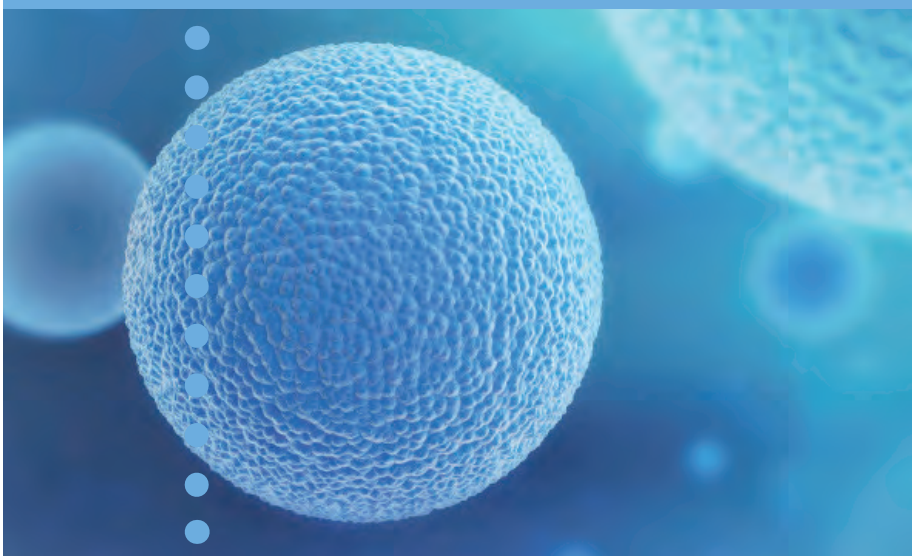


KONSEPTFASE – ETABLERING AV PROTONBEHANDLING

SLUTTRAPPORT



Etablering av protonanlegg

Konseptrapport

DOKUMENTNUMMER: 00-000000000-00-00-00

Prosjekt	Hovedfunksjon	Disiplin	Prosess	Dokumenttype	Løpenr.	Revisjon	Side

UTARBEIDET AV

Sykehusbygg HF		

DOKUMENTSTATUS

1.0		Utsendt SG for behandling	06.06.16		
2.0		Korrigert etter SG sin behandling	16.06.16		

BEHANDLINGSPROSEDYRE

Oversendt for behandling	Forventet dato for behandling	Instans	Dato for behandling
06.06.2016	13.06.2016	Styringsgruppen	
16.06.2016	Juni-juli 2016	Styrene til de fire regionale helseforetakene	

INNHALDSFORTEGNELSE

INNHALDSFORTEGNELSE.....	3
1 Sammen drag.....	7
1.1 Dokumentstruktur.....	14
2 Bakgrunn og historikk.....	15
2.1 Bakgrunn.....	15
2.2 Oppsummering av tidligere arbeid.....	15
3 Konseptfase - Mandat, rammer for arbeidet.....	17
3.1 Mål og rammer.....	17
3.1.1 Målsetting.....	17
3.1.2 Samfunns mål.....	17
3.1.3 Effektmål.....	17
3.1.4 Resultatmål for konseptfasen.....	17
3.1.5 Resultatmål for innføring av protonterapi i Norge.....	18
3.1.6 Mandat.....	18
3.2 Organisering og metode for konseptfasen.....	19
3.2.1 Organisering.....	19
3.2.2 Metode og datagrunnlag.....	23
4 Introduksjon til partikkelterapi og protonbehandling.....	24
4.1 Hva er partikkelterapi og protonbehandling.....	24
4.1.1 Partikkelterapi.....	24
4.1.2 Protonbehandling.....	25
4.2 Oppbygning av et partikkelterapianlegg og levering av behandling.....	27
4.2.1 Akselerator.....	27
4.2.2 Aktiv og passiv bestråling.....	28
4.2.3 Optimalt antall rom per akselerator:.....	29
4.3 Utviklingstrender.....	30
4.3.1 Teknologisk utvikling.....	30
4.4 Flerdisiplinær kreftbehandling og medisinsk utvikling.....	31
4.5 Andre behandlingsmetoder.....	32
4.5.1 Behandling med fotonstråling.....	32

4.5.2	Behandling med tyngre ioner/Karbonterapi	32
4.6	Beskrivelse av dagens situasjon, 0-alternativet	33
4.7	Sammenlikning med andre europeiske land	34
4.7.1	Situasjonen i Sverige	34
4.7.2	Situasjonen i Danmark	35
4.7.3	Situasjonen i Nederland	35
4.7.4	Situasjonen i Storbritannia	35
4.8	Metodevurdering for nye behandlingsmetoder	36
4.8.1	Metodevurdering	36
4.8.2	Vurdering av protonterapi som metode i behandling av kreft	37
5	Indikasjoner, kapasitet og dimensjonering	40
5.1	Indikasjoner for protonbehandling	40
5.1.1	Standardindikasjoner og kontrollerte, kliniske studier	40
5.1.2	Indikasjoner der pasientene bør inkluderes i kontrollerte studier	41
5.1.3	Randomiserte studier og etikk	42
5.2	Pasientgrunnlag	42
5.3	Metode og datagrunnlag	43
5.3.1	Antall protonpasienter i Norge	43
5.4	Demografisk framskrevet aktivitet	44
5.5	Variabler, omstillingsfaktorer og utnyttelsesgrader	46
6	Alternativer som utredes	49
6.1	Alternativer som utredes	49
	Følgende utbyggingsalternativer er utredet i konseptfasen:	50
6.2	Videre utvikling av protonterapi	52
6.2.1	Utvidelsesmuligheter av eksisterende anlegg	52
6.2.2	Regional utbyggingstakt	52
6.2.3	0-alternativet	53
6.2.4	Alternativ 1 – ett senter	53
6.2.5	Alternativ 2 – to sentre	53
7	Organisering og samarbeid	55
7.1	Nasjonal og flerregional behandlingstjeneste	55
7.2	Organisering forskning	55
7.3	Oppgavefordeling	56

7.4	Fellesarenaer for kompetanseoppbygning i de ulike helseregionene	56
7.5	Kompetanse, rekruttering og bemanning	57
7.5.1	Bemanning klinisk drift:	58
7.5.2	Kompetansebehov i regioner som ikke har protonbehandling.....	59
7.5.3	Bemanning teