimert i de fire helseregionene for 2022 fram til 2030 og 2040. Tallene for økte krefttilfeller må ses i sammenheng med befolkningsveksten i de ulike regionene.

Ifølge Kreftregisteret var det 38.265 nye krefttilfeller i 2022⁸. Prostata-, bryst-, lunge- og tykktarmskreft er de vanligste kreftformene, og utgjør til sammen 50 prosent av alle krefttilfeller i Norge.

2.5 Aktivitetstall for stråleterapi

Strålebehandling gis til nesten halvparten av alle kreftpasienter. Aktivitetstall fra Helsedirektoratet⁹ viser at det for 2022 var 14.250 pasienter i stråleterapi, og hvorav 11.847 nye pasienter samme år, se Tabell 2.

Tabell 2: Aktivitetstall for stråleterapibehandling i 2022¹⁰

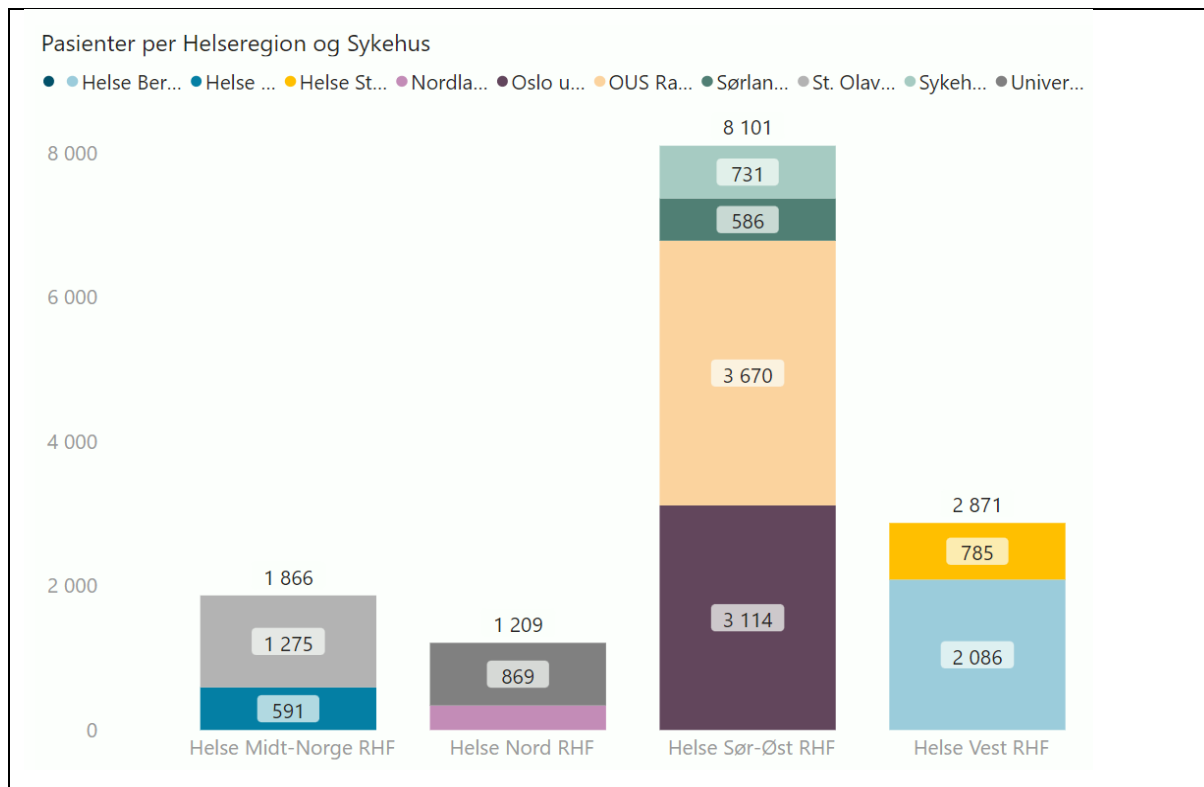
Behandlings-serier	Behandlingsserier pr. pasient	Behandlingsserier pr. nye pasient	Fraksjoner pr. behandlingsserie	Antall behandlings-fremmøter 2022
15.406	1,08	1,3	14,32	220.658

Figur 9 presenterer en oversikt over antall pasienter som har fått strålebehandling i 2022 fordelt på de fire helseregionene med tilhørende sykehus. Helsedirektoratet opplyser om at statistikkene også inneholder duplikater ved sykehusene i Helse Møre og Romsdal HF, Sykehuset Innlandet HF og St. Olavs hospital HF. Dette vil også påvirke totaltallene i helseregionene der disse inngår.

⁸ [Kreft i Norge \(kreftregisteret.no\)](https://kreftregisteret.no)

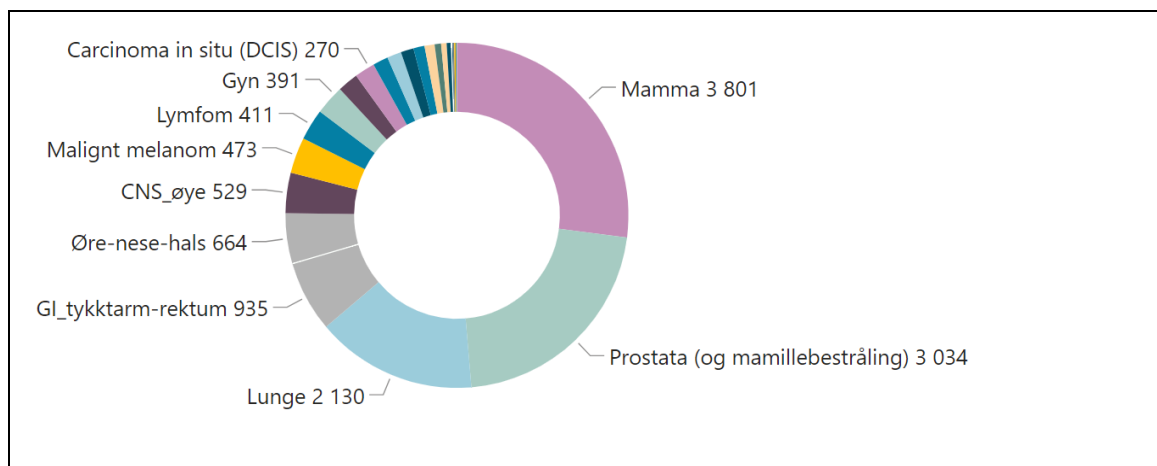
⁹ [Stråleterapi - aktivitet - Helsedirektoratet](#)

¹⁰ [Stråleterapi - aktivitet - Helsedirektoratet](#)



Figur 9: Antall pasienter per helseregion i 2022¹¹

Figur 10 viser en oversikt over de største diagnosegrupper som tilbys stråleterapi i 2022. Dette er pasienter med brystkreft, prostatakreft, lungekreft og mage-tarmkreft.



Figur 10: Fordelingen av pasienter pr. diagnosegruppe som får stråleterapi i 2022¹¹

¹¹ [Stråleterapi - aktivitet - Helsedirektoratet](#)

2.6 Framskriving av kapasitet for stråleterapi

I planlegging av sykehus benyttes en modell for framskriving av aktivitet for å beregne kapasitet. Helse Sør- Øst RHF har siden 2022 ledet arbeidet med å revidere framskrivingsmodellen fra 2011 i samarbeid med en bredt sammensatt arbeidsgruppe. Sykehusbygg HF har bidratt med analysearbeid. Når det gjelder utredning, behandling og oppfølging av pasienter, utgjør kreft en vesentlig andel av spesialisthelsetjenesten. Måltrettet behandling og lavere mortalitet medfører imidlertid at flere overlever sin kreftsykdom. For denne pasientgruppen foreslå det i ny modell en fortsatt overgang til mer poliklinisk aktivitet og redusert sengebehov. Det er planlagt å innarbeide dette i framskriving og kapasitetsberegning innen stråleterapi.

I forbindelse med desentralisering og videre utbygging av stråleterapikapasiteten i Helse Sør-Øst RHF, gjennomførte Oslo universitetssykehus (OUS) HF i februar 2024 en statusoppdatering for kapasiteten, med en estimering av det samlede regionale behovet for strålekapasitet fram mot 2050¹².

I estimeringen er behandlingsframmøter benyttet som et mål på kapasitetsbehov. Dette med bakgrunn i at antall frammøter (fm) er tett koblet til det antall behandlingsmaskiner en stråleterapienhet har behov for. Som grunnlag for behovsestimatene, ble antall frammøter og medisinsk praksis i egen helseregion i perioden 2018 til 2020 benyttet. Fra SSB er det brukt befolkningsframskriving tilrettelagt i juli 2022, for årene 2024, 2030, 2040 og 2050.

Normert årskapasitet for 1 LAE, settes normalt til 7,5 timers arbeidstid med 4 stråleterapeuter pr. linac. Det er viktig å presisere at antall frammøter per maskin er avhengig av flere faktorer. Med konvensjonell linac settes denne kapasiteten rundt 5 500 fm pr år. Med nye ringformede linaker i kombinasjon med funksjonelle skiftebåser vil kapasiteten kunne være opptil 7 000 fm for enkelte diagnosegrupper. Ved bruk av MR-linac og adaptiv strålebehandling, vil man kunne få mindre enn 5 500 fm pr maskin pr år. Antall fm vil derfor variere fra 5 000 - 7 000 fm pr år, men i snitt ligger det rundt 5 500.

I tabellen nedenfor vises beregnet kapasitet for stråleterapi i Helse Sør-Øst for årene 2024, 2030, 2040 og 2050, med utgangspunkt i behandlingsframmøter perioden 2018-2020. I beregningene for OUS inngår bydelene Alna, Stovner og Grorud, da aktiviteten er planlagt overført fra Akershus universitetssykehus (Ahus).

¹² Oppfølging av strålekapasiteten i Helse Sør-Øst. Oppdatert regional vurdering fra OUS. Februar 2024.

Tabell 3: Beregnet kapasitet for stråleterapi i Helse Sør-Øst framskrevet årene 2024, 2030, 2040 og 2050, med utgangspunkt i behandlingsframmøter perioden 2018-2020. Kilde: OUS, Helse Sør-Øst¹³

Kapasitetsestimater for de sju stråleterapienhetene ved 81 % frammøteandel, 5 500 fm/LAE (5 250 i OUS) og behovsdekning som for Oslo i 2018-2020 (43 %)					80 % prognoseintervall i 2040		
	2024	2030	2040	2050	+ 4,1 %	MMMM	+ 4,1 %
Vestre Viken	3,1	3,4	3,9	4,2	3,8	3,9	4,1
Vf-Tm	3,1	3,3	3,7	3,9	3,6	3,7	3,9
Akershus	3,1	3,5	4,1	4,6	4,0	4,1	4,3
Østfold	2,5	2,7	3,1	3,3	2,9	3,1	3,2
Innlandet	2,5	2,6	2,6	2,6	2,5	2,6	2,7
Agder	2,0	2,1	2,2	2,2	2,1	2,2	2,2
OUS	9,0	9,9	11,5	12,5	11,0	11,5	11,9
Sum HSØ	25,4	27,3	31,1	33,3	29,8	31,1	32,4

Som vist Tabell 3, er det for Helse Sør-Øst beregnet et samlet behov for rundt 30 (31,1) LAE ved 5.500 i 2040. Videre er det vist en fordeling av beregnet kapasitetsbehov på eksisterende stråleterapienheter, med unntak av OUS avdeling Ullevål, inkludert de som er under etablering og planlegging: Vestre Viken (Nye Drammen sykehus), Vestfold og Telemark (Sykehuset Telemark),

Akershus universitetssykehus, Innlandet (Nytt Mjøssykehus), Agder (Sørlandet sykehus) og Sykehuset Østfold. Det forutsettes at 81 prosent av innbyggerne i regionen dekkes ved de nye enhetene.

2.7 Utviklingstrender innen strålebehandling

Innen stråleterapi skjer det en rask utvikling medisinsk faglig, utstyrmessig og bygningsteknisk. Det foregår stor forskningsdrevet utvikling innenfor kreftdiagnostikk og -behandling, som gir behov for økt kapasitet, og som gir mulighet for å håndtere en stigende kompleksitet i utrednings- og behandlingsforløpene. Dette betyr flere og mer persontilpassede behandlingsalternativer. Fremtidig kreftbehandling vil preges av økt multidisiplinært samarbeid med behov for flyteeffektive driftskonsepter, som understøtter høy pasientopplevd- og medisinskfaglig behandlingsskvalitet.

Trenden innen behandling er at antall behandlingsfraksjoner går ned, men at hver fraksjon øker i stråledose. For eksempel har behandling av brystkreft gått ned fra 5 uker behandlingstid til 1 eller 3 ukers behandlingstid, avhengig presis diagnose /indikatorer.

Nedenfor følger en beskrivelse av ulike behandlingsregimer som benyttes i dag:

- **Standard behandling**
Ved standard behandling gis en stråledose på 2 Gy hver dag, 5 dager i uken. Varighet og totaldose avhenger av hvilken kreftdiagnose pasient har.
- **Hyperfraksjonering**

¹³ Oppfølging av strålekapasiteten i Helse Sør-Øst. Oppdatert regional vurdering fra OUS. Februar 2024.

Hyperfraksjonering vil si at den totale stråledosen er delt opp i flere små doser som gis oftere enn én gang pr. dag.

- **Hypofraksjonering**

Hypofraksjonert strålebehandling vil si at den totale stråledosen er delt opp i færre, men større doser.

- **Akselerert strålebehandling**

Ved akselerert strålebehandling får pasienten den totale stråledosen over et kortere antall dager enn man får med standard behandling.

- **Adaptiv strålebehandling**

Adaptiv strålebehandling (ART) er en type behandling som ved hjelp av frekvent avbildning kan kompensere for anatomiske endringer som oppstår under behandling. Her er det flere strategier og ulike tekniske muligheter. Grovt sett kan man dele i on-line og off-line adaptiv strålebehandling. On-line vil ta noe lengre tid dersom man ikke har dedikert spesialmaskin til dette (f.eks. Ethos-maskin som det siden 2021 har vært én av i Norge ved HUS).

2.8 Utviklingstrender innen stråleterapiutstyr

I planlegging og prosjektering av behandlingsrom er det viktig å hensynta hva de ulike behandlingsmaskinene krever når det gjelder arealbehov og tekniske installasjonsforutsetninger. Noen strålemaskiner trenger for eksempel slissing eller større gruber i gulv og teknisk rom i bakkant.

Det er rask utvikling innen stråleterapiutstyr, og dette påvirker arealbehov og strålebehandling slik vi kjenner dem i dag. Det forventes at sykehus med flere behandlingsrom i fremtiden vil bestå av en kombinasjon av både nye og mer tradisjonelle strålebehandlingsmaskiner.

I det følgende beskrives dagens behandlingsmaskiner og utviklingstrender.

Lineærakselerator

Lineærakselerator (linak) er den konvensjonelle behandlingsmaskinen som benyttes for strålebehandling av pasienter i Norge i dag. Dette er avansert utstyr som produserer høyenergetiske stråler. For nærmere beskrivelse, se Kapittel 4.4 Behandlingsarealer.

Kompakte strålemaskiner

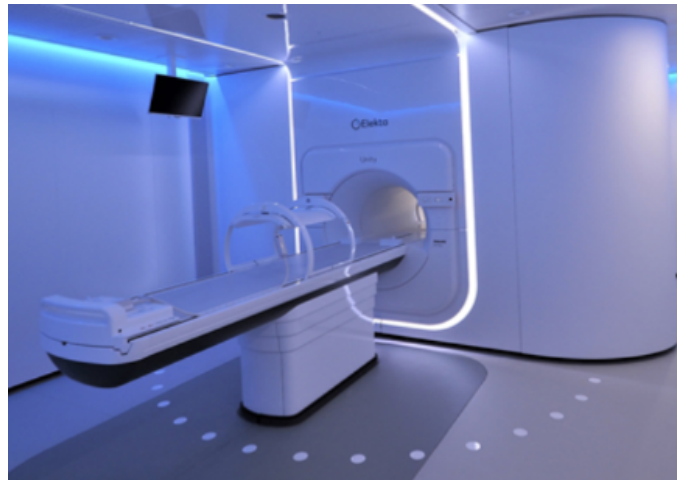
Kompakte ringformede linaker finnes nå på markedet med lukkede gantry. Disse tilbyr raskere behandling enn de tradisjonelle versjonene av linaker. Utstyr som tidligere har vært montert i behandlingsrommet er nå integrert i maskinen. Dette gjelder monitorer, posisjonslasere, høyttalere og mikrofoner til pasientkommunikasjon samt kamera. Systemene har ikke behov for teknikkrom i bakkant av linaken, men det er fremdeles behov for et rom med god plass til modulator og datamaskiner tilhørende linaken. Foreløpig er det noe begrenset hvilke krefttyper som kan behandles på disse maskinene.

De integrerte CT-en i disse maskinene er under stadig utvikling og går både raskere og gir god bildekvalitet.

Hybridteknologi

Utvikling av hybridteknologi innenfor stråleterapi står i startgroen, og flere varianter er i, eller på vei inn i markedet. Her beskrives noen av de hybride systemene, som er bygg- og installasjonspåvirkende:

MR-lineærakselerator (MR-linak) er en lineærakselerator med en integrert 1,5 T MR. Dette gjør at man får full diagnostisk informasjon i sanntid. Her benyttes MR til å styre strålebehandlingen, noe som er svært nyttig ved kreftsvulster i bløtvev. Kombinasjonen av MR og linak gjør at man ved hjelp av strålebehandlingssystemet både kan overvåke behandlingsstedet og behandle i samme prosedyre med svært nøyaktig posisjonering av strålefeltet. Dette gir mindre marginer rundt tumorene, fører til lavere risiko for bestråling av friskt vev, og gir færre bivirkninger av behandlingen. Denne kombinasjonen av to typer teknologi gir mulighet for bedre kontroll av behandlingen, og mer persontilpasset behandling.



Figur 11: MR-linak fra Elektra. Foto: Elektra

Teknologien er relativt ny, og det pågår studier for å undersøke effekt av behandling med MR-linak. Det finnes per 2023 ingen slike behandlingsmaskiner i Norge. Derimot har Danmark 4 MR-linaker, Finland har 1 og Sverige har snart 2 i drift.

Under ASTRO 2022 – konferansen (American Society for Therapeutic Radiology and Oncology Meeting), ble PET-linak introdusert. Denne er ikke tilgjengelig på markedet foreløpig. PET guidet linak benytter PET-avbildning sammen med stråleterapibehandling. Dette strålebehandlingssystemet forventes å kunne overvåke behandlingsstedet og behandle i samme prosedyre, slik som MR-linak gjør.

Kombinasjoner av ulike typer teknologi forventes å gi flere muligheter for bedret kontroll av behandlingen med høyere grad av persontilpasset behandling.

Kunstig intelligens i doseplanlegging

Kunstig intelligens (KI) er svært lovende innenfor doseplanlegging og er allerede tatt i bruk ved flere stråleterapientheter. KI-algoritmer kan læres opp til å gjenkjenne og segmentere strukturer mer konsistent enn manuell konturering og kan optimalisere dosimetrien ved en ideell fordeling av stråling til vevet. Doseplanleggingen blir mer tidseffektiv og mer presis. Dette vil redusere stråledose til friskt vev og risikoorganer. KI kan brukes til å generere doseplaner i sin helhet eller benyttes til kvalitetskontroll av manuelle doseplaner.

Det er verdt å merke seg at mens KI-teknologien har stort potensial, er det viktig at KI kvalitetssikres og benyttes med en kritisk tilnærming. Gjeldende konsensus og objektive kriterier må ligge til grunn for å få gode resultat som kan benyttes. Derfor er det viktig med tett samarbeid mellom medisinske fagfolk og dataingeniører, for å sikre at teknologien brukes på en ansvarlig og sikker måte.

2.9 Utviklingstrender - helsefremmende bygg

Moderne kreftbehandling oppnår stadig bedre resultater, i form av at pasientene lever lengre eller helbredes. På konferansen Cancer Care by Design i Liverpool, 2023 var overskriften: «The art and science of hope» og et gjennomgående tema var helsefremmende og helende arkitektur. Her var det fokus på at byggene bør være med å på å formidle budskapet om «håp» gjennom utforming, utsmykning og kunst ifølge internasjonale trender.

Boken «Constructing Health», 2023 Tye Farrow, beskriver at det ikke finnes nøytrale rom. Bygg og rom påvirker hvordan vi opplever verden og har innvirkning på vår helse.

Helsefremmende design kan handle om at byggene oppleves som innbydende, imøtekommende, beskyttende, varme, rolige og organiske, for både pasienter og ansatte. Det bør være soner for å kunne føle seg skjermet og trygg, ifølge Tye Farrow. I sykehus generelt bør det arbeides for helsefremmende design i alle rom hvor pasientene oppholder seg.

Valg av materialer må gjøres med tanke på både funksjonalitet, estetikk og pasientenes behov. Bruk av naturlige materialer som tre, stein og naturlig fiber bidrar til en beroligende og varm atmosfære som kan skape en følelse av nærhet til naturen. Sterke eller intense farger kan bidra til stress og også framkalle fysiske reaksjoner som for eksempel kvalme mens beroligende farger i belysning og interiørdesign bidrar på å skape en avslappende atmosfære.



Figur 12: Konferanse i Liverpool, England om helsefremmende bygg, 2023



Figur 13: Sykehus bør være innbydende og inkluderende, og legge til rette for trivsel og helse. Maze og stråleterapirom med bruk av lysinstallasjon, Gelsenkirchen, Tyskland. Foto: sektor3architekten

I stråleterapibygget kan behovet for stråleskjerming gi begrensninger med tilgang på dagslys og utsyn. Utformingen og interiøret bør kompensere for dette.

Eksempler på hvordan belysning kan brukes til å utforme et helsefremmende miljø:

- Fargejusterbar belysning kan endre fargetemperatur i rommene. - Kaldere farger om morgenen og varmere farger om kvelden kan hjelpe med å stimulere eller berolige pasientene avhengig av tidspunktet på dagen.
- Bruk av indirekte belysning, for eksempel lysinstallasjoner på vegger eller tak, kan skape en mykere og mer behagelig atmosfære enn direkte lyskilder.
- Behandlingen i strålebunker hvor pasienten kortvarig må være alene i rommet kan gi en følelse av isolasjon. Tilgang til dagslys eller lysinstallasjoner som simulerer utsyn kan gi pasienten en opplevelse av tilknytning til omverdenen.
- Områder med dempet belysning og avslappende atmosfære hvor pasienter kan hvile og roe seg før eller etter behandlinger kan bidra til at bygget oppleves som varmt og ivaretagende.

2.10 Litteraturoppsummering – Hovedtemaer og resultater

Det foreligger mye forskning og studier på kreftbehandling og bruken av stråleterapi, men om den fysiske utformingen av sentrene er materialet mer begrenset. Dette kapittelet tar for seg litteraturoppsummeringen hentet fra internasjonale forskningsartikler, studier, veiledere og forskrifter. Innholdet er fordelt på følgende temaer:

- Plassering i bygget
- Soneinndeling av stråleterapienheten
 - Behandlingsplanlegging
 - Utforming av strålebunkerne
 - Støttearealer
- Fleksibilitet i stråleterapienheter

Norske lovkrav og regler legger i hovedsak strengere føringer for strålevern og skjerming enn mange andre land. I litteraturoppsummeringen er det lagt vekt på studier og funn som er i henhold til de norske kravene. Kunnskapsgrunnlagets anbefalinger vil bli presentert i del III.

Plassering i bygget

Flere internasjonale studier og retningslinjer anbefaler å bygge stråleenhet på bakkeplan^{14,15,16}. Stråleterapiarealet har et høyt pasientvolum, og adkomst bør tilrettelegges slik at pasienter ikke trenger å bevege seg langt inn i sykehuset og det bør tilstrebes å minimere gangavstand for pasienter. Der stråleenheten er en del av en poliklinikk eller et kreftsenter er det mulig å ha sambruk på arealer og rom for resepsjon, venteområder, møter, arbeidsplasser samt studie- og forskningsvirksomhet.

¹⁴ [277 Radiation Therapy Service \(va.gov\)](https://www.va.gov)

¹⁵ [Microsoft Word - iHFG part b oncology radiation-2017-reviewed by DMS EZ RH SH AN1 EZ 08-08-2023.docx \(healthfacilityguidelines.com\)](https://www.healthfacilityguidelines.com)

¹⁶ [Radiation Oncology Unit \(aushfg-prod-com-au.s3.amazonaws.com\)](https://aushfg-prod-com-au.s3.amazonaws.com)

Forskningen anbefaler å planlegge stråleterapiarealene med tilgang til utendørsområder, helst gjennom atrier, eller andre skjermede områder, da dette gir god tilgang til dagslys, og stimulerer pasientenes mobilitet¹⁷.

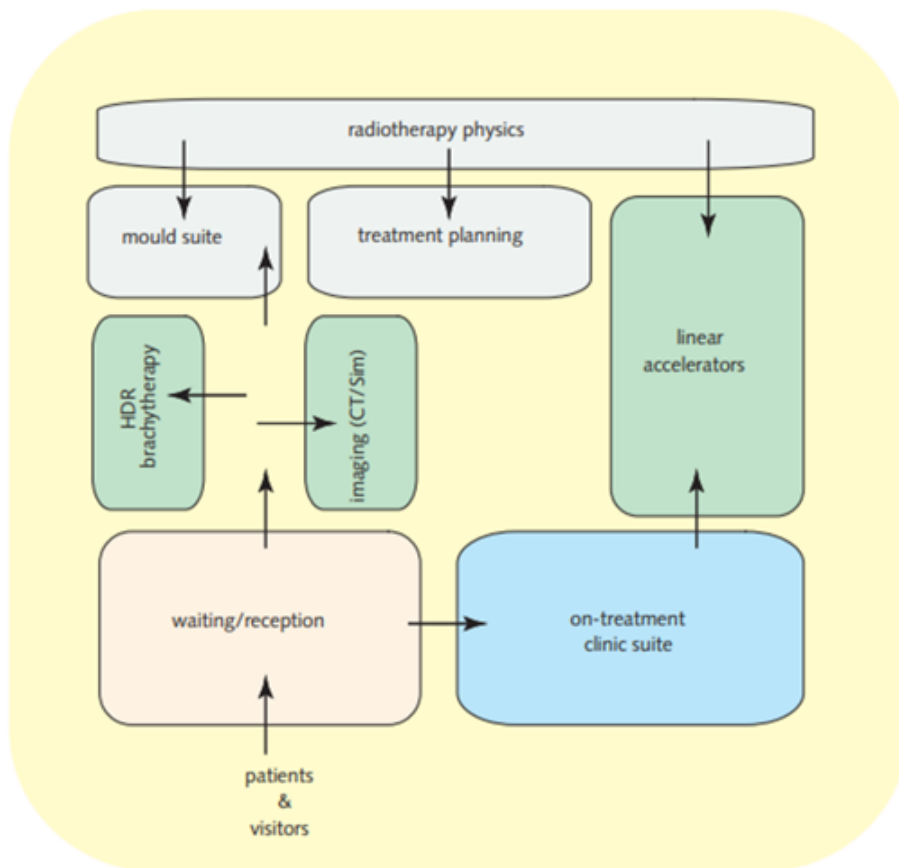
Strålebehandlingsrommene bygges i hovedsak av tykke betongkonstruksjoner og en annen plassering enn på bakkeplan vil medføre økte kostnader til bæresystemet til bygget.

Ved planlegging av strålebunkere bør det vurderes hvordan fremtidige utvidelsesmuligheter kan løses.

Utforming av stråleterapienheten

Soneinndeling

Arealer for stråleterapi har definerte områder eller soner, og sammenstillingen av de funksjonelle områdene bør være slik at behandlingsplanlegging og pasientbehandling er i nærheten av hverandre. Videre bør støttearealer plasseres slik at det er korte gangavstander for ansatte. Ventearealer og resepsjon bør være i nærheten av behandlingsrommene. I en engelsk studie¹⁸ blir prinsippene for utforming av stråleenheter illustrert se Figur 14.

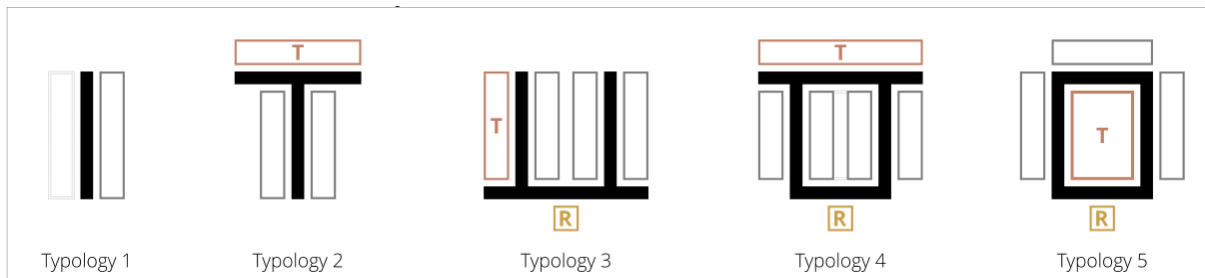


Figur 14: Flytskjema for interne soner og nærhetsbehov i en stråleterapienhet. Kilde: Health Building Note 02-01 – Cancer treatment facilities

¹⁷ [RADIO THERAPY FACILITIES: MASTER PLANNING AND CONCEPT DESIGN CONSIDERATIONS \(iaea.org\)](https://www.iaea.org/publications/14744/radiotherapy-facilities-master-planning-and-concept-design-considerations)

¹⁸ [HBN 02-01 Final.pdf \(england.nhs.uk\)](https://www.england.nhs.uk/publications/hbn-02-01-final.pdf)

En studie gjennomført av Kolodziej et al. (2022)¹⁹ har analysert fotavtrykket av 20 stråleterapienheter i Tyskland, og kategorisert enhetene i 5 typologier:



Figur 15: Ulike typologier for stråleterapi enheter i Tyskland

Typologi 1: En enkel korridor uten kryss hvor alle rom er direkte tilgjengelige på den ene eller begge sider.

Typologi 2: En rett korridor som Typologi 1, men har også arealer i enden av korridoren på tvers (T-struktur).

Typologi 3: Arealene er tilgjengelig via flere parallelle korridorer. Alle disse korridorene er tilknyttet en felles korridor i en ende, der resepsjon er plassert.

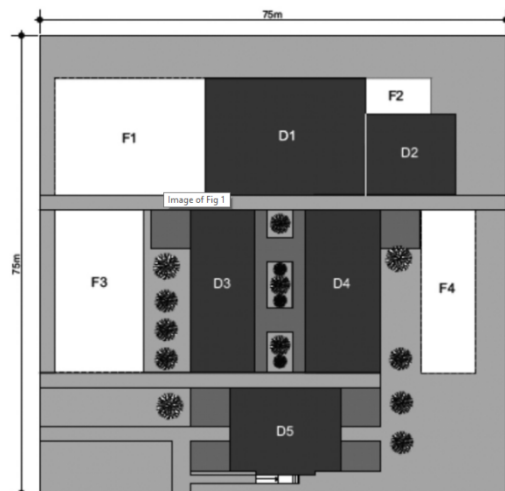
Typologi 4: Løsningen baserer seg på anbefaling fra International Atomic Energy Agency, IAEA. Enheten har to parallelle korridorer som ender i en forbindelseskorridor, med resepsjonen i den ene enden og behandlingsarealer i den andre enden.

Typologi 5: Enhet med en rundgående korridor. Behandlingsarealer er tilgjengelig fra midten av korridoren.

Forfatterne av studien konkluderer ikke med en konkret typologi mer funksjonell enn andre, men understreker viktigheten av å gjøre videre studier som analyserer disse løsningene, ved å sette dem i sammenheng med arbeidsflyt og gangavstand for ulike brukergrupper.

Van der Merwe (2017) mener i sin artikkel «Planning a Radiotherapy Department»²⁰ at stråleterapi bør innpasses i en større sykehusstruktur som kan støtte og lette tverrfaglig pasientbehandling. Videre foreslår forfatteren av studien at utforming av stråleterapi bør deles inn i ulike soner:

- D1: Funksjonsområdene for ekstern stråleterapi



Figur 16: Layout for stråleterapi. Kilde: Planning a Radiotherapy Department, D van der Merwe

¹⁹ Kolodziej, C., Troost, E. & Marquardt, G. (2022). Comparative floorplan analysis to identify typologies of radio-therapy departments [preprint]. The Evolving Scholar | ARCH22.

²⁰ van der Merwe, D. (2017). Planning a Radiotherapy Department. Clin Oncol (R Coll Radiol), 29(2), 105-109. doi:10.1016/j.clon.2016.10.006

- D2: Brakyterapi (hvis aktuelt)
- D3: Klinisk rådgivning (poliklinikk)
- D4: Bildebehandling og behandlingsplanlegging
- D5: Resepsjon, administrasjon og venterom
- F1-F4: Mulighet for fremtidig utvidelse av anlegget for hvert funksjonsområde

Størrelsen og formen på tomten vil avgjøre hvordan funksjonsområdene er plassert i forhold til hverandre.

Adkomst og mottak

Resepsjonen til stråleterapienheten bør være tydelig identifisert ved inngangen og fungere som et sentralt knutepunkt. Resepsjoner bør utformes slik at det er mulig å gjennomføre konfidensielle samtaler. Utformingen av resepsjonen bør dimensjoneres i forhold til størrelsen på enheten og oppgavene som skal ivaretas i dette området²¹. Innsjekkingsautomat for pasienter bør plasseres slik at den er godt synlig for de som kommer inn i resepsjonsområdet, og den bør være i synslinjen fra resepsjonsskranken²².

Dersom stråleterapiområdet deler resepsjons- og ventefunksjoner med andre kliniske tjenester bør de samlokaliserte funksjonene være godt synlig (soneinndeling, markert med farger eller lignende). Det kan også vurderes bruk av fargekodede gulvlinjer for å guide pasienter til spesifikke områder i stråleterapienheten; som bildebehandling, planlegging og strålebehandlingsrom.

Venteområdet kan planlegges med både sentraliserte og desentraliserte områder:

- Hovedventeområdet til stråleenheten bør være tydelig synlig fra inngangen og bør sammen med resepsjonen fungere som et sentralt knutepunkt. Lekeområde for barn kan for eksempel innpasses i hovedventeområdet.
- Desentralisert venteområde bør plasseres i nærheten av konsultasjons- og behandlingsrom

Venteområdet skal være i nærheten av resepsjon, med gode siktlinjer fra resepsjon inn til venteområde. Størrelsen på venteområdene vurderes ut ifra hvor lenge og mange pasienter skal tilbringe ventetid i arealet. Venteområde må også ivareta ledsagere. Det må planlegges skjermede arealer for pasienter som ligger i seng. Disse arealene planlegges slik at det er mulig å forberede pasienten til behandling, og observere pasienten etter behandling.

Utformingen av ventearealer skal ivareta pasientenes personvern samt informasjonsutveksling mellom ansatte som finner sted i dette området.

Det er viktig med sentralt plasserte, og tilstrekkelig antall toalettfasiliteter for menn, kvinner og funksjonshemmede, inkludert pårørende og ansatte.

Kiosk, salgsautomater og drikkefontener bør være plassert sentralt og lett tilgjengelig – gjerne med plass for pasienter og pårørende som må tilbringe lengre tid på sykehuset.

Doseplanlegging

CT med tilhørende manøverrom og rom for tilpasning av fikseringsutstyr (fikseringsrom) for pasienter, bør plasseres i umiddelbar nærhet til hverandre for å lette pasientflyt. Rom for tilpasning av fikseringsutstyr for pasienter bør være stort nok til at det er plass både til

²¹ [Radiotherapy Facilities: Master Planning and Concept Design Considerations | IAEA](#)

²² [Chapter 540: Radiology, Nuclear Medicine and Radiation Oncology - DoD Space Planning Criteria \(wbdg.org\)](#)

arbeidsstasjon og pasient, samt lagringsplass til materialer som brukes for å produsere fikseringsutstyret.

Områder for behandlingsplanlegging og apparatur:

- CT med kontroll- og teknisk rom, med lagringsplass for nødvendig utstyr
- Fikseringsrom inkludert lagringsplass: Et område for pasientforberedelse som er nødvendig for å lage individuelt tilpasset fikseringsutstyr, for å sikre rett posisjon under strålebehandlingen
- Venteområde for pasienter, inkludert pasienter i seng
- Støtterom, inkludert skifterom, lagringsplass for forbruksvarer og utstyr og pasienttoaletter
- Arealer for dataservere og IKT-løsninger
- Verksted/støperom for produksjon av blokker og annet tilbehør med tilpasset luftavtrekk for arbeidet i rommet

Strålebehandlingsrommene

Funn i litteratursøket viser at romstørrelser og utstyr i stråleenheten bør planlegges sammen med leverandører²³.

Behandlingsrommene krever skjerming og sikkerhetstiltak for å beskytte omkringliggende områder mot stråling. Det kan velges tilkomst ved direkte dør eller maze til strålebehandlingsrommet. Ved valg av maze utformes denne slik at det er plass til seng og utstyr som skal benyttes i behandlingsrommet.

IAEAs²⁴ anbefalinger for planlegging og design av stråleterapienheter viser til flere områder som må hensyntas ved planlegging av stråleterapienheten og det vises til denne for utfyllende informasjon.

Støttearealer

Undersøkelses- og samtalerom

Stråleenheter må planlegges med undersøkelses- og samtalerom for konfidensielle samtaler med pasienter. Antallet undersøkelses- og samtalerom bør bestemmes ut fra størrelsen på enheten og de ulike yrkesgruppene som skal benytte disse. Antall undersøkelsesrom vil være avhengig av enhetens organisering; det vil si om det er samarbeid med nærliggende kreftpoliklinikk, om enheten er en del av et integrert kreftsenter, eller om stråleterapien er et frittstående bygg eller enhet^{25,26}. En studie viser til at det med fordel kan være samtalerom som kan sambrukes av stråleterapienheten og den polikliniske virksomheten. Dette bør vurderes i planleggingsfasen.

Flere studier og veiledere peker på at annet helsepersonell som f.eks. sosionomer og ernæringsfysiologer kan ha behov for samtalerom eller kontorer i enheten.

Det er viktig å vurdere fremtidige utvidelsesmuligheter for å opprettholde arbeidsflyt og logistikk i framtiden.

²³ [277 Radiation Therapy Service \(va.gov\)](#)

²⁴ <https://www.iaea.org/publications/10561/radiotherapy-facilities-master-planning-and-concept-design-considerations>

²⁵ [Microsoft Word - iHFG part b oncology radiation-2017-reviewed by DMS EZ RH SH AN1 EZ 08-08-2023.docx \(healthfacilityguidelines.com\)](#)

²⁶ [Radiation Oncology Unit \(aushfg-prod-com-au.s3.amazonaws.com\)](#)

Rommene bør plasseres langs yttervegg av enheten, med tilgang til dagslys og i nærhet av behandlingsrommene. Samtalerom bør utformes slik at det er plass til en arbeidsplass, 2-3 tilstoler, i tillegg til et skjermet eller separat undersøkelsesområde utstyrt med vask.

Korridorer og soner

Korridorer bør utformes med en minimumsbredde på 3 meter for å kunne passere to bårer og/eller rullestoler, utstyr og senger.

Korridorer bør utformes med separerte veier for personal og pasienter for å unngå kryssing mellom disse grupper²⁷.

Lagringsrom og lagringsplass

Planlegging av stråleenheter omfatter lagringsrom og lagringsplass med ulike størrelser og plassering. Det skilles mellom lager til utstyr og forbruksvarer, medisinteknisk utstyr, fikseringsutstyr, utstyr for kvalitetskontroll m.m.²⁸

Kontorer og arbeidsplasser

Støtteareal inkluderer arbeidsstasjoner for ansatte, samt kontorer for ledere og alle fagpersoner. For effektiv bruk av ressurser både faglig, og av de fysiske rommene, anbefales at arealer for administrasjon og støtte plasseres sentralt i stråleenheten²⁹.

Møterom

Det bør planlegges møterom i strålebehandlingsarealene³⁰. Møterom vil være nødvendig for tverrfaglig klinisk gjennomgang av behandlingsplaner. Det bør være utstyrt for videokonferanser og digital visning av klinisk informasjon, bilder og annen relatert informasjon³¹.

Omkledningsrom til pasienter

Det bør være omkleddingsrom i nærhet til behandlingsrommene. Dette for å ivareta flyt og pasientkonfidensialitet³².

Observasjonsplasser

Det bør være muligheter for å ha pasienter under observasjon etter behandling for eventuelle behandlingsreaksjoner og annen nødvendig tilsyn³⁶.

Lys og lyd

Justerbar belysning er viktig. Det anbefales dimbar belysning i alle rom og kontorer med bildevisningsmulighet. Hvis rom med bildevisningsmulighet har vinduer, bør det planlegges



Figur 17: Korridor som forbinder stråleenheten med resten av Kreftsenteret, Ullevål sykehus, OUS HF. Foto: Sykehusbygg HF

²⁷ [RADIO THERAPY FACILITIES: MASTER PLANNING AND CONCEPT DESIGN CONSIDERATIONS \(iaea.org\)](https://www.iaea.org/publications/147447/radiotherapy-facilities-master-planning-and-concept-design-considerations)

²⁸ https://www.wbdg.org/FFC/DOD/MHSSC/spaceplanning_healthfac_540_2017.pdf

²⁹ <https://www.cfm.va.gov/til/space/spChapter277.pdf>

³⁰ [RADIO THERAPY FACILITIES: MASTER PLANNING AND CONCEPT DESIGN CONSIDERATIONS \(iaea.org\)](https://www.iaea.org/publications/147447/radiotherapy-facilities-master-planning-and-concept-design-considerations)

³¹ [Microsoft Word - iHFG part b oncology radiation-2017-reviewed by DMS EZ RH SH AN1 EZ 08-08-2023.docx \(healthfacilityguidelines.com\)](https://www.healthfacilityguidelines.com/microsoft-word-iHFG-part-b-oncology-radiation-2017-reviewed-by-DMS-EZ-RH-SH-AN1-EZ-08-08-2023.docx)

³² [Chapter 540: Radiology, Nuclear Medicine and Radiation Oncology - DoD Space Planning Criteria \(wbdg.org\)](https://www.wbdg.org/FFC/DOD/MHSSC/spaceplanning_healthfac_540_2017.pdf)

muligheter for å skjerme rommet fra dagslys. Det bør gjennomføres lydmaskering eller lyddemping i de områdene der sensitiv informasjon utveksles³⁷.

Fleksibilitet i stråleterapienheter

I retningslinjene *Health Building Note 02-01 – Cancer treatment facilities* fra England³³ inkluderes anbefalinger knyttet til fleksible løsninger for stråleterapienheter. Dette innebærer blant annet:

- Planlegging og utforming av stråleterapiarealer bør utformes med fleksibilitet; det vil si i stand til å tilpasse seg endringer i klinisk praksis, tilrettelagt for å gjennomføre vedlikehold og utskifting av utstyr, samt tilpasses nye teknologier. Utformingen bør sikre tilstrekkelig tilgang for at nytt utstyr kan installeres med minimal avbrytelse av klinisk virksomhet.
- Det anbefales å lage stråleskjermingen slik at den kan håndtere den høyeste energimaskinen og den bredeste strålen som sannsynligvis vil bli installert i fremtiden. Alle behandlingsrom bør planlegges for å kunne ha minst 15 MV-maskiner. Utformingen bør også tillate at nøytronbeskyttelse kan legges til, i tilfelle et slikt behov oppstår i fremtiden.
- Når et behandlingsrom oppgraderes for å ta imot en maskin med høyere energi, må veggene oppgraderes, dersom dette ikke er ivare tatt ved etablering av rommet.

³³ [HBN 02-01 Final.pdf \(england.nhs.uk\)](#)

DEL III PLANLEGGING OG UTFORMING

3 Overordnet planlegging og utforming

I dette kapitlet gjennomgås temaer som er sentrale for å få til en velfungerende stråleterapienhet med god pasient- og arbeidsflyt, ut fra tilgjengelig kunnskap og erfaring.

3.1 Involvering i planprosessen

Lov om helseforetak beskriver og legger føringer for prosess og medvirkning i prosjekter for sykehusbygg. Stråleterapi er et spesialisert felt som krever omfattende kunnskap. Ansatte som jobber i disse funksjonsområdene har verdifull innsikt og erfaring, og kan identifisere utfordringer og muligheter som ikke er åpenbare for en prosjektgruppe. Tidlig involvering av alle fagfolk i planprosessen er en suksessfaktor for å unngå kostbare feil, endringer underveis og ombygging i ettertid. Også tillitsvalgte og sluttbruker(pasient) bør involveres i prosessen.

3.2 Driftsmodell og løsningskonsept

I planlegging av sykehus benyttes begrepene driftsmodell og løsningskonsepter. Med driftsmodell menes hvordan funksjoner som stråleterapi, poliklinikker etc. skal organiseres og driftes. Byggets utforming og de fysiske løsningene omtales som løsningskonsept. Løsningskonseptet må understøtte valgt driftsmodell.

For å få en effektiv drift er det viktig å tidlig avklare hvilke nærheter som må prioriteres opp mot stråleterapienheten, dette omtales i et senere kapittel.

Under viser et eksempel løsningskonsept fra UNN Tromsø.

Universitetssykehuset i Nord-Norge, UNN Tromsø

Stråleterapienheten har daglig mellom 40 – 45 ansatte på jobb. Enheten har en overordnet seksjonsleder, en leder for fysikerne, og en for stråleterapeutene. Legene er underlagt kreftavdelingen. Senteret opplever mangel på legekapasitet.

Kjernetiden er kl. 07.30 – 15.00. Personell starter opp maskinene så de er klar til åpningstid. I snitt behandles 4 pasienter i timen per linak. Det kan være drift utover kjernetiden, for eksempel ved nedetid på linak.

UNN Tromsø har mange pasienter som behandles for kreft i øre-nese-hals-regionen. Disse har lange behandlingsforløp med opptil 35 fraksjoner. Det trengs generelt mye lagringsplass for fikseringsutstyr, og spesielt for denne pasientkategorien. Behandlingsbehovet i regionen er varierende.

UNN Tromsø er et eksempel på en stråleterapienhet hvor man har bygget på to strålebehandlingsrom i ettertid. Utformingen av det eksisterende var godt tilrettelagt for utbygging, slik at arealene fungerer godt sammen.

Det anbefales at driftsmodell, organisering og arbeidsflyt gjennomgås for å beregne riktig areal for enheten. Det er prosjekteier, HF eller RHF, som beslutter endelig arealramme for det enkelte prosjekt.

Den anbefalte arealrammen benyttes i planleggingen, til å videreutvikle areal avsatt til funksjonen og gjennom å lage et romprogram som inneholder alle nødvendige rom til funksjonen. Arealstørrelsene på en del av romtypene kan hentes fra Standardromskatalogen³⁴.

Størrelsen på stråleterapienheten bestemmes av det antall strålebehandlingsrom som planlegges. Det vil være ulikt behov for støtterom ut fra hvor mange behandlingsrom man skal etablere. For nærmere informasjon om areal og innhold i de ulike rommene vises til kapittel 4.

Større stråleenheter er ofte tilknyttet universitetssykehus, som har en høyere grad av studier, forskning og opplæring i arealene. Dette fører også til økt behov for areal.

Brutto-nettofaktor

Bruttoareal benevnes som det totale arealet inklusive yttervegger for sykehusbygningen. Arealet innenfor yttervegger kalles for bruksareal (BRA), og trekker man fra vegg- og konstruksjonsareal fra dette får man netto-areal.

Lov- og forskriftskrav til skjerming medfører stort areal og høy brutto-nettofaktor for stråleterapienheter sammenliknet med andre funksjoner i sykehuset. Brutto-nettofaktoren for prosjektet påvirkes av hvorvidt stråleterapi planlegges i eget bygg, som forlengelse av eksisterende bygg eller som del av et større sykehusbygg.

3.4 Plassering av stråleterapienheten

Plassering av stråleterapienheten er en viktig strategisk beslutning. Arealene for stråleterapienheter blir ofte etablert på bakkeplan. Dette på grunn av kravene som stilles til disse arealene, slik som dimensjonering av vegger, tak og gulv, tekniske føringer og utskifting av større utstyr. Arealet skal ikke være område for gjennomgangstrafikk.

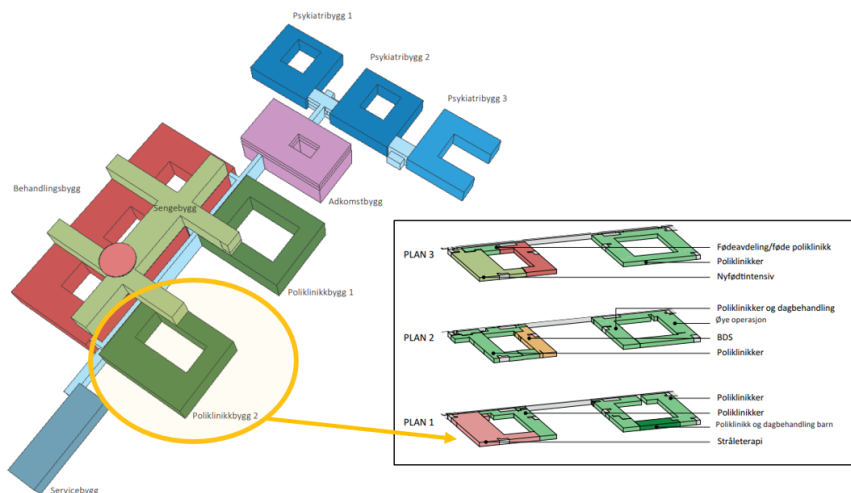
Stråleterapi fungerer som en selvstendig enhet, men både litteraturgjennomgang og erfaring fra etablerte enheter understøtter nytte av nærhet til enkelte andre støttefunksjoner i sykehuset. Dette gjelder blant annet bildediagnostikk, poliklinikker, dagbehandling (kjemoterapi) og sengeposter.

I Figur og Figur 19 viser plantegning fra Nytt Sykehus i Drammen, som har stråleenheten integrert i sykehusbygget.

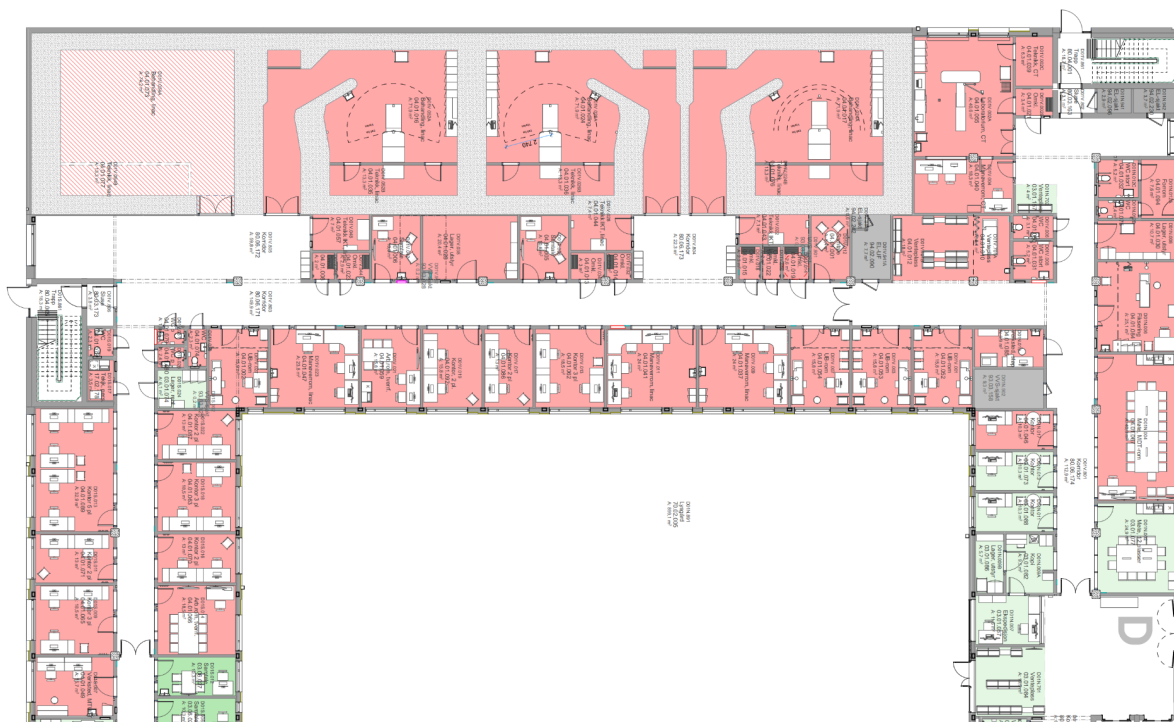
Nytt sykehus i Drammen – ferdigstilles i 2025

Stråleterapienheten ligger i bygningskroppen i poliklinikkbygg 2 på plan 1, med direkte adkomst fra hovedbyggets glassgate. Poliklinikk og dagenhet for onkologi og hematologi er plassert tett på stråleterapienheten.

³⁴ Sykehusbyggs Standardromkatalog er en samling av standardiserte funksjonsbeskrivelser med bygningsmessige og tekniske krav til de vanligste rommene i sykehus. Standardromkatalogen er basert på den samlede kunnskap erfart gjennom avsluttede og pågående prosjekter.



Figur19: Oversikt over bygningsvolumene og tverrsnitt av poliklinikkbyggene. Kilde: Forprosjektrapport nytt sykehus i Drammen



Figur 19: Skisse over stråleterapiavdelingen. Fra forprosjektrapporten nytt sykehus i Drammen

Fiksering og CT ligger sentralt til i enheten med behandlingsområdene i nærheten. Dette understøtter en god pasientflyt i avdelingen.

Fire strålebehandlingsrom med maze er plassert mot fasaden, hvorav det ene rommet er forberedt for ny teknologi (Linak med MR). Manøverrom og arbeidsrom er plassert på motsatt side av korridor inn mot lysgård, noe som gir god tilgang til dagslys. Dette gir noe lenger avstand mellom behandlingsrom og manøverrom som fører til blant annet lange føringsveier for teknikk.

Undersøkelserommene er plassert mot lysgård, mens samtalerommene ligger i nærhet til behandlingsrommene.

Omkledningsrom er ikke gjennomgående og ligger mot korridor slik at pasientene må ut i korridoren før og etter behandling. Denne utformingen kan gi utfordring for skjerming av pasient.

Fordeler med å ha stråleterapi i samme bygning som resten av sykehuset:

- Nærhet og korte gangavstander til andre avdelinger, som for eksempel poliklinikker, dagområder og sengeområder
- God adkomst for pasientene
- Mulighet for sambruk av ekspedisjon og ventesoner med andre funksjoner i sykehuset
- Gode logistikk-løsninger

Nærhet mellom funksjoner og behandlingstilbud gir mulighet for samarbeid og felles bruk av ressurser, god arealutnyttelse på tvers av fagområder og gjør det lettere å sikre koordinerte pasientforløp.

Det finnes eksempler på sentre som har plassert stråleterapienheten over bakkeplan. I 2016 etablerte St. Guy's Hospital i London 6 linaker i 2. etasje³⁵.

Guy's Cancer Centre, London i England

Guy's kreftsentre har samlet alle funksjoner relatert til behandling og forskning i en 14 etasjers bygning midt i London. I andre etasje ligger stråleterapienheten med 6 strålebehandlingsrom.



Figur 20: Bilde fra fasade, strålebehandlingsrom og resepsjon. Kilde: THE SHARD

Stråleenhet i frittstående bygg

I enkelte sykehus plasseres stråleterapienheten som et eget bygg. Dette kan det være flere årsaker til, som for eksempel at stråleterapienheten opprettes som en ny funksjon, ønske om å samle all kreftbehandling i ett bygg eller sykehusets tilgjengelige tomteareal.

³⁵ <https://www.guysandstthomas.nhs.uk/news/second-floor-radiotherapy-european-first-guys-cancer-centre>

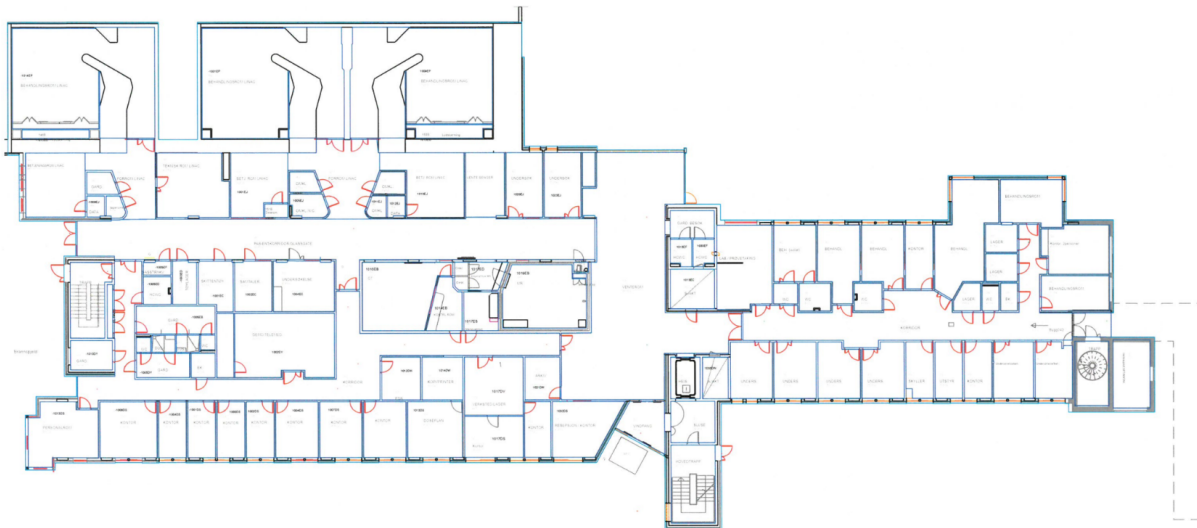
Fordeler med å ha stråleterapienhet i eget bygg:

- Større tilgang til dagslys, for eksempel ved å ha og lysinnslipp fra tak
- Arealene kan utformes uten å hensynta eksisterende bygg og teknikk
- Adkomst og direkte utgang til friluft
- Mulighet for kort avstand til parkering
- Gode inntransportmuligheter for stort utstyr

Figur 21 viser plantegning fra Sørlandet sykehus, avdeling Kristiansand, som har stråleenheten og dagbehandling i eget bygg.

Sørlandet sykehus HF, Kristiansand

Stråleterapienheten er plassert som et frittstående bygg sammen med kreftbehandling (dagbehandling) og lindrende enhet. Strålebehandlingsrommene ligger i utkanten av bygningskroppen, uten areal over.



Figur 21: Skisse over kreftbehandling og lindrende enhet, Sørlandet sykehus HF, Kristiansand. Kilde: SSK

Fiksering og CT ligger sentralt til i enheten med behandlingsområdene i nærheten. Dette understøtter en god pasientflyt i avdelingen.

Tre strålebehandlingsrom med maze er plassert mot fasaden. Manøverrom er plassert like utenfor behandlingsrommene og har indirekte dagslys fra glasstak i korridor.

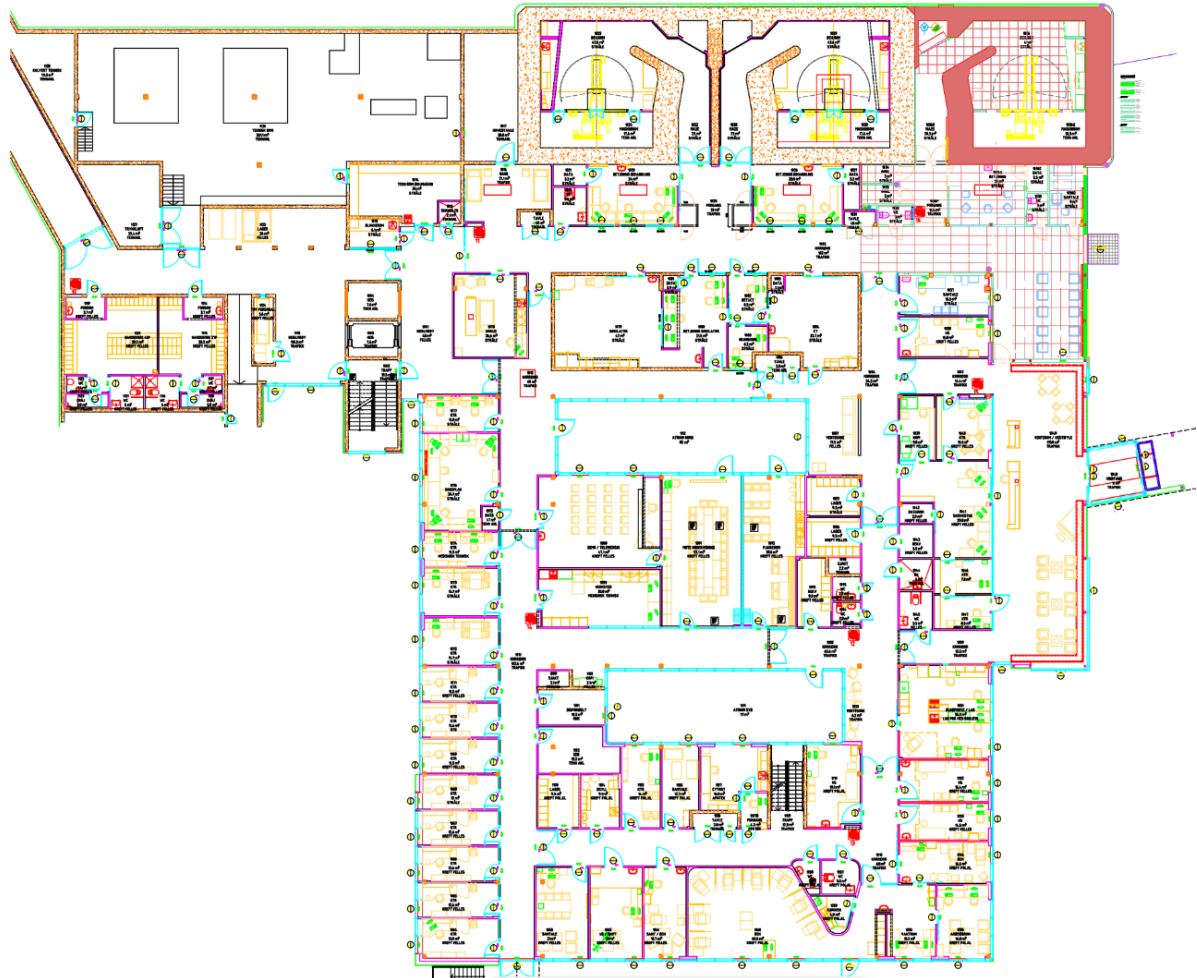
Undersøkelse og samtalerommene ligger i nærhet til behandlingsrommene.

Omkledningsrom er ikke gjennomgående og ligger mot forrom til behandlingsrommene. Utformingen gjør at pasientene må ut i en fellessone før og etter behandling. Dette er ikke optimalt for skjerming av pasientene.

Egen korridor for de ansatte med doseplan, kontorer, pauserom og møte- og demonstrasjonsrom er etablert med adgangskontroll. Dette fungerer svært fint for avdelingen.

Ålesund sykehus har stråleterapienhet og alle dagtilbudene for kreftbehandling samlet i et bygg, se Figur 22.

Ålesund sjukehus, Helse Møre og Romsdal



Figur 22: Skisse over kreftenheten ved Ålesund Sykehus. Kilde: HMR

CT ligger sentralt til i enheten med behandlingsområdene i nærheten. Enheten har ikke eget fikseringsrom slik at fiksering finner sted på CT-rommet.

Tre strålebehandlingsrom med maze er plassert mot fasaden. Manøverrom er plassert like utenfor behandlingsrommene og har indirekte dagslys fra glasstak i korridor.

Undersøkelse- og samtalerommene ligger i enheten.

Omkledningsrom er gjennomgående med dør fra korridor og til forrom til behandlingsrommene.

3.5 Byggets utforming

Utformingen av et stråleterapibygg skal bidra til god pasientsikkerhet, effektivitet i behandlingsprosessen og skape en trivelig arbeidsplass for helsepersonell som jobber i avdelingen. Plassering av strålebunkerne, sammen med kravene til stråleskjerming, legger føringer for den fysiske utformingen av stråleenheten. Byggets fotavtrykk i form av størrelse, bredde, lengde og dybde har betydning for mulige løsningskonsepter som påvirker gangavstander og oversikt i enheten, samt tilgang til dagslys.

Bygg og arealer kan bidra til at pasientene får en opplevelse av håp og helsebringende medisin. *Hemsley Cancer Center, Tye Farrow*

Soneinndeling

Rommene i en stråleterapienhet har dedikerte funksjoner, og det er hensiktsmessig å dele arealet inn i soner – noe som understøttes av internasjonal forskning. I forskningen omtales disse sonene som henholdsvis «on-stage» og «off-stage»³⁶. I andre land er det vanlig å utforme dype, brede strålebygg. De norske kravene til arbeidsplasser med dagslys gjør at denne typen utforming ikke gir mulighet for å oppfylle dagslyskravene. I stedet for «on-stage/off-stage» definisjonen har vi inndelt rommene i stråleenheten i følgende tre soner:

- Sone 1: Strålebehandling og MTU
- Sone 2: CT, fiksering, ekspedisjon og venteareal
- Sone 3: Doseplan og ansattarealer

Soneinndelingen gir mulighet for å kunne planlegge og plassere sonene i ulike bygningsformer og kan brukes uansett om enheten skal være en del av sykehusbygget eller være et frittstående bygg.

Tabell 4: Soneinndeling med tilhørende rom. Utarbeidet av Sykehusbygg HF

Sone 1	Strålebehandling og MTU-verksted	Pasientadkomst
	Stråleterapirommet	X
	Adkomst stråleterapi	X
	Manøverrom	
	Datarom	
	Lagerrom	
	HCWC	X
	WC pasient	X
	Omkledning	X
	UB-rom m/benk	X
	UB-rom u/benk	X
	Ventesone linac	X
	Sengenisje/sluse	X
	Hud skjermet rom	X
	Hud manøverrom	
	Verksted MTU/ A	
	Lager	
	Kontor ingeniører	

³⁶ Freihoefer et al. 2017. Setting the Stage: A Comparative Analysis of an Onstage/Offstage and a Linear Clinic Modules. Health Environments Research & Design Journal

Sone 2	CT, fiksering, ekspedisjon og venteareal	Pasientadkomst
	CT	X
	CT manøverrom	
	CT venterom seng	X
	CT venteplass stol	X
	WC/HCWC pasient (CT)	X
	Omkledning CT	X
	CT teknikk	
	CT datarom	
	Fikseringsrom	X
	Fiksering lager	
	Støperom stråleterapi	
	Lager QC	
	UB-rom m/benk	X
	UB-rom u/benk	X
	Ekspedisjon	X
	Stillerom	
	WC pasient	X
	HCWC pasient	X
	Venteområde (24)	X
	Venteområde seng	X
	Cafe	X
	Kreftsykepleier	X
	Kreftsykepleier	X
	Avfall	
	Renhold	
Sone 3	Doseplan og ansattarealer	Pasientadkomst
	Doseplan	
	Datarom doseplan	
	Kontor lege	
	Kontor fysiker	
	Kontor stråleterapeut	
	Kontor forsker	
	Kontor ledelse avdeling	
	Kontor ledelse seksjon	
	Kontor tverrfaglig lege	
	Telefonkons	
	Stort kontor m 2 skjermer	
	Lager diverse	
	WC ansatte	
	Pauserom	
	Videokonferanse	
	Kopi /rekvisitt	

Sone 1 og 2 er arealene hvor det foregår pasientaktivitet knyttet til planlegging av behandling, samtaler og strålebehandling. Sonen for pasienter kan gjerne inneholde en åpen sone, og en mer skjermet del hvor pasienten kan bevege seg mellom omkleddingsdelen og strålebehandlingsrommet uten innsyn fra ventende pasienter.

Sone 3 er forbeholdt ansatte i enheten. Arealet omfatter arbeidsstasjoner, kontorer og pause- og møterom. Her planlegges pasientbehandling og det er viktig med konfidensialitet.

Noen enheter har løst soneinndelingen ved å etablere to-korridorløsning, en for pasientsone og en for ansattzone, se følgende eksempel.

Stråleenheten ved Sykehuset i Innlandet, Gjøvik



Figur 23: Skisse over stråleterapienheten ved Gjøvik Sykehus

Tre strålebehandlingsrom med maze er plassert mot fasaden. Manøverrom er plassert like utenfor behandlingsrommene. Undersøkelserommene ligger i nærhet til behandlingsrommene.

Hudbehandling og CT ligger sentralt til i enheten med behandlingsområdene i nærheten. Dette understøtter en god pasientflyt i avdelingen.

Venteareal til pasienter er forholdsvis langt borte fra behandlingsområdet. Dette medføre lang gangavstand for å hente pasienter inn til behandling. Omkleddingsrom er ikke gjennomgående og ligger mot forrom til behandlingsrommene. Disse er ikke i bruk. Pasientene kler om på strålebehandlingsrommet.

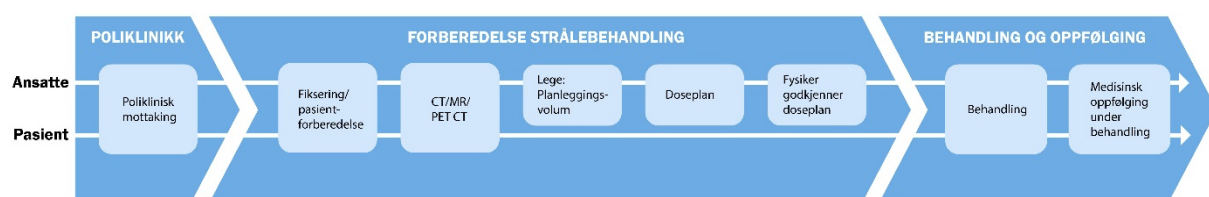
Doseplan er planlagt flyttet da dette rommet ikke er egnet til dagens kapasitet.

Egne korridorer for de ansatte er etablert med verksted, kontorer, pauserom og møte- og demonstrasjonsrom.

Stråleenheten ved Gjøvik har en effektiv drift med opp mot 6.000 LAE/fm per linak.

3.6 Logistikk

Logistikk-løsninger har stor innvirkning på arbeidsflyt og ressursbruk internt på en avdeling eller enhet. Kartlegging, planlegging og valg av løsningskonsepter for logistikk bør derfor vurderes og planlegges tidlig i prosessen. Dette gjelder både ansatt-, pasient- og varelogistikk. Pasient- og ansattflyt for behandlingsprosessen vises i Figur 24.



Figur 24: Pasient- og ansattflyten i stråleterapienheter. Illustrasjon: Sykehusbygg HF

Pasientflyt beskrives detaljert i kapittel 4.1.

Ansattflyt

Ansattflyt er viktig å planlegge for at stråleenheten skal driftes effektivt. Man må finne et løsningskonsept som bygger oppunder enhetens arbeidsprosesser. Tverrfaglig arbeid er suksessfaktor for en stråleterapienhet og løsningskonseptet må underbygge nærhet mellom de arealene de ulike yrkesgruppene disponerer. Dette er for eksempel nærhet mellom verksted - behandlingsrom og doseplan - CT.

Vare- og avfallslogistikk

Forsyning av nødvendige varer i rett tid og mengde til stråleenheten, er viktig for at driften skal fungere. Ulike konsepter for vareforsyning har forskjellige konsekvenser for øvrige arealer i sykehuset og beslutning må derfor tas tidlig, helst i konseptfasens steg 1.

Stråleterapiavdelinger har behov for transport og påfyll av følgende varetyper:

- Kontrastvæske
- Forbruksvarer, herunder sterile medisinske forbruksvarer
- Håndklær, tøy og sengetøy og evt. litt pasienttøy – både rent og urent
- Avfall

Til informasjon er omfang av forbruksmateriell og tøy svært begrenset på en stråleterapienhet. Det produseres dessuten lite generelt avfall, men avfallshåndtering må følge sykehusets avfallskonsept. Viktig å ta hensyn til at brukt personlig fikseringsutstyr kastes.

Tema til avklaring ved planlegging av en stråleterapienhet:

- Er forsyning organisert som «aktiv forsyning» med frekvente leveranser (en til flere ganger pr uke) fra sykehusets eller regionens sentrallager?
- Hvordan skal man lagre forbruksvarer i stråleavdelingen?
- Hvem fyller på?

3.7 Framtidsrettet arealplanlegging

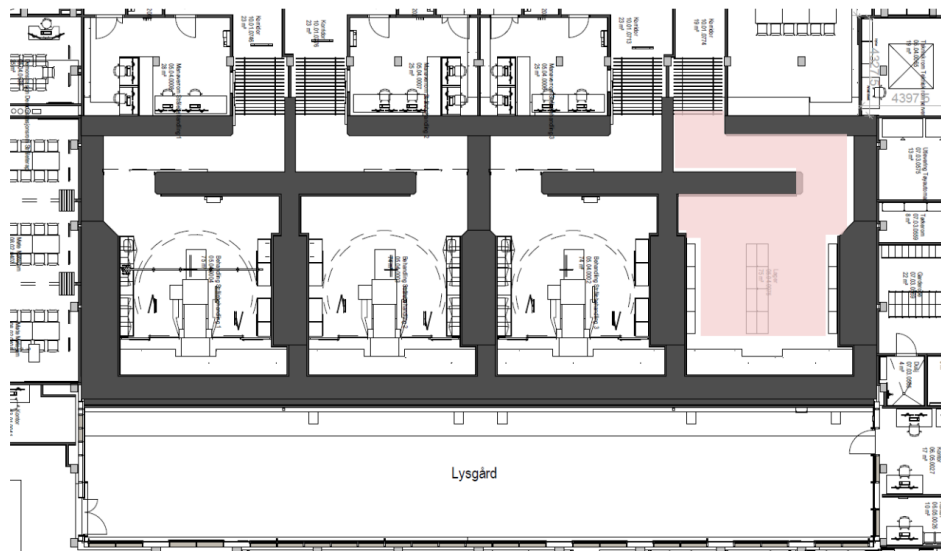
For å sikre kontinuerlig drift og eventuelle utvidelsesmuligheter for stråleterapibehandling er det vanlig og anbefalt å etablere et ekstra behandlingsrom med tilhørende støtterom. Et behandlingsrom med støtterom er arealkrevende og er utfordrende å etablere i ettertid. Innstallering, testing og igangkjøring av nytt utstyr er tidkrevende og dersom dette ikke er tatt høyde for, vil man få nedetid i pasientbehandlingen. Dette er kritisk for denne pasientgruppen som ikke kan ha stans i behandlingsregimet sitt.

Ved etablering av ekstra strålebehandlingsrom med tanke på utvidelse av behandlingsskapitet må de nødvendige støtterom tas med i planleggingen. Hvis mulig bør tomtevalg/beliggenhet på tomt hensynta fremtidig utvidelse, dersom framskrivingen understøtter dette.

På grunn av rask teknologisk utvikling, bør ekstra behandlingsrom være forberedt for alle leverandørenes utstyr og ny teknologi. Dette gjelder både for teknikk og strålevern.

Retningslinjene i "Health Building Note 02-01 – Cancer treatment facilities"³⁷ fra England, understøtter dette og inkluderer anbefalinger som fokuserer på fleksible løsninger for stråleterapienheter.

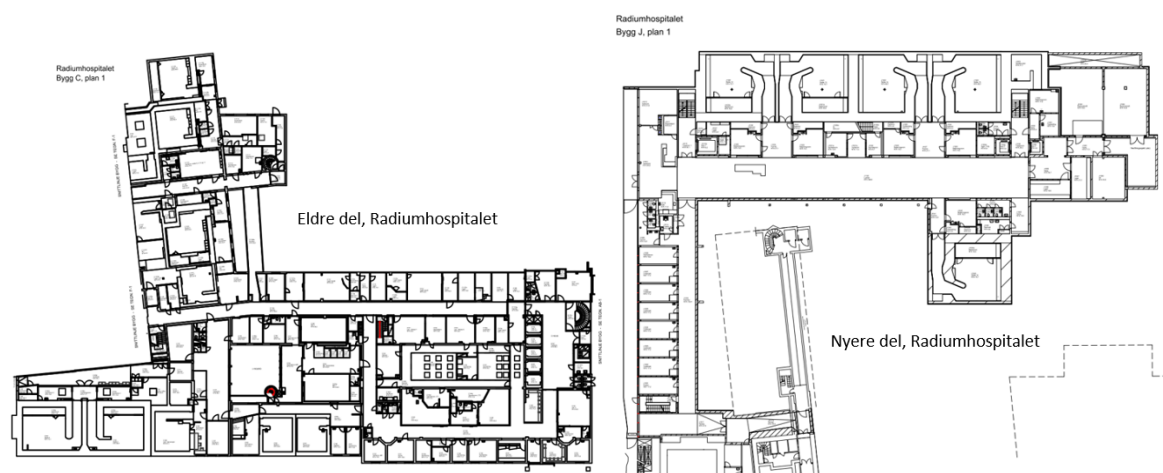
Ved nye SUS er det bygget et ekstra strålebehandlingsrom. Dette vises i Figur 25.



Figur 25: Plantegning for 4 behandlingsrom ved Nye Stavanger universitetssjukehus. Kilde: SUS

Radiumhospitalet, Oslo Universitetssykehus HF

Stråleterapienheten på Radiumhospitalet har en eldre, og en nyere del. Ved bygging av ny del tillot ikke tomten og eksisterende bygningsmasse en direkte utvidelse av eksisterende strålebehandlingsområde. Dermed er driften delt mellom nytt og gammelt bygg.



Figur 26: Skisse over stråleterapienheten ved Radiumhospitalet

Løsningskonsept:

Den nyere delen har valgt å etablere maze som inngangsløsning.

³⁷ [HBN 02-01 Final.pdf \(england.nhs.uk\)](#)

4 Utforming av stråleterapienheter

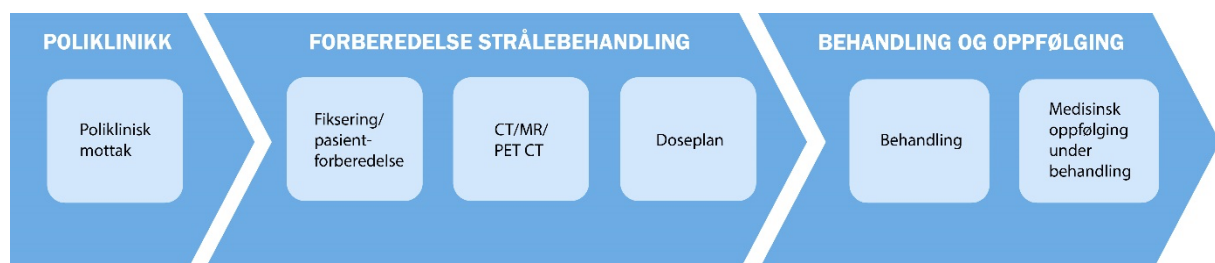
Når overordnet struktur, organisering og drift er kartlagt, og tatt stilling til (kapittel 3), kan planlegging av de fysiske arealene begynne. I dette kapitlet gjennomgås områder og temaer som må vurderes og planlegges for optimal utforming og plassering av strålebunkerne, undersøkelses- og behandlingsrommene samt støtterommene.

Nedenfor følger en kort oppsummering av temaene som må være avklart før man begynner utforming av de fysiske arealene for stråleterapienheten

1. Framskrivning av behovet for strålebehandling i det aktuelle opptaksområde, se kapittel 2.6
2. Hvor skal enheten lokaliseres
3. Valg av driftsmodell og organisering, se Kapittel 1.4
4. Avklare antall linaker
5. Avklare bemanningsbehovet
6. Avklare plassering av bygningskroppen
 - a. I bygningskroppen til resten av sykehuset
 - b. En kombinasjonsløsning
 - c. I et eget bygg
7. Avklare størrelse på behandlingsareal
8. Plassering av sonene, se kapittel 3.5
9. Avklare antall støtterom
10. Adkomstforhold
11. Avklar mulighet for utvidelse og fleksibilitet
12. Avklar logistikk-løsning

4.1 Strålebehandlingsforløpet – et overblikk

For å kunne planlegge for god pasientflyt i en stråleenhet gjennomgås strålebehandlingsforløpet, se Figur 27. Den tar for seg forløpet fra en pasient kommer til stråleterapienheten for første gang, til behandlingen er avsluttet.



Figur 27: Oversikt over pasientflyt i en stråleterapienhet. Illustrasjon: Sykehusbygg HF

Pasientene ankommer stråleterapienheten første gang for å ta CT av området som skal strålebehandles. Pasienten må posisjoneres svært nøyaktig, og det utføres fiksering av pasientposisjonen som gjør at pasientens posisjon blir nøyaktig lik for hver behandling. Det lages individuelt tilpasset fikseringsutstyr som benyttes gjennom hele behandlingsforløpet.

Posisjoneringslasere benyttes for å stille inn nøyaktig posisjon. I tillegg benyttes kamera benyttes for overflateskann av pasienten (Surface Guided Radio Therapy, SGRT). Både laser og kamera er identisk med utstyret på strålebehandlingsrommene.

Bildene overføres fra CT, digitalt til doseplanleggingssystemet. Onkologene tegner deretter inn målvolumene og stråleterapeutene begynner planlegging av behandlingen. Det arbeides tverrfaglig og både stråleterapeut, onkolog og fysiker er involvert. Arbeidsplassene der dette arbeidet utføres må tilrettelegges for både konsentrasjonsarbeid og tverrfaglig arbeid.

Pasientene møter til oppstart av strålebehandling og for første behandling settes det av litt ekstra tid. Pasienten venter på dedikert ventesone og blir kalt opp digitalt, eller hentet av stråleterapeut. Pasienten kler av seg i et i omkleddingsrom eller inne på behandlingsrommet. Deretter legger pasienten seg på behandlingsbordet og posisjoneres riktig av stråleterapeut, ved hjelp av lasere og fikseringsutstyr.

Under bestrålingen er ikke personell til stede på behandlingsrommet. Behandling styres fra et manøverrom, og personell overvåker pasient via video og toveis talekommunikasjon. Under behandlingen har pasienten en alarmknapp som pasienten kan aktivere ved behov for hjelp.



Figur 28: Manøverrom Radiumhospitalet, OUS HF. Foto: Sykehusbygg HF

Fra pasienten kommer inn, blir fiksert og til behandlingen er ferdig, går det ca. 15 minutter. Selve bestrålingstiden tar 5 - 10 minutter.

Pasienten reiser vanligvis hjem etter behandlingen. I enkelte tilfeller gis det narkose, og da må pasienten ivaretas på sengepost.

Ved behov kan pasientene få samtale underveis i behandlingsforløpet og disse samtalerommene må ligge nært behandlingsarealet.

4.2 Adkomst og mottak

Resepsjoner og ekspedisjoner

Det er mange pasienter som skal til daglig strålebehandling, så adkomst og mottaksarealer bør dimensjoneres for god flyt. Resepsjoner og ekspedisjoner må være lett tilgjengelige, med

universell utforming og være godt skiltet. Det er viktig at pasientens konfidensialitet ivaretas. I stråleterapienheter er det noen områder som gir utfordringer for personvernet og dette er ventesoner i nærheten av ekspedisjoner, felleskontorer og manøverrom.

Resepsjoner og ekspedisjoner er også en arbeidsplass der det skal utføres konsentrasjonsarbeid. Dette må det tilrettelegges for, og lydmaskering i arealene kan vurderes. Det anbefales at det er god oversikt fra resepsjon til pasienter som sitter i ventearealene.

For å effektivisere mottak av pasienter, bør det vurderes digitale løsninger der pasient registrerer sin ankomst, slik at stråleterapeutene kan se at vedkommende er kommet. Dette planlegges ved det nye sykehuset i Stavanger og det er også tatt i bruk ved de nybygde Clatterbridge Cancer Center i Liverpool. Det er viktig å velge løsninger som ivaretar pasientenes personvern.

Ventearealer til stråleterapienheter

I ventearealet for stråleterapi vil det være pasienter som skal til oppstartsamtale, til CT eller begynne/er i gang med behandlingsforløpet. Pasientene har ofte med seg pårørende, og disse blir sittende i ventearealet til pasientbehandlingen er ferdig. Noen pasienter vil komme i rullestol og dette krever god gulvplass. For pasienter som ankommer i seng må det være en dedikert ventesone utstyrt med pasientsignal og sykeromskanal i tillegg til mulighet for skjerming av pasienten.

Ventearealet plasseres i nærhet av resepsjon og behandlingsrom. Ventearealer kan eventuelt sambrukes med nærliggende avdelinger slik som kreftpoliklinikk, men det anbefales ikke å dele venterom med generelle avdelinger slik som røntgen, mammografi osv. Ved store gangavstander i enheten, bør det planlegges desentrale ventesoner i arealet. Disse bør ikke plasseres for nært manøverrom, for å ivareta konfidensialitet.

Pasientene kan, pga. pågående behandling, ha nedsatt immunforsvar og det bør tilrettelegges for at pasientene ikke trenger å sitte for tett. Her er stoler å foretrekke fremfor sofaer og møblene må være lett rengjørbar.

Det må være enkel adgang til toaletter og det bør vurderes ventesone for barn. Enkelte strålebehandlingenheter har avsatt areal til frivillige organisasjoner som driver med informasjon og servering til pasienter og det bør vurderes om det skal avsettes areal til dette.

Ved dimensjonering av venteareal er det flere forhold som må vurderes:

- Antall pasienter som skal oppholde seg, medregnet ledsagere som pårørende og tolk
- Hvor åpent eller skjermet skal arealet være?
- Gulvplass til større rullestoler
- Egnet sone for pasienter i seng
- Trengs egne soner for pasienter med smitte eller nedsatt immunforsvar?
- Vurdere behov for vask og vanddispensere

Utforming

Studier viser at utforming og arkitektur av ventearealene har betydning for pasienttilfredshet og kvalitet på tjenestene. Faktorer som lys, lyd, utsikt, innredning, godt renhold og ventilasjon, samt

informasjon om ventetid kan påvirke pasientens opplevelse av stress. En studie fra Chalmers viser at ventetiden i attraktive venterom oppleves kortere³⁸.



Figur 29: Venteareal ved strålebehandlingsrommet, Ullevål Sykehus, OUS HF. Foto: Sykehusbygg HF



Figur 30: Venteareal ved Ålesund Sjukehus. Foto: Sykehusbygg HF

4.3 Rom til planlegging av behandling

Planlegging av behandling foregår i sin helhet på stråleterapiavdelingen og nedenfor beskrives rommenes funksjon.

Undersøkelse- og samtalerom

Rommene benyttes til oppstartssamtale med pasient som skal til strålebehandling, og til samtaler med pasienten underveis i behandlingsforløpet. Rommene kan ha ulike betegnelser, som konsultasjonsrom, poliklinikkrom og samtalerom. Rommene benyttes også til kliniske studier. Sykehusbygg bruker betegnelsen undersøkelses- og behandlingsrom, fra Standardromkatalogen³⁹ og det skilles mellom UB-rom med benk, og UB-rom uten benk, som krever mindre areal.

Det må være tilstrekkelig med undersøkelse og samtalerom for å understøtte en effektiv og god arbeidsflyt i enheten. Det anbefales 1 – 2 slike rom per strålebehandlingsrom. Rommene skal kunne benyttes av stråleterapeuter, sykepleiere og onkologer, og må innredes deretter, med blant annet mulighet for å ta opp både onkologisystem og doseplan på PC. Vegger og dører må bygges på en slik måte at man overholder taushetsplikten og unngår direkte innsyn samtidig som kravet til dagslys ivaretas.

For utdypende om informasjon av standard UB-rommene vises til Kunnskapsgrunnlag for poliklinikk- og dagområder⁴⁰.

³⁸ [20160125.indd \(chalmers.se\)](#)

³⁹ [standardromkatalogen-pr-februar-2021.pdf \(sykehusbygg.no\)](#)

⁴⁰ [Microsoft Word - Poliklinikk og Dagområde-intern innspillsrunde \(sykehusbygg.no\)](#)

Bildemodaliteter til doseplanlegging

For planlegging av stråleterapibehandling gjennomføres avbildning på CT og eventuelt andre bildemodaliteter, slik som MR, PET-CT og PET-MR. Dagens praksis er at det i hovedsak er CT som benyttes til doseplanlegging på stråleterapiavdelingen. For noen behandlingsformer ønsker man i tillegg å benytte MR. I Norge i dag har ingen stråleterapiavdelinger dedikert MR til eget bruk, men man sambruker med bildediagnostikk. Det er en fordel at MR ligger i nærhet av stråleterapienheten og at denne har stor nok plass til å oppbevare dedikert, MR-kompatibelt fikseringsutstyr. Bruken av MR innen stråleterapi er økende, og det må i hvert prosjekt vurderes om det skal anskaffes en dedikert MR til stråleterapi eller oppskalere diagnostikk-kapasiteten innen MR. Det oppleves av fagmiljøene i Norge at det er underforbruk av MR innen stråleterapi, på grunn av lav tilgang.

Fikseringsbehovet for hver pasient medfører at det kreves en del ekstrautstyr. Dette utstyret skal være identisk med det som benyttes på behandlingsrommene. Her nevnes posisjonslasere, flat bordtopp, diverse fikseringsutstyr (slik som støtteputer, Wingstep/brystbrett eller thoraxfiks, vakuufiksmadrasser og maskemateriale), varmeskuff, arbeidsbenk, overflateskanningsutstyr, pusteanlegg (gating), varmeskap for kontrast og god lagringsplass for fikseringsutstyret. I tillegg er det behov for gulvareal som ivaretar manøvrering av pasienter i seng og større rullestoler. Viktig å ha vanddispenser i nærheten da noen behandlingsformer krever at pasienten har fylt blære. Behov for teknisk rom, spesielt for CT, er avhengig av om CT er vannkjølt eller luftkjølt. Teknisk rom for CT kan slås sammen med datarom, men da må det gjøres sikkerhetstiltak dersom CT er vannkjølt.



Figur 31: Bildet til venstre: CT doseplan ved St. Olavs hospital. Bildet til venstre: Manøverrom til CT, Radiumhospitalet, OUS HF. Foto: Sykehusbygg HF

Fikseringsrom/pasientforberedning

Fikseringsrom/pasientforberedende rom er et dedikert rom som benyttes til å lage fikseringsutstyr og eventuelt trening av pasienter som skal ha pustestyrt behandling. Stråleterapienheter uten fikseringsrom utfører dette direkte på CT-rommet. Fordelen med et dedikert rom er at tidsbruken på CT-rommet effektiviseres.

Fikseringsutstyr krever mye lagringsplass både i dype skuffer og skap. Dette kan lagres i fikseringsrommet eller i et eget lagerrom i nær tilknytning til CT. Rommet må utformes som en god arbeidsplass for stråleterapeutene. Rommet utstyres tilsvarende behandlingsrommet, med utstyr for pustestyrt og overflateskanning, posisjonslasere og behandlingsbord identisk med

det på strålebehandlingsrommet i tillegg til arbeidsstasjon med PC, vask og arbeidsbenk med plass til varmeskuff (eventuelt vannbad) for masker, se Figur 32.



Figur 32: Vannbad eller varmeskuff for oppvarming av maske til pasient, eksempel fra stråleterapien ved henholdsvis Nordlandssykehuset og St. Olavs hospital. Bilde: Sykehusbygg HF

Pasienten skal ha mulighet til å omkleddning, dette kan skje i eget omkleddningsrom, eller ved å inkludere sitteplasser og knagger for klær i rommet. Det må være mulig å skjerme for innsyn fra eventuelle vinduer og dører.



Figur 33: Fikseringsmasker og lagringsplass til fikseringsutstyr, Radiumhospitalet, OUS HF. Foto: Sykehusbygg HF

Støperom (blokkerom)

Stråleterapienheten må ha rom egnet for støping av blokker og tubusinnsatser (benyttes som innsats i elektronbestråling) som skal benyttes i strålefeltet. Denne støpningen utføres i avtrekksskap og her må blant annet smelteanretning for metall og annet nødvendig utstyr ha plass. Rommet bør utstyres med skap for forbruksmateriell, slik som styrodur, en arbeidsbenk med styrodurkutter koblet til PC, verneutstyr (briller, skinnforkle, hansker etc.) og utslagsvask. Eksempel på slikt rom vises i Figur 34.



Figur 34: Lite verksted med puktavsug og stråleovn, St. Olavs Hospital, Trondheim. Foto: Sykehusbygg HF

Doseplan

Når billedtaking og fiksering av pasient er gjennomført, overføres bildene til doseplanleggingssystemet for videre planlegging av behandling. Dette er et tverrfaglig arbeid, der onkologene tegner inn risikoorgan og tumor, og stråleterapeutene planlegger optimal behandling. Til slutt godkjennes planene av medisinsk fysiker.

Doseplanlegging er konsentrasjonskrevende, og det trengs flere skjermer til hver arbeidsplass: Onkologene har opptil 4 skjermer og stråleterapeutene har 2 - 3 skjermer. Skjermene er vanligvis større enn vanlige dataskjermer med bedre oppløsning og krever derfor stor arbeidsflate. Doseplanleggingsstasjonene er fast arbeidsplass, med behov for gode ergonomiske løsninger, dagslys, utsyn og begrenset støy. Utforming av doseplanleggingsarealene er løst forskjellig ved de ulike stråleterapenhetene i Norge. I enkelte sentre sitter profesjonene samlet, mens i andre sitter onkologer og stråleterapeuter i forskjellige rom, i nærheten av hverandre. Medisinsk fysiker har som regel ikke en fast arbeidsplass i disse arealene, men trenger en arbeidsstasjon når de godkjenner pasientenes doseplaner. Coronaepidemien har vist at ved å utstyre legenes og fysikernes faste arbeidsplasser med skjermer tilpasset doseplan, vil man kunne godkjenne doseplaner på deres faste arbeidsplasser og ikke beslaglegge en arbeidsplass på doseplan for denne oppgaven.

Størrelse på doseplanarealet må vurderes ut fra hvor mange linaker som skal betjenes. Det er viktig med riktig dimensjonert ventilasjon, som tar utgangspunkt i antall ansatte som benytter lokalet og skjermer med datamaskiner som er varmeavgivende. Datamaskiner (servere) bør plasseres på egne rom i nær tilknytning, for å opprettholde gode arbeidsforhold (maskinene produserer både støy og varme). I enkelt eksisterende sentre har man i ettertid vært nødt til å installere lokal kjøling for å oppnå gode arbeidsforhold.

Doseplankontor bør ligge nært strålebunkerne, da doseplanleggerne ofte blir tilkalt ved spørsmål til behandlingen.

4.4 Behandlingsarealer

Behandlingsarealene omfatter omkleddningsrom og behandlingsrom og tekniske areal for strålemaskinene.

Omkleddningsrom

Før strålebehandlingen må pasienten kle av seg på den delen av kroppen som skal bestråles. For effektiv drift anbefales det at hvert strålebehandlingsrom planlegges med 2 omkleddningsrom. Omkleddningsrommene bør utformes slik at pasienten unngår å komme ut i fellesområdet eller på annen måte skjermes fra å bli observert av andre pasienter/ansatte. Rommene innredes i henhold til universell utforming.

I enheter hvor omkleddning gjøres inne i strålebehandlingsrommet trengs det en nisje med stol og mulighet for å trekke for, der klær og personlige eiendeler oppbevares under behandlingen. Denne løsningen kan påvirke utnyttelsesgraden per behandlingsmaskin da hver pasient må være lengre i rommet.

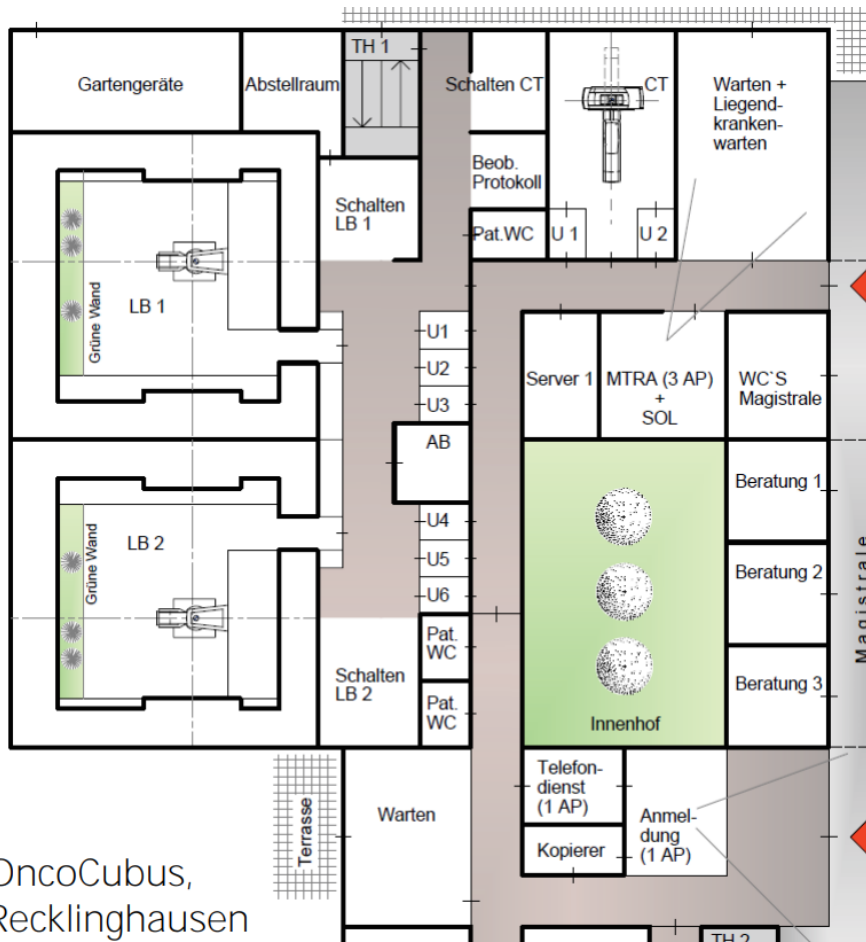
Tilbakemeldinger fra ulike stråleterapisentre viser at plassering har mye å si for om omkleddningsrommene fungerer. I Figur 35 vises løsningen ved HUS HF. Omkleddningsrommene ligger i front av en skjermet korridor som fungerer svært godt og ivaretar pasientene som har kledd av seg på en god måte. Figur 42 senere i kapitlet viser plantegning fra HUS HF der vi ser omkleddningsarealer. Øverst ligger en sluse som ivaretar pasienter som kommer med seng. I den indre korridoren er det en skyvedør som kan åpnes og lukkes mellom behandlingssonene for to strålebehandlingsmaskiner dersom det er behov for samarbeid mellom de ansatte.



Figur 35: Ventesone og inngang til omkleddningsrommene. Fra omkleddningsrommene er det utgang til indre korridor foran strålebehandlingsrommet, Stråleterapienheten Haukeland Universitetssjukehus, Helse Bergen HF. Foto: Sykehusbygg HF

OncoCubus, Recklinghausen, Tyskland

Sykehuset har en stråleterapienhet med to strålebehandlingsrom. Utforming med omkleddingsrom tilsvarende Haukeland Universitetssjukehus. Pasientene kan gå inn i omkleddingsrommet fra en ytre sone, og gå videre fra omkleddingsrommet inn i en indre korridor foran strålebehandlingsrommet.



Figur 36: Plantegning for OncoCubus, Recklinghausen, Tyskland. Foto: sektor3architekten

Strålebehandlingsrommet har en glassvegg mot en lysgrav som gir dagslys inn i rommet. Veggen i lysgraven er dekorert med grønne planter.



Figur 37: Strålebehandlingsrom med glassvegg ut mot grønn fasade, OncoCubus, Recklinghausen, Tyskland. Foto: sektor3architekten.

Skjerming og byggpåvirkende utstyr til strålebehandlingsrommet

Skjerming

Skjerming av strålebehandlingsrom har tradisjonelt blitt utført med betong. Standard betong har en tetthet på $2,35 \text{ g/cm}^3$. Avhengig av energien til linaken gir dette vegger og eventuelt tak med en tykkelse på 1- 1,5 m for å ivareta skjermingsbehovet. Man kan endre komposisjonen av betongen for å gi økt tetthet. På denne måten kan man redusere dimensjonen på de flatene som må skjermes. Spesialbetong koster imidlertid opp mot 5 ganger så mye som vanlig betong. Det er viktig at medisinsk fysiker blir involvert i planlegging og beregning av skjerming på et tidlig tidspunkt. I tillegg skal planene godkjennes av DSA før oppstart bygging. Det anbefales at det tas elementanalyse av betongen, for å unngå grunnstoffer som kan aktiveres over tid og genere radioaktiv byggavfall ved dekommisjonering.

Det finnes andre skjermingsmetoder, som modulbyggeklosser med ulik tetthet og oppbygging. Det foreligger ikke norsk erfaring fra driftssituasjon med byggeklosser, men sykehuset Sahlgrenska i Gøteborg og flere sykehus i Storbritannia har benyttet slike byggesteiner. Det finnes flere leverandører som har spesialisert seg på dette eller alternative skjermingsmetoder til betong, og ved den årlige stråleterapikonferansen ASTRO 2022 var det hele 13 leverandører som presenterte slike produkter.

Fordelen med byggesteiner, sammenlignet med plastøpt betong, er at de er mindre plasskrevende, byggetiden reduseres og veggene er mulig å ta ned i ettertid. Byggesteiner er imidlertid mer kostbart enn plastøpt betong.



Figur 38: Byggekløsser ved bygging av stråleterapirom ved Sahlgrenska sykehus i Gøteborg. Foto: Sykehusbygg HF

Byggpåvirkende utstyr

Linak og strålebehandlingsutstyr er svært byggpåvirkende. Ved planlegging av en slik funksjon er det svært viktig med tverrfaglig prosjektering. Det må tas høyde for utstyrets vekt og dimensjon, men også krav til takhøyder, el-tilførsel, behov for vann og avløp, kjøling, ventilasjon, brannslukking, evakuering og tilførsel av gass, stråleskjerming (nevnt over), støy og vibrasjon. Det er også viktig at ikke utsyr og kabelgjennomføringer er i strålefeltet.

Utstyret som skal installeres på behandlingsrommet har så stor innvirkning på design av rommet og det må derfor hensyntas alle leverandørers krav til utsparinger, gruber i gulv, slisser/kabelrenner/føringsveier osv. Ved tekniske gjennomføringer er det viktig å unngå lekaksjestråling og disse må kvalitetssikres av medisinsk fysiker. Detaljert informasjon om utstyret finnes i leverandørens installasjonsforutsetninger. Det anbefales så tidlig som mulig med tett dialog med leverandør for planlegging og prosjektering av behandlingsrom, tekniske rom og manøverrom. Før leverandør er på plass, må all nødvendig infrastruktur føres fram til rommet. Det må også tas høyde for størrelse og teknikkbehov for ulike typer maskiner, slik at man unngår at binde seg til en type maskin eventuelt leverandør. Dette fordi utstyr vanligvis bestilles sent i byggefasen.

På grunn av komplekst og kostbart utstyr anbefaler leverandører å ikke benytte sprinkleranlegg inne i strålebehandlingsrommet. Dersom sprinkler derimot benyttes, må dette være pre-actionanlegg, det vil si at det ikke står vann i rørene i siste delgrener av anlegget. Dette reduserer risiko for lekkasjer og drypp på linak, modulator og etc. Andre sløkkemetoder bør likevel vurderes og anbefales å installere.

Adkomst til strålebehandlingsrommet

Adkomst til strålebehandlingsrommet skjer enten via maze eller stråleskjermet dør. Begge løsningene kan gi utfordringer med nøytronlekkasje. Adkomstløsningen som velges vil ha innvirkning på den videre utformingen og arealet av strålebehandlingsrommet.

Maze

Mazens utforming må sikre at nivået av spredt stråling ikke er over anbefalte nivåer ved inngang maze. Utformingen må i tillegg tilpasses slik at pasient i seng, og transport av stort utstyr inn og ut ivaretas. Se Figur 39.



Figur 39: Planløsning fra St. Olavs Hospital. Her er strålebehandlingsrommene etablert med maze. Kilde: St. Olavs Hospital HF.

Det må i tillegg etableres et interlocksysteem som bryter strålen ved passasje, enten i form av dør eller annen adgangsregulering, se eksempel fra Ullevål i Figur 39.



Figur 40: Maze med glassdør inn til strålebehandlingsrom, Kreftsenteret Ullevål Sykehus, OUS HF. Foto: Sykehusbygg HF

Fordeler med maze

- Ikke behov for skjermet dør inn til behandlingsrommet
- Pasientene opplever rommet mindre innestengt enn med stråleskjermingsdør
- Den ansatte kan gå rett inn etter behandling
- Mer rom for tekniske føringer og installasjoner
- Utforming kan føre til flere muligheter for lagringsplass inne på behandlingsrommet

Ulemper med maze

- Krever større areal enn ved bruk av stråleskjermingsdør
- Krever mer betong enn ved bruk av stråleskjermingsdør
- Lengre gåavstand for å komme inn til behandlingsrommet
- Kan være behov for bor-dopet dør ved inngang for å stoppe nøytronstråling

Stråleskjermingsdører

Stråleskjermingsbehovet gjør at dør direkte inn til strålebehandlingsrom blir stor og tung. Dette krever kraftig fundamentering og konstruksjon. I tillegg kreves det en teknisk løsning (motorisering) for åpning og lukking. Dørene kan leveres både som skyvedører og med sidehengsel. Det må være mulig å kunne åpne døren manuelt dersom det oppstår strøm- eller mekanisk feil – både innenfra og utenfra rommet slik at rommet har en løsning for rømming. Det anbefales å gjennomføre en risiko og sårbarhetsanalyse når man skal velge adkomst til strålebehandlingsrommet.

Fordeler med stråleskjermingsdører

- Plassbesparende i forhold til maze
- Mindre betongforbruk
- Kort gåavstand inn til behandlingsrommet
- Enkel adkomst for sengepasienter
- Enklere tilgang for utskifting av strålemaskinen

Ulemper med stråleskjermingsdører

- Lengre tid å lukke og åpne døren
- Dørens dimensjoner kan få pasienten til å føle seg innestengt
- Vedlikehold og service på dør kan gi nedetid for behandling
- Nøytronstråling kan bli en utfordring utenfor døren
- Mindre plass inne på rom for lagring



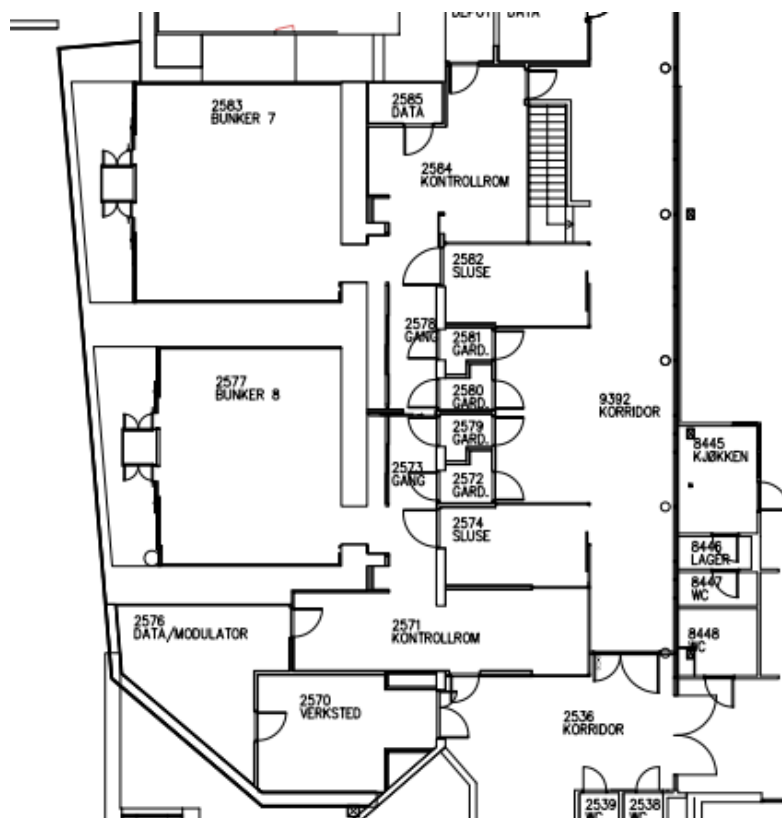
Figur 4141: Skjermingsdør til strålebehandlingsrom, Radiumhospitalet. Foto: Sykehusbygg HF

Eksempel på stråleenhet med stråleskjermingsdør:

Haukeland Sykehus

Stråleterapien ved Haukeland ble etablert med 3 behandlingsrom med maze og enheten har gradvis blitt bygget på, senest i 1995. Nå er det totalt 6 behandlingsrom i drift og de nye behandlingsrommene er etablert med direkte inngang.

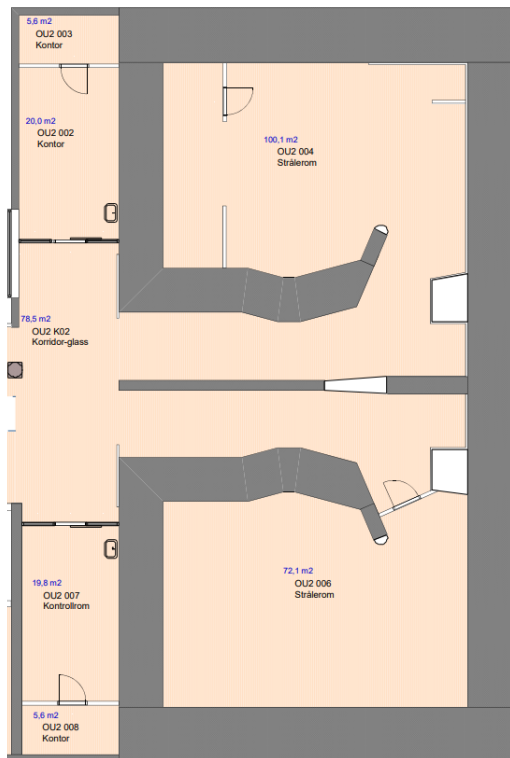
Figur 42 viser planskisse over de nyeste strålebehandlingsrommene med direkte inngang.



Figur 42: Planskisse over de nyeste strålebehandlingsrommene med direkte inngang. Kilde: HUS

Strålebehandlingsrommet

I strålebehandlingsrommet utføres selve behandlingen. Behandlingstiden er relativ kort, og det kan være 4 - 6 pasienter per time for hvert strålebehandlingsrom. Dimensjonering og utforming har mye å si for optimal pasientbehandling. Rommet må utformes med tilstrekkelig plass til utstyret som skal installeres i rommet og for arbeidsprosedyrene som skal foregå der. De ulike leverandørene av strålemaskiner har arealanvisninger for arbeidsflaten rundt strålemaskinen og ofte også forslag til innredning. Disse anvisningene inkluderer ikke nødvendigvis all oppbevaringsplass det er behov for i behandlingsrommet. Det er viktig med nok gulvareal for pasienter som ankommer i rullestol eller seng, som blir stående i rommet under behandling (obs kollisjonsfare). Tekniske installasjoner i tak og på vegg slik som skjermer, lyd- og kameraovervåkingsutstyr, posisjoneringlasere og overflateskanning må også hensyntas. Sykehusbygg HF anbefaler areal for strålebehandlingsrom på 80 m² uten maze og 100 m² inkludert maze. Anbefalingen gis på bakgrunn av erfaring fra stråleterapisentrene i Norge.



Figur 43: Planløsning for to behandlingsrom med maze ved NLSH HF i Bodø. Kilde: Nordlandssykehuset HF

Strålebehandlingsrommene må være dimensjonert for gode arbeidsforhold til 2-3 ansatte og pasient.

I taket eller på vegg vil det være skjermer som viser pasientinformasjon.

Posisjonslasere som ikke er innebygd i strålemaskinen må monteres på fast vegg og tak. Dette krever fri veggplass. Montasje på gulv er også en mulighet. Dette gjelder også utstyr til overflateskanning og gating (pustestyrte behandling). Det må være tilstrekkelig med plass slik at enhetene ikke kommer ut av posisjon.

Hvert behandlingsbord må ha løftebøyle (søsterhjelp) montert fra tak, som pasienten skal kunne holde i når vedkommende skal på og av behandlingsbordet. Det kan vurderes takheis, men dette utstyret kan komme i konflikt med installasjonskrav til behandlingsmaskinen, noe som ble en utfordring ved nye SUS. Det er derfor viktig å planlegge installasjoner i tak nøye i samarbeid med leverandøren av strålebehandlingsutstyret. Dette gjelder alt utstyr som skal monteres i tak over himling i tillegg til ventilasjon inn og ut av strålebehandlingsrommet. For eksempel må kamera for overflateskanning ha en minimumsavstand fra tilluftkanaler. Dette for å unngå temperaturpåvirkning som krever kalibrering av utstyret.

For å ivareta pasientsikkerhet må det være kameraovervåkning og toveis lydkommunikasjon mellom strålebehandlingsrom og manøverrom. Kameraer plasseres gjerne i tak eller vegg i fotenden av behandlingsbordet. Det kan også være installert alarmsystem hvor pasienten kan ha en alarmknapp i hånden, som enkelt kan aktiveres ved behov. I tillegg må det være uttak for anestesi. Dette er sjeldent i bruk, men må være tilgjengelig ved behov.

Fikseringsutstyret skal sikre at pasienten ligger likt for hver behandling. Utstyret er plasskrevende og persontilpasset samt merket med navn og personnummer, derfor bør dette plasseres inne i skap.

Eksempler på fikseringsutstyr:

- Brystkreftpasienter fikseres med for eksempel et mammae-bord, se Figur 44
- Øre-nese-hals-pasienter fikseres med 3- eller 5-punkts masker, se Figur 45
- Individuelle Vacfix madrasser krever stor plass inne i strålebehandlingsrom, se Figur 46



Figur 44: Eksempel på universalt fikseringsutstyr - brystbrett. Foto: Sykehusbygg HF



Figur 45: Eksempel på persontilpasset fikseringsutstyr - 3 og 5-punkts masker. Foto: Sykehusbygg HF



Figur 46: Eksempel på persontilpasset fikseringsutstyr - vacfixmadrass Foto: Sykehusbygg HF

Dersom behandlingsmaskiner skal ha mulighet for elektronbestråling, er det behov for tilleggsutstyr til maskinen, kalt tubuser. Disse er plasskrevende og må ha plass i skap på behandlingsrommet og bør henges i skinner oppunder hver hylle, se Figur 47.



Figur 47: Elektrontubuser – tilleggsutstyr til linak. Foto: Sykehusbygg HF.

Eksempel på ulike lagringsløsninger inne på behandlingsrom vises i Figur 48 og



Figur 48: Strålebehandlingsrom ved Haukeland Universitetssykehus. Oppbevaring er løst med hyller innenfor skyvedører. Foto: Sykehusbygg HF



Figur 49: Strålebehandlingsrom ved Radiumhospitalet. Oppbevaring er løst med skap med dører og skuffer. Foto: Sykehusbygg HF

Det er ikke stort behov for forbruksmateriell inne i strålebehandlingsrommene. Engangshansker og papirruller brukes for å dekke på behandlingsbordet. Dette skiftes mellom hver pasient og det trengs derfor en stor søppeltralle. I tillegg trengs det lagerplass for teppe og laken.

Vask må etableres inne på behandlingsrommet. Disse må plasseres hensiktsmessig i forhold til arbeidsflyt. Armaturen bør være berøringsfri.

Ventilasjon i rommet må ivareta flere funksjoner som avkjøling av maskin, utlufting (luftskift pr time) og temperaturstabilitet i tillegg til hensyn til pasient som ligger lenge og avkledd på behandlingsbordet.

Kjølebehov er leverandør- og maskinavhengig. Utstyret i rommet er følsom for temperaturforandringer noe som gjør at nattsinking må vurderes opp mot utstyret som skal installeres (for eksempel overflateskanningsutstyret).

Behandlingsrom skal være utstyrt med ventilasjon som gir tilstrekkelig luftskift for å unngå for høy konsentrasjon av indusert aktivitet i luft, nitrøse gasser og ozon. Man skal, ifølge Arbeidsmiljøloven, ikke overskride et ozonnivå på 0,1 ppm (parts per million)⁴¹. Behovet for antall luftskift kan beregnes. Her vises til ulike publikasjoner fra IAEAs^{42,43,44}.

Materialvalg inne på behandlingsrommet er en viktig faktor for opplevelsen til pasienten. Bruk av materialer som imitert treverk kan benyttes både til innredning og overflatemateriale. Dette har gitt gode tilbakemeldinger fra både ansatte og pasienter.



Figur 50: Eksempel på farge- og materialvalg samt lysinstallasjon, St. Augustinus Gelsenkirchen GmbH. Foto: sektor 3 arkitekten

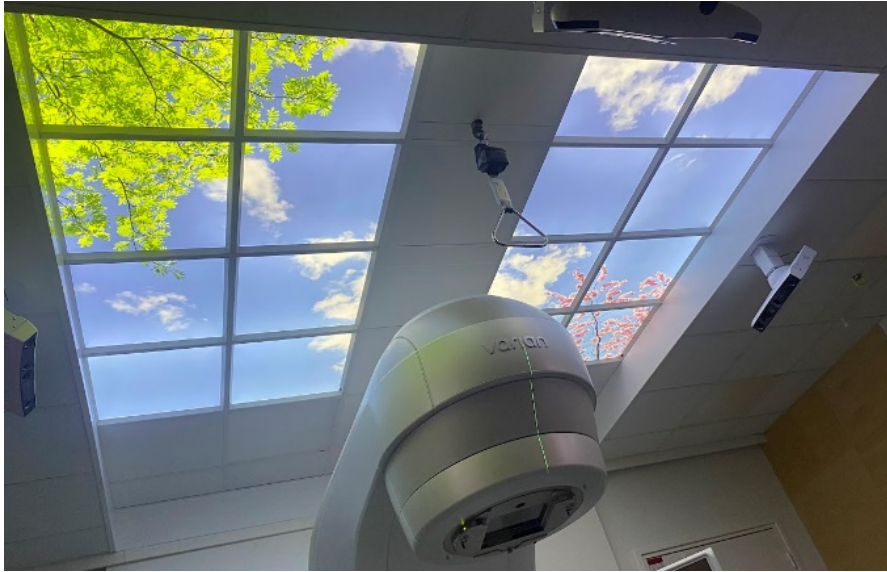
Positiv distraksjon ved bruk av farger, kunst eller utsyn til natur kan minske stress hos pasienten, og gjøre situasjonen mer trygg, ref. Chalmers 2016. Lysinstallasjon i taket kan være en god løsning for at rommet oppleves mer varmt, luftig og trygt, se Figur 51.

⁴¹ <https://www.arbeidstilsynet.no/globalassets/regelverkspdf/for-skrift-om-tiltaks--og-grenseverdier>

⁴² https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/trs188_web.pdf

⁴³ https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/PUB1948_web.pdf

⁴⁴ <https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1645web-46536742.pdf>



Figur 51: Bilde- og lysinstallasjon i tak på behandlingsrom. Foto: Sykehusbygg HF

Manøverrom

Strålebehandlingen styres fra manøverrommet. Dette er fast arbeidsplass for 4 stråleterapeuter. I perioder vil i tillegg onkologer, fysikere og studenter være til stede og dette må hensyntas i arealplanlegging og innredning av rommet. Det vil kunne være opptil 8 personer i rommet samtidig.

Faste arbeidsplasser har krav til dagslys og utsyn, jamfør Arbeidsplassforskriften⁴⁵, men reglene for strålevern kan gjøre dette vanskelig å imøtekomme. Ved mange sentre i Norge er dette løst med indirekte dagslys via vindu i vegg. Løsningen må godkjennes av Arbeidstilsynet.



Figur 52: Behandlingsone i manøverrom ved Haukeland Universitetssjukehus. Foto: Sykehusbygg HF.

⁴⁵ § 2-10. Dagslys og utsyn (arbeidstilsynet.no)

Det er hensiktsmessig å etablere ulike arbeidssoner i rommet, se Figur 53. Soneinndeling muliggjør at de som administrerer strålebehandlingen, og de som forbereder og går gjennom planene for neste pasient, kan arbeide i separate soner – noe som sikrer effektivitet og konfidensialitet. Størrelse på arbeidsplassene må dimensjoneres for mange skjermer særlig i behandlingssonen. Det må også planlegges med ergonomiske løsninger slik som hev- og senkbare bord, jmfør Arbeidstilsynet⁴⁶. Designet av rommet må hensynta taushetsplikt og det må ikke være innsyn til skjermer med pasientinformasjon fra korridor/forrom.



Figur 53: Behandlingszone til venstre og planleggingszone til høyre i manøverrom ved Radiumhospitalet. Foto: Sykehusbygg HF.

Under selve bestrålingen kan ikke stråleterapeutene oppholde seg fysisk i strålebehandlingsrommet. Pasienten overvåkes derfor fra manøverrommet, via videokameraer og lydutstyr for toveis kommunikasjon, under bestrålingen.

Manøverrommet må plasseres med enkel adkomst til stråleterapirommet både med tanke på arbeidsflyt og teknikk. Det anbefales, hvis mulig, å etablere to tilkomstmuligheter for eksternt personell, for å skjerme pasienter i den indre sonen. Dette ved behov for assistanse på maskin fra for eksempel fysiker eller ingeniør. Støyende og varmegivende utstyr slik som PC og annet IKT-utstyr bør plasseres i eget rom i direkte tilkobling til manøverrommet.

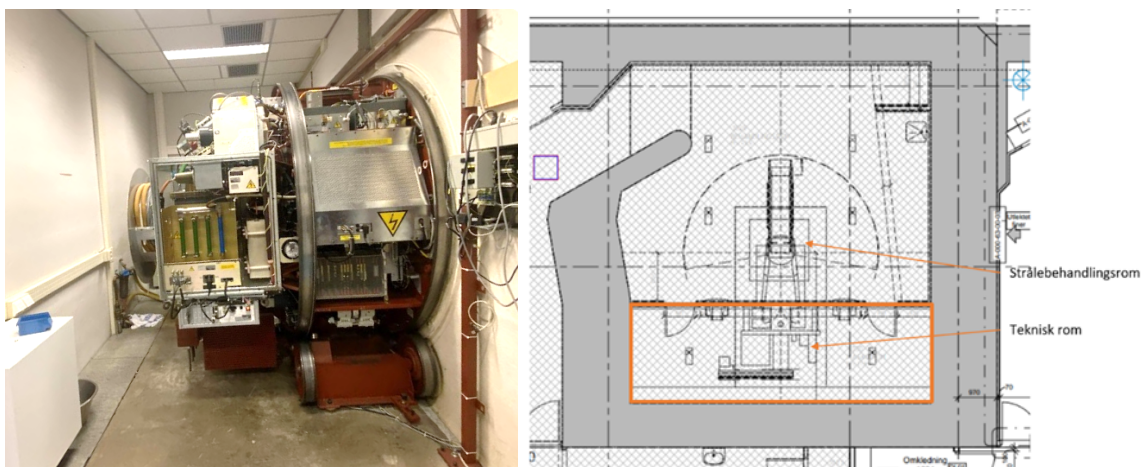
⁴⁶ [Ergonomi \(arbeidstilsynet.no\)](http://ergonomi.arbeidstilsynet.no)



Figur 54: Planskisse og 3D-simulering av behandlingsrom og manøverrom ved SUS.

Teknisk rom

Det er behov for tekniske rom for strålemaskinen i tilknytning til behandlingsrommet. Det tekniske rommet ligger i bakkant av lineærakseleratoren. Maskinen innehar en svært sterk strømkilde og rommet utformes slik at det er en sikker og trygg arbeidsplass for serviceingeniør. Kabling fra behandlingsmaskinen og utstyret til manøverrommet kan ikke gå direkte gjennom veggene, på grunn av svekkelse av stråleskjerming. Det etableres derfor gruber under gulvnivå for kabelgjennomføringer.



Figur 55: Bilde til venstre: Utstyr i teknisk rom, St. Olavs hospital, Trondheim. Foto: Sykehusbygg HF. Bilde til høyre: Teknisk rom bak strålebehandlingsrom, Ålesund sjukehus. Kilde: Arbeidstegning Helse Møre og Romsdal

For noen linaker er all teknikk integrert i maskinen og da trengs ikke teknisk rom.

Enkelte sentre internasjonalt har etablert tekniske korridorer i bakkant av behandlingsrommene, se Figur 56.

Comprehensive Cancer Center, University of Texas Southwestern, USA

Dette senteret har valgt å plassere strålebunkerne langs en korridor med pasienttilgang markert med blått og teknisk korridor, markert med rødt. Manøverrommene ligger foran hver av behandlingsrommene.



Figur 56: Stråleterapisenteret ved Comprehensive Cancer Center i Dallas. Pasientsone i blått og teknikkzone i rødt. Foto: Comprehensive Cancer Center @ UTSW, Dallas

Datarom

Det er behov for et teknisk rom for datakabinetter for IKT og PC-er. Dette rommet krever tilstrekkelig kjøling på grunn av stor varmeavgivelse fra utstyret. God ventilasjon og støyreduksjon til omgivelsene er nødvendig. Modulatorer til lineærakseleratoren kan også plasseres her. Rommet bør ha direkte tilkobling til manøverrommet, eventuelt i umiddelbar nærhet. Eksempler på tekniske rom vises i Figur 57.



Figur 57: Bilde til venstre og i midten: Styringsenhet for linak og Pc-er ved Sørlandet sykehus. Bilde til høyre Datarom for flere linaker samlet ved St. Olavs Hospital. Foto: Sykehusbygg HF.

Grensestråleapparat/Strålebehandling hud

Strålebehandling ved hudkreft utføres ikke ved bruk av linak, men ved hjelp av en annen type strålemaskin, som har maks 250 kV. Skjermingsbehovet er normalt sett 2-3 mm bly.

Eksempelvis har Sørlandet sykehus plassert sitt hudbestrålingsutstyr inne i et behandlingsrom som står tomt, i påvente av utskifting av linak.

4.5 Støtterom

For at stråleterapienheten skal fungere med god flyt og effektivitet, må støtterom og andre arealer være godt planlagt og plassert. Dette kapitlet beskriver støtterommene.

Lager

En stråleterapienhet har behov for mye lagerplass både med tanke på behandling, fikseringsutstyr, kvalitetskontroll og service og vedlikehold. Plassering og størrelse har betydning for effektiv drift og god arbeidsflyt.

I tillegg anbefales det å etablere et lager for forbruksvarer, inklusive rene og sterile forbruksvarer. Her skal det være mulighet for bestilling (ved strekkode- skanner eller håndholdt enhet) og mottak av forbruksvarer. Eventuelle kjemikalier må oppbevares i lukket skap, og være registrert i stoffkartotek.

Lager kvalitetskontrollutstyr

Utstyret til kvalitetskontroll er ofte tungt og arealkrevende. Noe av dette må være tilgjengelig på behandlingsrommene, mens det mest tyngste og mest plasskrevende plasseres på et lager sentralt i enheten. Kvalitetskontrollutstyret trilles til behandlingsrommene på traller eller trillebord. Derfor må dørterskler inn til aktuelle rom unngås.

Plasskrevende utstyr er for eksempel:

- Vannfantom
- Vanntank
- Traller i ulike størrelser
- Ulike fantomer for behandlingskontroll
- Kroppsfantomer – opp mot pasientstørrelse



Figur 58: Eksempel på noe utstyr for kvalitetskontroll.
Foto: Sykehusbygg. HF

Verksted for medisinskteknisk utstyr – service og vedlikehold

Stråleterapienheten må ha dedikert verksted på enheten. Dette på grunn av stort og tungt utstyr samt daglig tilstedeværelse av serviceingeniør. Verkstedet må ha avtrekk (punktavsug og avtrekksskap), utslagsvask, håndvask, og store arbeidsbenker for finmekanikk, med mange el-uttak. Verkstedet må ha god lagringsplass, men hyller, reoler og skap, samt gulvplass til traller. Serviceingeniørene må i tillegg ha kontorplass uavhengig, men gjerne i nærheten av verkstedet. Figur 59 viser verksted ved Radiumhospitalet.



Figur 59: Verksted stråleterapi ved Radiumhospitalet – Foto: Sykehusbygg HF

Møter, undervisning og opplæring

Stråleterapienter har i stor utstrekning undervisning, opplæring, utdanning og forskning, samt studier opp mot faglige prosedyrer, utstyr og teknologi. Arealer for dette må plasseres i eller i umiddelbar nærhet til enheten. Det bør i tillegg være tilgang til større undervisningsarealer på sykehuset.

I tilknytning til doseplanleggingsrommene, anbefales det å ha et eget demonstrasjonsrom for tverrfaglig gjennomgang av doseplaner. Det bør være utstyrt for videokonferanser og digital visning av klinisk informasjon, bilder og annen relatert informasjon. Stråleterapimiljøet i Norge er relativt lite, og faglig oppdatering skjer jevnlig via digitale nasjonale møter for alle faggrupper. Demonstrasjonsrommet bør være dimensjonert for at alle ansatte i enheten kan delta i møter.

Møterom bør plasseres slik at hverken de ansatte forstyrres eller pasientens konfidensialitet brytes.

Pauserom

Alle arbeidstakere skal ha tilgang til spiserom jmfør arbeidsplassforskriften § 3-5⁴⁷. På de fleste sykehus har ansatte normalt også tilgang til kantine, men der det ikke er mulig å forlate arbeidsplassen, eller kanten er stengt, skal det være tilgang til pauserom innenfor arbeidsstedet. Spiserom skal om mulig ha dagslys og utsyn jmfør Arbeidsplassforskriftens §2-10 og §3-5. Dette er særdeles viktig for stråleterapi, som har begrenset tilgang til dagslys og utsyn.

Ansatte skal ha en sosial sone hvor de kan koble av, og pauserommet bør plasseres slik at pasienter og pårørende skjermes for latter og støy fra arealet. Pauserommet må være utstyrt med tekjøkken.

⁴⁷ <https://www.arbeidstilsynet.no/regelverk/forskrifter/arbeidsplassforskriften/3/3-5/>

Administrativt, fagansvarlig og merkantilt personale

Administrasjon og ledelse av stråleterapienheter krever tilstedeværelse, og kontorer må ligge i avdelingen. Ledere bør ha individuelle kontorer.

Flere ansatte har behov for fast kontorplass sentralt i enheten, blant annet fysikere, ledende stråleterapeuter og ansatte som tar videreutdanning, forsker eller har fagoppgaver. Ved fastsettelse av kontorbehov må man ta høyde for dette i tillegg til en viss økning over tid. Det anbefales å etablere fleksible kontorer med minimum 12 m² og tilrettelegging for to arbeidsplasser.

Helsesekretærer/sekretærer bemanner resepsjoner og ekspedisjoner og det må tilrettelegges for gode arbeidsplasser i dette området.

4.6 Generelle krav til arealene

Universell utforming

Ved etablering av en stråleterapiavdeling forutsettes valg av løsninger som tilfredsstillende krav om universell utforming^{48, 49}. Universell utforming betyr at de fysiske forholdene, inkludert informasjons- og kommunikasjonsteknologi (IKT)⁵⁰, kan benyttes av flest mulig, uavhengig av funksjonsnivå.

Smittevern

Sykehus er pålagt å forebygge og hindre smitte både for pasienter og ansatte⁵¹. Ved stråleterapienheter oppholder det seg mange som kan bringe med smitte inn i sykehuset, og eller ha nedsatt immunforsvar. Ved planlegging av arealene bør smittevernkompetanse involveres tidlig. Det vises til Sykehusbygg HF sin Byggveileder smittevern⁵² for utdypende informasjon.

Covidpandemien har vist at romslige venteeareal er viktig, da stråleterapibehandling skal opprettholdes under pandemi.

HMS i stråleterapienheten

Strålebehandling er underlagt lovpålagte krav, både for pasientbehandling og beskyttelse av personell. Innredning av stråleterapienheter bør legges til rette for å sikre at ansatte ikke blir utsatt for helseskadelige fysiske eller psykiske belastninger. Enheten må tilrettelegges for forebygging av ergonomiske belastninger.

⁴⁸ [Lov om likestilling og forbud mot diskriminering \(likestillings- og diskrimineringsloven\) - Lovdata](#)

⁴⁹ <https://www.dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17>

⁵⁰ [Forskrift om universell utforming av informasjons- og kommunikasjonsteknologiske \(IKT\)-løsninger - Lovdata](#)

⁵¹ [Lov om vern mot smittsomme sykdommer \[smittevernloven\] - Lovdata](#)

⁵² <https://www.sykehusbygg.no/4949f1/siteassets/documents/veiledere/byggveileder-for-smittevern-med-vedlegg.pdf>

Alarmer og annet sikkerhetsutstyr i enheten bør planlegges i forprosjektfase og må være i samsvar med nasjonale retningslinjer, lovverk og forskrifter.

Funksjonskrav til inneklime i form av romtemperatur, luftfuktighet osv., er beskrevet i gjeldende TEK⁵³, krav fra Arbeidstilsynet, og mer detaljert i Standardromkatalogen⁵⁴. I tillegg er det krav til utskifting av luft i behandlingsrommet grunnet ionisert luft.

Veifinning og skilting – fremkommelighet

Evalueringer av ulike funksjoner i sykehus, viser at veifinning bør være lett og intuitiv å forstå, med tydelig skilting og siktlinjer. Dette gjelder både for utearealer og inne i sykehuset. Veifinning skal tilfredsstillende krav til universell utforming, det vil si gi orienteringsmulighet for personer med nedsatt bevegelighet, syns- og orienteringshemning og hørselshemning.

Det er flere måter å få til god veifinning:

- Ved å aktivt bruke byggets arkitektur, med plasseringen av korridorer, heiser og trapper
- Gjennomlys og gode lysforhold samt visuelle elementer kan bidra til orientering og veifinning
- Kunstnerisk utsmykning kan tilføre omgivelsene orienteringspunkter
- Bruk av farger og materialer på vegger og gulv
- Benevnelse på avdelinger bør være lik på skilt og i innkallingsbrev
- Skilt bør være plassert godt synlig med et lett forståelig språk. Grafiske tegn eller figurer som underbygger teksten er en god løsning, som ikke krever språkforståelse. Fargevalg på tekst og bakgrunn har betydning for lesbarhet. Skilting kan med fordel gjøres digitalt.

Helsefremmende design

Helsefremmende design må inkluderes i planleggingen av stråleterapienheten. Temaer å jobbe med for å oppnå helsefremmende design kan være:

- Dagslys og utsyn – gjerne til grønne områder
- Farger, materialer og kunst som virker beroligende
- Lyd- og akustikkdemping som skaper en behagelig atmosfære
- Skjermede soner som kan gi følelse av privatliv
- Organisk layout uten harde linjer og sterile korridorer
- Digitale visualiseringsløsninger i rom uten vindu

Utforming av venteareal med stort volum kan være utfordrende. På Mayoklinikken i Minnesota har de benyttet naturlige materialer og gjennomgående fargevalg i venteområdet, se Figur 60.

⁵³ <https://www.dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17>

⁵⁴ <https://www.sykehusbygg.no/kunnskapsdeling/verktoy>



Figur 60: Eksempel på utforming ved bruk av naturmaterialer og farger, Mayo Clinic, Proton Beam Therapy Facility, Rochester, Minnesota, USA

Fargevalg er viktig. - Tilbakemeldinger indikerer at fargen gul kan være ufordelaktig for pasienter som opplever bivirkninger som kvalme.

For å gi en god pasientopplevelse i behandlingsrommet, kan taket dekoreres med bilder, digitale løsninger, lysinstallasjoner eller tilsvarende. Se eksempel i Figur 61.



Figur 61: Eksempel på bildeinstallasjon. Kilde: Knauf Ceiling Solutions

Hemsley Cancer Center, Jerusalem, Israel

Stråleterapisenteret ved Hemsley Cancer Center, er under bygging. Tomten er liten og det er jobbet ut fra et konsept om «Space as a non-invasive therapeutic treatment». Bygget er sentrert om små gårdshager på hver etasje som gir dagslys og utsyn til arealene.



4.7 Pasientrelaterte støttefunksjoner

I følgende omtales støttefunksjoner som kan etableres i forbindelse med oppfølging av kreftpasienter for å gi helhetlig kreftomsorg. I moderne kreftbehandling har man anerkjent behovet for å tilby helhetlig omsorg til kreftpasienter, og dette har ført til etableringen av spesialiserte områder som Pusterom og Vardesenter. Disse stedene fungerer som støttende arenaer, hvor pasienter og pårørende kan være aktive, finne ro, informasjon og fellesskap under og etter behandling.

Pusterom

Pusterom er treningstilbud som har som mål å få fysisk aktivitet inn som en del av kreftbehandlingen, men også få et pusterom fra en vanskelig hverdag. På Pusterommene får kreftpasientene kyndig treningsveiledning av fagpersoner, i et sosialt og trivelig miljø, under og etter behandling. Det er også en møteplass og sosial arena for pasienter i samme situasjon. Pusterom etableres på sykehus i regi av stiftelsen Aktiv mot kreft. Stiftelsen gir også sykehuset midler til drift de første tre årene, mot en garanti for at sykehuset viderefører driften fra år 4.

Vardesenter

Vardesenteret er et mestringssenter for alle som er rammet av kreft - for nåværende eller tidligere kreftpasienter, pårørende og etterlatte. Senteret er et møtested hvor pasienter og pårørende kan møte andre i samme situasjon, delta på kurs, få støtte og veiledning i ulike aspekter av kreftforløp. Her er det fokus på kosthold og ernæring, fysisk aktivitet, psykososial støtte og pasientopplæring, rehabilitering og mestring. På Vardesenteret møter kreftammede

andre kreftrammede, frivillige, likepersoner og fagpersoner. Det legges vekt på å skape et inkluderende fellesskap og bidra til et helhetlig pasientforløp. Vardesenteret er et samarbeid mellom Kreftforeningen og det enkelte helseforetak.

Frivillig arbeid

Ved mange sykehus drives ulike former for frivillig arbeid. Ved enkelte stråleterapienheter har organisasjoner tilbudt matservering i nærheten av stråleterapienheter. Dersom dette er tilfelle ved etablering av en stråleterapienhet, må det settes av areal til dette.

Maggie's

I England har de også oppfølging av kreftpasienter i form av Maggiesentre. Maggies er en veldedig stiftelse som etablerer og drifter omsorgssentre for kreftrammede og deres pårørende i Skottland, England og Hongkong – noe tilsvarende Vardesentre. Sentrene er plassert utenfor sykehusområdene, gjerne i tilknytning til natur for å benytte dette til en rolig ramme rundt sentrene. Bilder fra Maggiesenteret i utkanten av Liverpool vises i Figur 62.



Figur 62: Bilde fra kjøkken og samtalerom ved The Steve Morgan Foundation Building, The Clatterbridge Cancer Centre, Liverpool. Foto: Sykehusbygg HF

5 Utstyr

I prosjektets tidlige faser⁵⁵ vil opplysninger om utstyr være på et overordnet nivå. I forprosjekt og detaljprosjekt, før anskaffelse, vil utstørsbehovet detaljeres. Tilnærmingen må sikre at bygningsmessige forutsetninger ikke blir konkurransebegrensende forhold til forestående anskaffelser. Det er viktig å innhente informasjon og installasjonsforutsetninger fra flere systemer og leverandører for eksempel via en dialogkonferanse forut for anskaffelsesperioden.

Medisinsk utstyr og krav til dette er stadig i endring, se Kapittel 2.8, og ut ifra prosjektets tidsperspektiv bør mulighet for teknologisk utvikling og endringer ivaretas i

⁵⁵ <https://www.sykehusbygg.no/siteassets/documents/Veiledere/Veileder-for-tidligfasen-i-sykehusbyggprosjekter.pdf>

prosjektutviklingen. Stråleterapiutstyret krever avansert teknisk infrastruktur, inkludert elektrisk kraft, vannkjølingssystemer, datanettverk, og så videre.

5.1 Bildebaserte modaliteter til doseplan

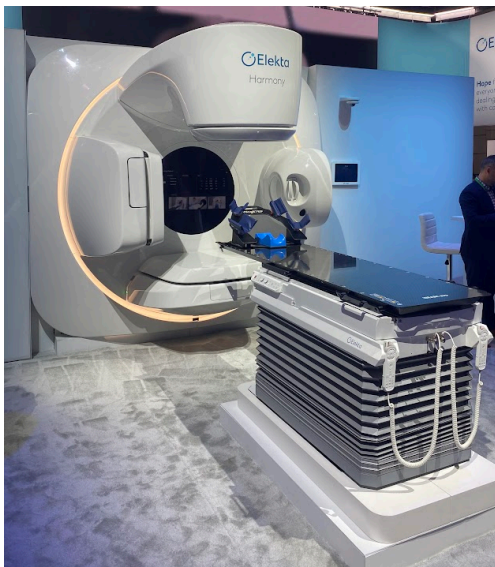
Doseplanlegging for stråleterapi er første ledd i behandlingsprosessen, der nøyaktige stråledoser blir planlagt for å maksimere ødeleggelse av kreftsvulsten og minimere skade på friskt vev. CT, MR og PET er bildebaserte modaliteter som brukes til å skaffe viktig informasjon om kreftsvulstens størrelse, form, og plassering, og benyttes i doseplanleggingen for å oppnå en tilpasset behandling for hver pasient.

CT, MR og PET-CT/PET-MR avdekker kreftsvulstene på ulike måter:

- CT-skanning gir detaljerte tverrsnittsbilder av pasientens kropp og kreftsvulst
- MR-skanninger gir detaljerte bilder av bløtvev, og er spesielt nyttig for å se på tumorer nær sensitive områder som hjerne, ryggmarg og bekken
- PET-CT/PET-MR bilder gir informasjon om svulstens utbredelse og aktivitetsnivå

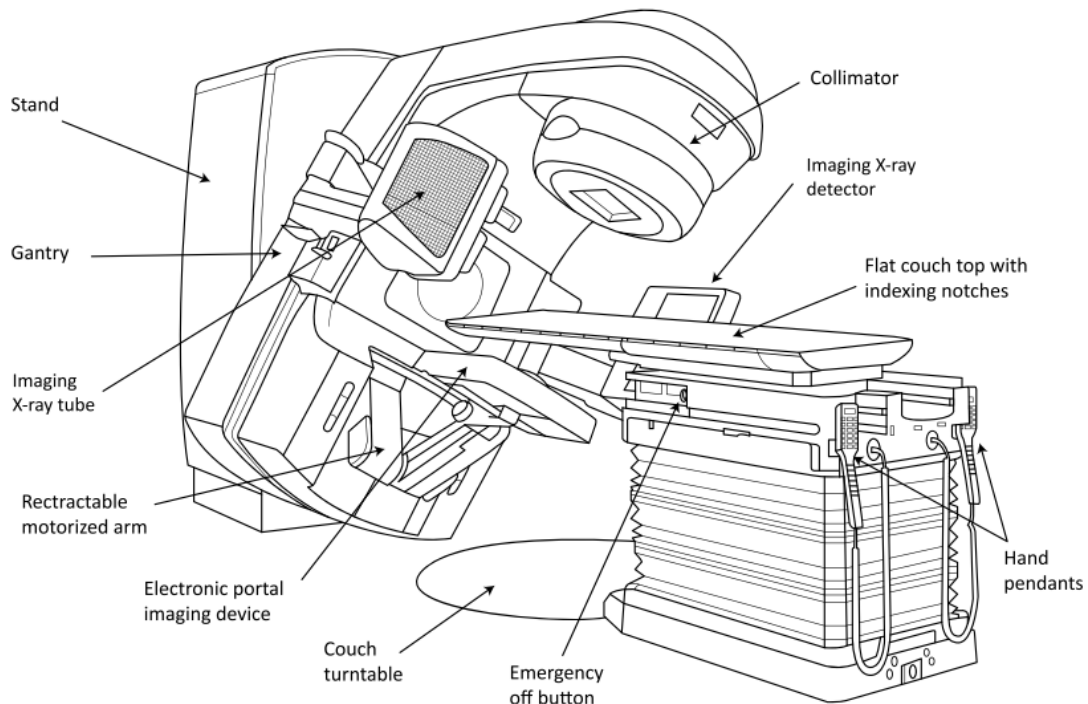
5.2 Lineærakselerator (linak)

Linak benyttes til strålebehandling av pasientene. Dette er avansert og tungt medisinsk utstyr, som produserer høyenergetiske stråler. Figur 63 viser linak fra to leverandører presentert på ASTRO 2022.



Figur 63: Bildet til venstre Linak Harmony fra Elekta AB. Bildet til høyre: Linak True Beam fra Varian a Siemens Healthiners Company ASTRO 2022. Foto Sykehusbygg HF

Konvensjonelle linaker er arealkrevende og en stor del av maskinen (gantry, se Figur 64) roterer rundt sin egen akse. De fleste maskinene som er i bruk i dag krever et teknisk rom i bakkant (stand, se Figur 64), og/eller et eget rom der kontrollenhet for utstyret, PC-er med mer er plassert. Behandlingsbordet kan også roteres (couch turnable, se Figur 64) og dette må hensyntas i planleggingen av rommet.



Figur 64: Prinsippskisse av en konvensjonell linak. Kilde: Who.int⁵⁶

Stråleproduksjonen i en linaken skjer ved hjelp av en elektronkanon som produserer en stor mengde elektroner. Disse akselereres gjennom elektriske felt til svært høy energi. Elektronstrålen treffer så et «target» (metall i strålebanen) og fotonstråler dannes. Strålefeltet formes for hvert behandlingsfelt ved hjelp av en kollimator før strålen går ut av maskinen (se Figur 64).

Linaken har innebygd conebeam CT som benyttes til pasientinnstilling og kontroll. Før hver behandling tas et feltkontrollbilde som brukes til å verifisere pasientens anatomi i behandlingsposisjon. Dette sammenlignes med den opprinnelige planleggings-CT⁵⁷. Når posisjonering er verifisert starter behandlingen og gantryet på linaken roterer rundt pasienten som bestråles fra ulike behandlingsvinkler. Linaken har avanserte kontroll- og sikkerhetssystemer for å påse nøyaktig levering av strålene, og de overvåkes nøye av stråleterapeutene.

Noen leverandører kan levere linaker som ikke trenger teknisk rom i bakkant i tillegg til at bordene ikke skal roteres, se Figur 65. Dette gir mindre arealbehov på behandlingsrommet, men gir en økt investeringskostnad for utstyret.

⁵⁶ <https://www.who.int/publications/i/item/9789240019980>

⁵⁷ [Adaptiv stråleterapi | OnkoNytt](#)



Figur 65: Eksempel på linak uten teknisk rom, St. Augustinus Gelsenkirchen GmbH. Foto: sektor 3 arkitekten

Det er viktig ved planlegging av behandlingsrommet at man tar hensyn til alle leverandørene og de ulike maskinene som er på markedet. Utviklingstrender innen stråleterapiutstyr er beskrevet tidligere i Kapittel 2.8. Det anbefales at det prosjekteringsfasen innhenter kravspesifikasjonene til de ulike behandlingsmaskinene, slik at rommets dimensjoner ikke utelukker framtidig utvikling og utskiftning. Elekta AB's MR-linak nevnes spesifikt, siden denne krever en 1 m dyp grube i gulvet under selve behandlingsmaskinen.

Utskiftning av linak skjer etter ca. 10 -15 års drift og må hensyntas i planleggingen av prosjektet. Inn- og uttransport av tungt og volumkrevende utstyr skal ikke forstyrre annen drift og transportvei må kartlegges allerede i detaljprosjektering. Fra et utstyr tas ut av drift til et nytt er klart til pasientbehandling, tar det ca. 6 måneder. Derfor er mange stråleterapienter utstyrt med et tomt behandlingsrom, for å unngå nedetid i pasientbehandling.

Skjermer inne på behandlingsrom

Inne på behandlingsrommet monteres skjermer som viser behandlingsinformasjon som er nødvendig for stråleterapeutene. Disse monteres på vegg eller i tak, se Figur 66.

Informasjonsskjermene er duplisert i rommet og montert på hver side av behandlingsmaskinen.



Figur 66: Skjermer på den ene siden av behandlingsrommet. Foto: Sykehusbygg HF.

Enkelte behandlinger er pustestyrte – det vil si at strålingen bare er aktiv når pasienten holder pusten. Pustestyrte behandling krever utstyr som monteres i tak/vegg. Her er det viktig å ha en nøyaktig takplan så ikke utstyret kommer i konflikt med for eksempel ventilasjon.

Posisjonslasere

For å sikre en nøyaktig posisjon av pasient ved hver behandling, brukes posisjonslasere under planlegging og administrering av stråleterapi. Det er strenge krav til installasjon av disse laserne, og informasjon finnes i leverandørens spesifikasjoner. Dette gjelder også på CT-doseplan og fikseringsrom. Laserne må festes på stabil vegg (som oftest betongvegg) gulv eller tak, se Figur 66. Nyere maskiner kan ha disse laserne innebygd.

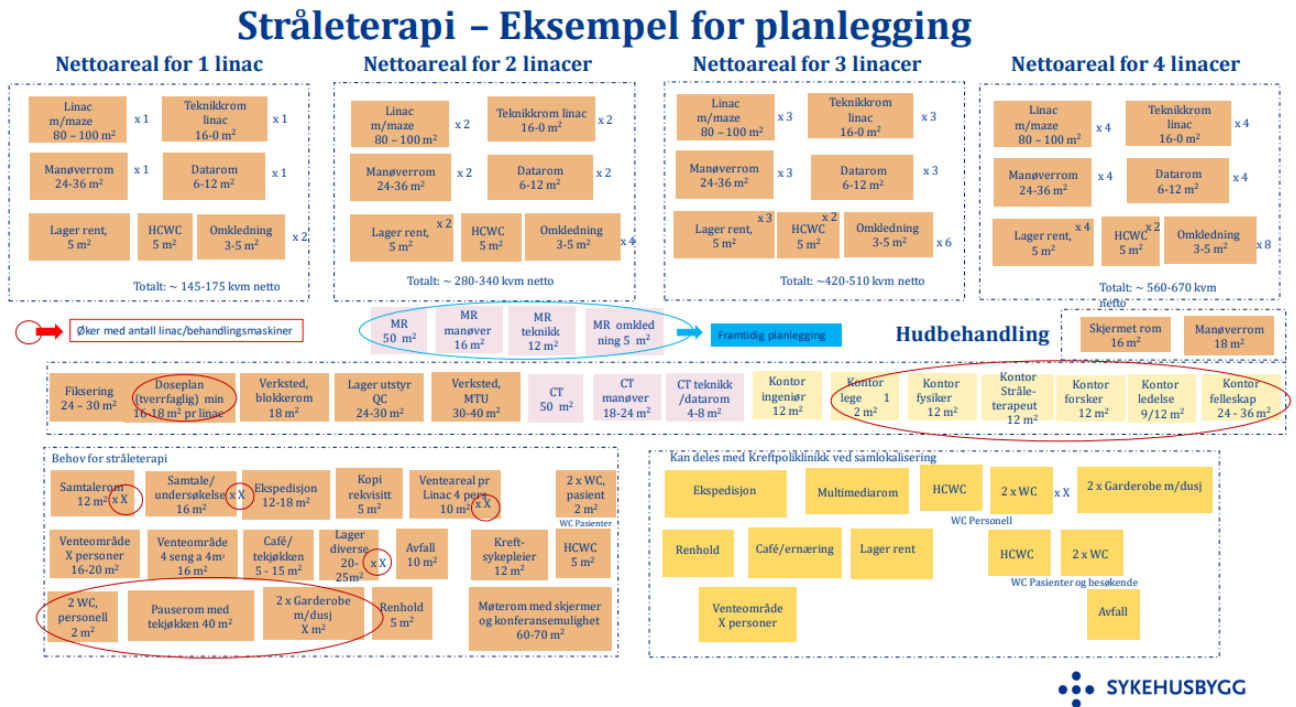
IKT-systemer

Gjennom utvikling av en virksomhetsarkitektur for stråleterapi, vil behovet for systemstøtte kartlegges, samt hvilke integrasjoner som kreves i denne sammenheng. Denne type systemløsning anskaffes normalt som en del av utstyret, med behov for integrasjoner mot sykehusets andre IKT-systemer. Her bør det være tett dialog mellom prosjektet, lokal IKT-tjeneste på sykehuset og helseforetakenes IKT-leverandør.

Arbeid med virksomhetsarkitektur for stråleterapi må starte opp i god tid før utstyrs- og systemanskaffelsen.

6 Anbefalt areal for stråleterapienheter

Sykehusbygg HF har ut fra tilbakemeldinger, erfaringer og sammenlikninger av ulike stråleterapisentre, samt gjennomgang av forskrifter, veiledere og internasjonale retningslinjer, utarbeidet en anbefalt arealplan med henholdsvis 1 til 4 linaker. Et eksempel for tidlig planlegging vises i Figur 67.



Figur 67: Eksempel som benyttes til planlegging av rom og areal for stråleterapi med ulikt antall linaker. Kilde: Sykehusbygg HF

I arbeidet med kunnskapsgrunnlaget har Sykehusbygg HF utarbeidet anbefalt areal til sentre med 3 og 4 linaker. Her er ikke teknisk areal og korridorer medtatt. I tillegg må man se på adkomst og garderobefasiliteter for de ansatte opp mot tilkobling til eksisterende sykehus. Se etterfølgende tabeller.

For mange av rommene er det anbefalt en minimums- og maksimumsstørrelse. Valg av størrelse på de enkelte rom avhenger av størrelse, layout og geometri på enheten. Hovedpoenget er at funksjon på rommene skal ivaretas ut fra hvor mange og hvordan det jobbes i de ulike rommene. Se kapittel 4 for beskrivelse av de enkelte rom og kapittel 6.1 for prinsippsskisse av behandlingsområdet.

Det er viktig å merke seg at anbefalingen fra Sykehusbygg HF må sees opp mot bemanning av stråleterapienheter. Antall arbeidsplasser må korrespondere med antall ansatte og driftsmodell (dagskift/kveldsskift osv.).

Tabell 5: Forslag til areal for stråleterapienhet med 3 linaker – soneinndelt som beskrevet i kapittel 3.5

Stråleterapi med 3 linaker

Rom	Kommentar	Antall	Minimum størrelse		Maksimum størrelse	
			NTA	Total NTA	NTA	Total NTA
Stråleterapirommet	Inklusiv teknisk rom på 16 m2	3	80	240	100	300
Adkomst stråleterapi	Maze	3	20	60	0	0
Manøverrom	Vegg i vegg til strålebehandlingsrommet	3	30	90	36	108
Datarom	Nær manøverrommet	3	6	18	12	36
Lagerrom	Nær stråleterapirommet	3	5	15	10	30
HCWC	I ventesone nær stråleterapirommet	1	5	5	5	5
WC pasient	I ventesone nær stråleterapirommet	2	2	4	2	4
Omkleddning	Tilgang fra ytre og indre korridor	6	2	12	3	18
UB-rom m/benk	Fra Standardromkatalogen	2	16	32	16	32
UB-rom u/benk	Fra Standardromkatalogen	1	12	12	12	12
Ventesone linac	Plasseres hvor personale har oversikt	3	10	30	10	30
Sengisje/sluse	Plasseres hvor personale har oversikt	3	2	6	4	12
Hud skjermet rom	Legges til om det er aktuelt	1	16	16	16	16
Hud manøverrom	Legges til om det er aktuelt	1	18	18	18	18
Verksted MTU/ A	Nær strålebehandlingsrommet	1	35	35	45	45
Lager	Nært verksted MTU	1	18	18	24	24
Kontor ingeniører	Ikke nær pasientsone	1	12	18	18	18
CT	Nær ekspedisjon og venteareal	1	50	50	50	50
CT manøverrom	Vegg i vegg til CT	1	18	18	18	18
CT venterom seng	Plasseres hvor personale har oversikt	1	2	2	4	4
CT venteplass stol	Plasseres hvor personale har oversikt	1	5	5	10	10
WC/HCWC pasient (CT)	Adkomst fra CT-rommet	1	5	5	5	5
Omkleddning CT	Adkomst fra CT-rommet	1	3	3	3	3
CT teknikk	Ligger i bakkant av CT-rommet	1	4	4	8	8
CT datarom	Nært manøverrommet	1	4	4	0	0
Fikseringsrom	Nært CT-rommet	1	24	24	30	30
Fiksering lager	Nært CT og fikseringsrommet	1	10	10	10	10
Støperom stråleterapi	Nær fiksering	1	18	18	18	18
Lager QC	Nært støperom	1	20	20	20	20
UB-rom m/benk	Fra Standardromkatalogen	1	16	16	16	16
UB-rom u/benk	Fra Standardromkatalogen	1	12	12	12	12
Ekspedisjon		1	12	12	12	12
Stillerom	Arbeidsplass bak ekspedisjon	1	6	6	6	6
WC pasient		2	2	4	2	4
HCWC pasient		1	5	5	5	5
Venteområde		1	16	16	20	20
Venteområde seng		1	0	0	4	4
Cafe		1	5	5	15	15
Kreftsykepleier	Fra Standardromkatalogen	1	16	16	16	16
Kreftsykepleier	Fra Standardromkatalogen	1	12	12	12	12
Avfall		1	6	6	10	10
Renhold		1	5	5	5	5
Doseplan	Ligge nært kontorer for fysikere og leger	1	48	48	60	60
Datarom doseplan	Nær doseplanrommet	1	6	6	9	9
Kontor lege		2	12	24	12	24
Kontor fysiker		2	12	24	12	24
Kontor stråleterapeut		1	12	12	12	12
Kontor forsker		1	9	9	9	9
Kontor ledelse avdeling		1	9	9	9	9
Kontor ledelse seksjon		1	0	0	9	9
Kontor tverrfaglig lege		1	24	24	36	36
Telefonkons		1	4	4	6	6
Stort kontor m 2 skjermer		1	9	9	12	12
Lager diverse		1	20	20	25	25
WC ansatte		6	2	12	2	12
Pauserom	Tilpasset størrelse for antall ansatte	1	50	50	60	60
Videokonferanse	Nærhet/ lett tilgang til doseplan	1	50	50	60	60

Kopi /rekvisitt		1	5	5	5	5
				1213		1393

Tabell 6: Forslag til areal for stråleterapienhet med 4 linaker – soneinndelt som beskrevet i kapittel 3.5

Stråleterapi med 4 linaker

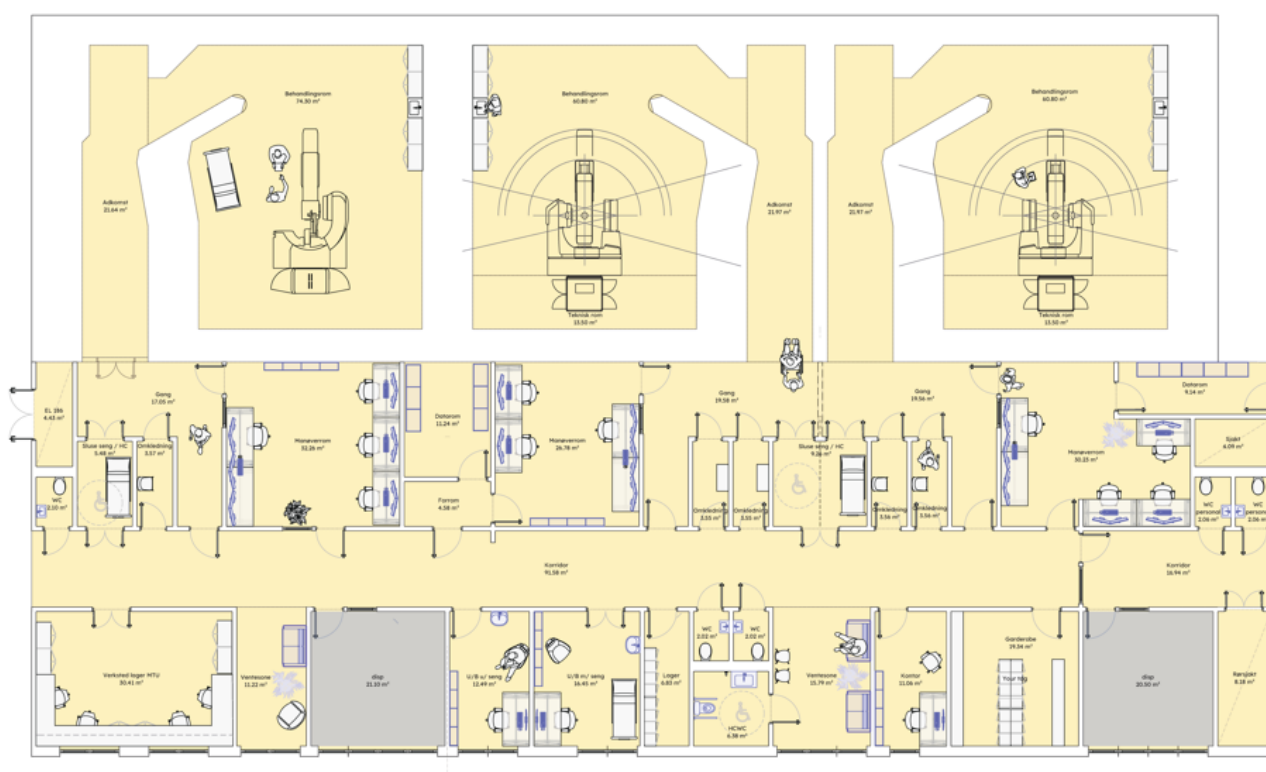
Rom	Kommentar	Antall	Minimum størrelse		Maksimum størrelse	
			NTA	Total NTA	NTA	Total NTA
Stråleterapirommet	Inklusiv teknisk rom på 16 m2	4	80	320	100	400
Adkomst stråleterapi	Maze	4	20	80	0	0
Manøverrom	Vegg i vegg til strålebehandlingsrommet	4	30	120	36	144
Datarom	Nær manøverrommet	4	6	24	12	48
Lagerrom	Nær stråleterapirommet	4	5	20	10	40
HCWC	I ventesone nær stråleterapirommet	1	5	5	5	5
WC pasient	I ventesone nær stråleterapirommet	2	2	4	2	4
Omkledning	Tilgang fra ytre og indre korridor	8	2	16	3	24
UB-rom m/benk	Fra Standardromkatalogen	2	16	32	16	32
UB-rom u/benk	Fra Standardromkatalogen	1	12	12	12	12
Ventesone linac	Plasseres hvor personale har oversikt	4	10	40	10	40
Sengisje/sluse	Plasseres hvor personale har oversikt	4	2	8	4	16
Hud skjermet rom	Legges til om det er aktuelt	1	16	16	16	16
Hud manøverrom	Legges til om det er aktuelt	1	18	18	18	18
Verksted MTU/ A	Nær strålebehandlingsrommet	1	35	35	50	50
Lager	Nært verksted MTU	1	18	18	24	24
Kontor ingeniører	Ikke nær pasientsone	1	12	18	18	18
CT	Nær ekspedisjon og venteareal	1	50	50	50	50
CT manøverrom	Vegg i vegg til CT	1	18	18	18	18
CT venterom seng	Plasseres hvor personale har oversikt	1	2	2	4	4
CT venteplass stol	Plasseres hvor personale har oversikt	1	5	5	10	10
WC/HCWC pasient (CT)	Adkomst fra CT-rommet	1	5	5	5	5
Omkledning CT	Adkomst fra CT-rommet	1	3	3	3	3
CT teknikk	Ligger i bakkant av CT-rommet	1	4	4	8	8
CT datarom	Nært manøverrommet	1	4	4	0	0
Fikseringsrom	Nært CT-rommet	1	24	24	30	30
Fiksering lager	Nært CT og fikseringsrommet	1	10	10	10	10
Støperom stråleterapi	Nær fiksering	1	18	18	18	18
Lager QC	Nært støperom	1	20	20	20	20
UB-rom m/benk	Fra Standardromkatalogen	1	16	16	16	16
UB-rom u/benk	Fra Standardromkatalogen	1	12	12	12	12
Ekspedisjon		1	12	12	12	12
Stillerom	Arbeidsplass bak ekspedisjon	1	6	6	6	6
WC pasient		2	2	4	2	4
HCWC pasient		1	5	5	5	5
Venteområde		1	16	16	20	20
Venteområde seng		1	0	0	4	4
Cafe		1	5	5	15	15
Kreftsykepleier	Fra Standardromkatalogen	1	16	16	16	16
Kreftsykepleier	Fra Standardromkatalogen	2	12	24	12	24
Avfall		1	6	6	6	6
Renhold		1	5	5	5	5
Doseplan	Ligge nært kontorer for fysikere og leger	1	64	64	72	72
Datarom doseplan	Nær doseplanrommet	1	6	6	9	9
Kontor lege		2	12	24	12	24
Kontor fysiker		2	12	24	12	24
Kontor stråleterapeut		1	12	12	12	12
Kontor forsker		1	9	9	9	9
Kontor ledelse avdeling		1	9	9	9	9
Kontor ledelse seksjon		1	0	0	9	9
Kontor tverrfaglig lege		1	24	24	36	36
Telefonkons		1	4	4	6	6
Stort kontor m 2 skjermer		1	9	9	12	12
Lager diverse		1	20	20	25	25
WC ansatte		6	2	12	2	12
Pauserom	Tilpasset størrelse for antall ansatte	1	60	60	70	70
Videokonferanse	Nærhet/ lett tilgang til doseplan	1	60	60	70	70

Kopi /rekvisitt		1	5	5	5	5
				1418		1616

6.1 Prinsippkisse strålebehandlingsareal

I forbindelse med utarbeidelse av kunnskapsgrunnlaget har Sykehusbygg HF vært på omvisning og fått tilbakemeldinger fra mange av stråleterapisentrene i Norge. Det er også sett på ulike internasjonale sentre samt studier og litteratur om den fysiske utformingen. Vi har særlig vært interessert i faktorer som de ansatte erfarer for god og effektiv arbeidsflyt. Basert på dette er det utarbeidet en prinsippkisse for plassering av rommene i selve strålebehandlingsarealet. Utformingen skal ivareta:

- Plassering av manøverrommene nær strålebehandlingsrommene
- Manøverrommet skal være utformet med tanke på å skjerme pasientsensitiv informasjon
- Enkel tilgang for flere faggrupper inn til manøverrommet uten å krysse pasientsonen
- Omkleddningsrom med adkomst både fra ytre og indre korridor for skjerming av pasienter
- God adkomst for pasienter i seng
- Adkomst og tilgang for utskifting av stort utstyr inn til behandlingsrommene
- Undersøkelles- og samtalerom plassert nært strålebehandlingsrommene for å ivareta effektiv flyt i avdelingen



Figur 68: Prinsippkisse utarbeidet av Sykehusbygg HF og Nordic Office of Architecture

6.2 Nærhetsbehov og spesielle krav til essensielle rom ved stråleterapienheten

I Tabellen under vises utvalgte rom som er spesielle for en stråleterapienhet. Her skisseres oppsummering av nærhetsbehov til det enkelte rom og spesielle krav knyttet til rommet. For oppdatert og ytterligere informasjon om funksjons- og teknisk krav til disse samt øvrige rom i enheten henvises til Standardromkatalogen⁵⁸.

Tabell 7: Nærhetsbehov og spesielle krav for essensielle rom i stråleterapienheten

Type rom	Nærhetsbehov	Spesielle krav
Strålebehandlingsrom	Manøverrom Omkledningsrom Teknisk rom behandlingsmaskin Doseplan	Rommet må stråleskjermes Stort og tungt komplekst utstyr installeres Særskilte krav til ventilasjon og kjøling God plass med lukket oppbevaring God gulvplass tilpasset sengepasienter Mye tak- og/eller vegghegt utstyr (skjermer, pasientløfte, kamera, lasere, osv.) Vask
Manøverrom	Se over	Fast arbeidsplass for 4 - 6 personer i samtidighet Ekstra store/mange skjermer til behandlingsapparatet PC-arbeidsplass til 2 Inndeling i soner Tilpasset ventilasjon Gode lysforhold Mulighet for solavskjerming Ivareta konfidensialitet til øvrige lokaler Unngå PC og varmeavgivende utstyr i rommet, se Teknisk rom manøverrom Vask
Teknisk rom behandlingsmaskin	Behandlingsrom Toalett	Teknikk og utstyr til behandlingsmaskin Ventilasjon og kjøling tilpasset utstyret som skal inn Gulvplass til å ivareta HMS for serviceingeniør
Teknisk rom manøverrom	Manøverrom	PC-er til manøverrom Eventuelt modulator til behandlingsmaskin Tilpasset ventilasjon til mye teknisk og varmeavgivende utstyr Støyende utstyr (obs dør og veggkonstruksjon)
Omkledningsrom	Behandlingsrom	Inngangsdør fra ventesone Utgangsdør ut mot behandlingssone Låsbare dører Knagger/hyller til oppbevaring Låsbartskap for verdisaker Plass til gående pasienter Ett rom må være HC-tilpasset
CT	Inngang til avdeling Toalett	Stråleskjermert rom CT-maskin God ventilasjon

⁵⁸ <https://www.sykehusbygg.no/kunnskapsdeling/verktoy>

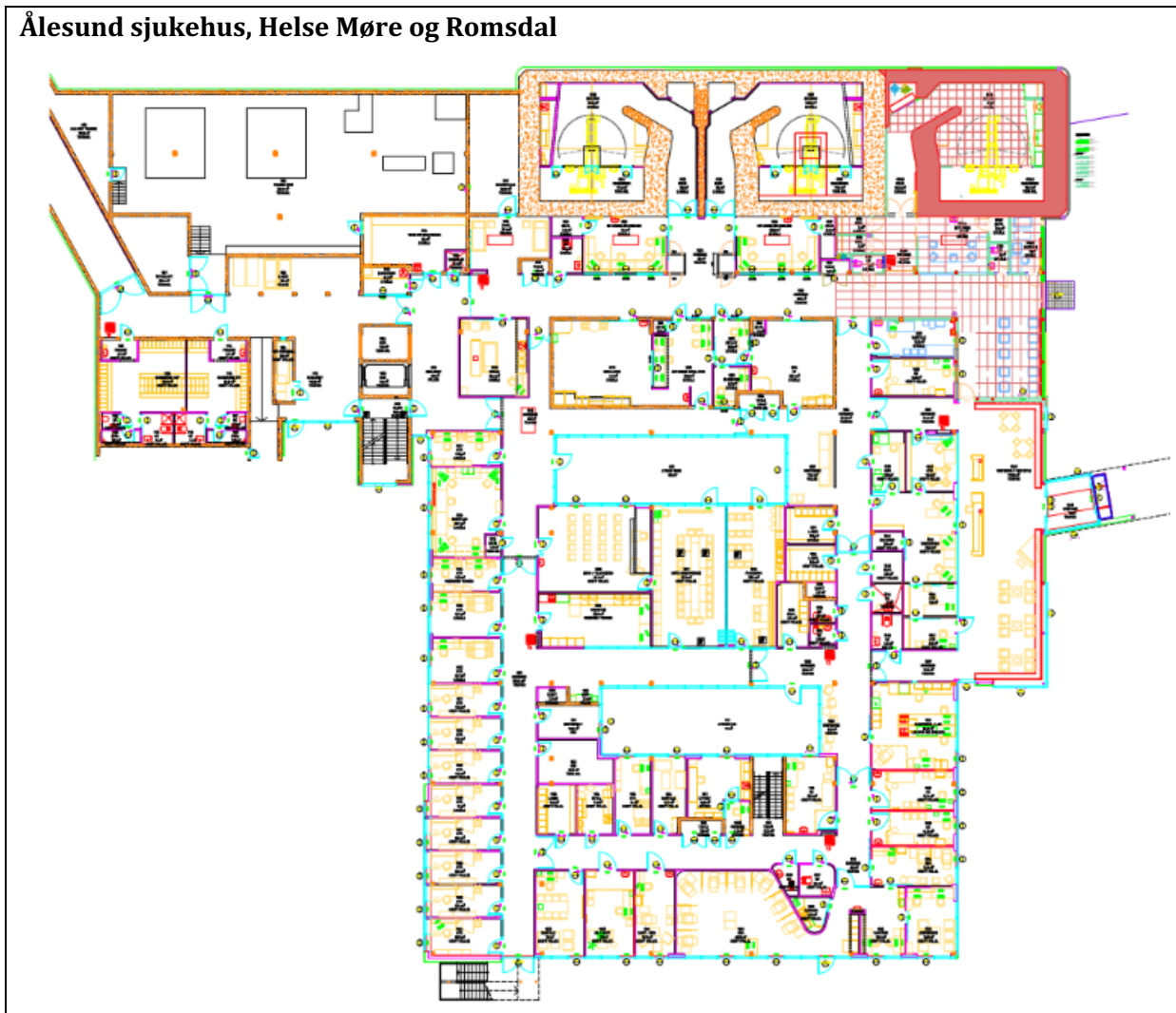
Type rom	Nærhetsbehov	Spesielle krav
		<p>God plass med lukket oppbevaring</p> <p>Mye benkeplass til fikseringsutstyr</p> <p>God gulvplass tilpasset sengepasienter</p> <p>Mye tak- og/eller vegghengt utstyr (skjermer, pasientløfter, kamera, lasere, osv.)</p> <p>Vask</p> <p>Mulighet for toalett i nærheten</p>
Fikseringsrom	CT	<p>Behandlingsbenk tilsvarende strålebehandlingsrommet</p> <p>God plass med lukket oppbevaring</p> <p>Mye benkeplass til fikseringsutstyr</p> <p>God gulvplass tilpasset sengepasienter</p> <p>Mye tak- og/eller vegghengt utstyr tilsvarende strålebehandlingsrommet (skjermer, pasientløfter, lasere, osv.)</p> <p>Vask</p>
Doseplan	Sentralt i ansattedel av avdeling Strålebehandlingsrom	<p>Faste arbeidsplasser for flere ansatte</p> <p>Store arbeidsbord tilpasset antall skjermer på hver arbeidsplass</p> <p>Ventilasjon tilpasset antall ansatte og skjermer</p> <p>Solavskjerming</p> <p>Soneinndeling</p> <p>God akustikk og støyreducerende tiltak</p>
Datarom doseplan	Doseplan	<p>PC-er og varme/støyavgivende utstyr tilknyttet doseplan</p> <p>Tilpasset ventilasjon til mye teknisk og varmeavgivende utstyr</p> <p>Behovet må sees i sammenheng med om det er tynne klienter eller arbeidsstasjoner med støy/varme</p> <p>Støyende utstyr (obs dør og veggkonstruksjon)</p>
Demonstrasjonsrom/ multimedierom	I tilknytning til avdeling	<p>Skjermer tilpasset diagnostisk informasjon og telemedisinske løsninger</p> <p>Størrelse og antall sitteplasser tilpasset stråleterapienheten</p> <p>Mulighet for å dempe belysningen</p> <p>Solavskjerming</p> <p>Videokonferanseutstyr</p> <p>Ventilasjon tilpasset rommet</p>
Verksted ingeniører	I avdeling med enkel adkomst til behandlingsmaskinene	<p>Punktavsug/avtrekksbenk</p> <p>Arbeidsbenker med mye el-uttak</p> <p>Oppbevaring</p> <p>Gulvplass til stort utstyr og traller</p> <p>Arbeidsplass med PC</p> <p>Terskelfri vei til strålebehandlingsmaskin</p> <p>Vask/utslagsvask</p>

Nytt Stavanger Universitetssykehus, SUS

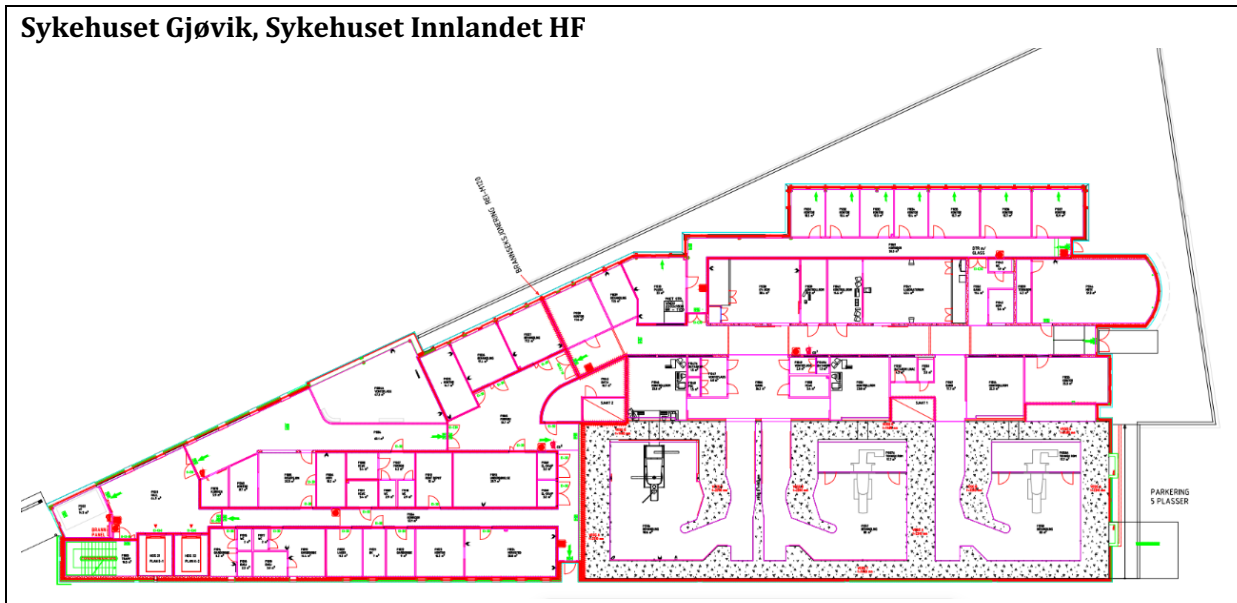


For denne løsningen måtte bor-dopede dører settes inn ved inngang maze for å redusere strålenivået ved inngangen til maze.

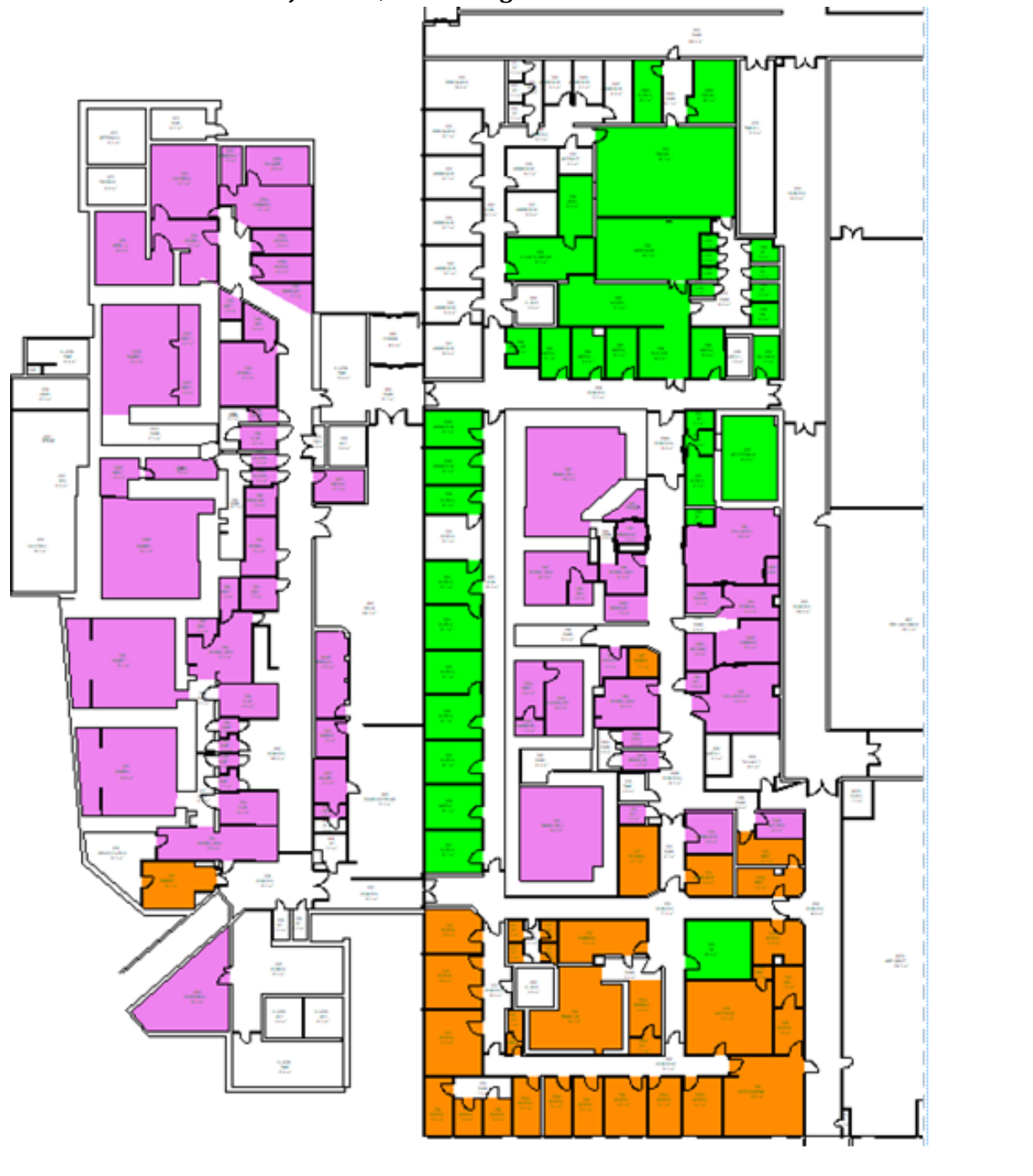
Ålesund sjukehus, Helse Møre og Romsdal



Sykehuset Gjøvik, Sykehuset Innlandet HF

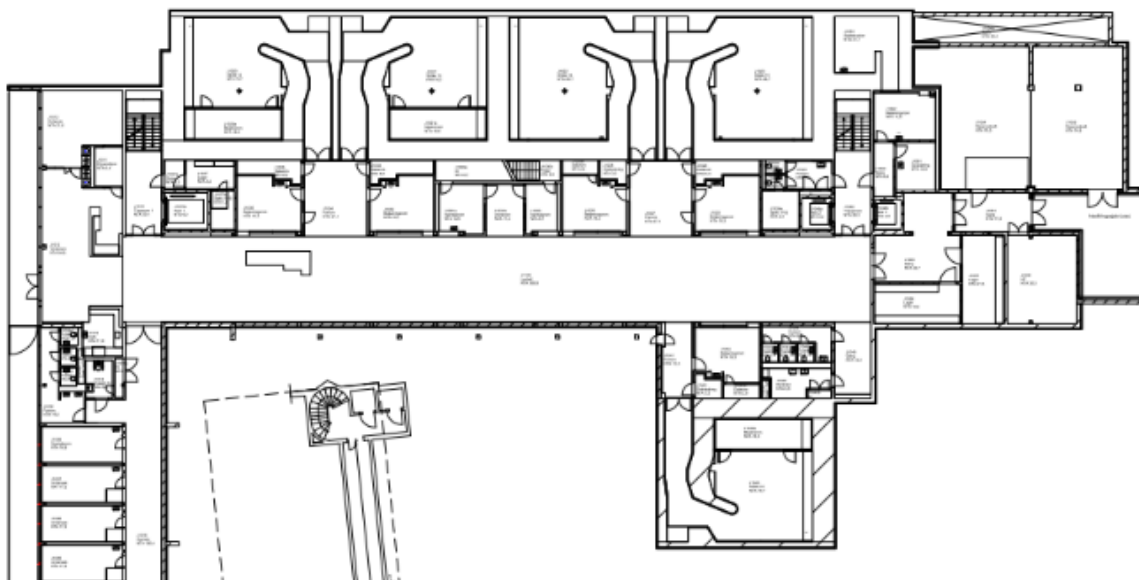


Haukeland Universitetssjukehus, Helse Bergen HF



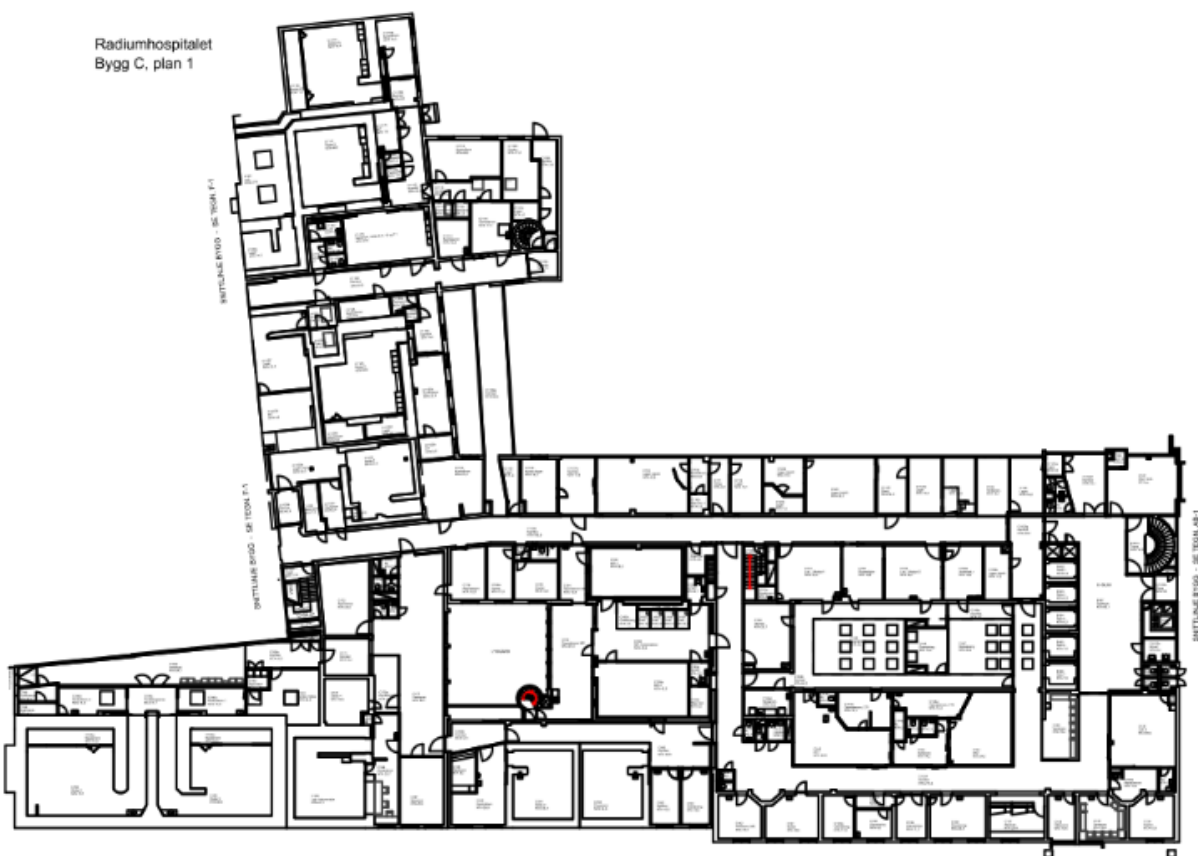
Radiumhospitalet, Oslo Universitetssykehus HF - Bygg J plan 1

Radiumhospitalet
Bygg J, plan 1



Bygg C, Plan 1

Radiumhospitalet
Bygg C, plan 1



Universitetssykehuset i Nord-Norge, UNN Tromsø



8. Organisering av prosjektet

Kunnskapsgrunnlag for planlegging av stråleterapi er utarbeidet av en intern arbeidsgruppe i Sykehusbygg HF. I prosessen har det vært tett samarbeid med fagpersoner tilknyttet fagfeltet, samt representanter fra brukerorganisasjoner, utstyrsleverandører og utdanningsinstitusjoner. Det er gjennomført befaringer ved ulike stråleterapiavdelinger, samt deltagelse på internasjonale konferanser.

Intern styringsgruppe i Sykehusbygg HF:

- Avdelingsjef Marte Lauvsnes
- Seksjonsleder Pål Ingdal
- Prosjektsjef samhandling Nina Kristiansen

Prosjektleder for kunnskapsgrunnlag stråleterapi:

- Fagansvarlig Kristin Ramberg

Prosjektdeltakere

- Sykehusplanlegger Birgitte E. Stoffel
- Sykehusplanlegger Mette Råstad Knudsen

Ekstern referansegruppe har bidratt med gjennomlesning, faglig innhold og anbefalinger. Faggruppen har bestått av medisinsk fysiker, stråleterapeut, onkolog med erfaring fra etablerte stråleterapienheter, brukerrepresentant fra Kreftforeningen og høgskolelektor ved stråleterapeututdanningen ved OsloMet. Kommunikasjon har skjedd via Teamsmøter og e-post.

Referansegruppen:

- Kjell Ivar Dybvik, sjeffysiker, Stavanger Universitetssykehus
- Sukhwinder Kaur Bains, Seksjonsleder Stråleterapi, Sykehuset i Telemark
- Monika Eidem, Onkolog, St. Olavs Hospital
- Ann Rita Halvorsen, Spesialrådgiver, Kreftforeningen
- Eric Sundquist, Høgskolelektor og Studiekoordinator Stråleterapi, Oslo Met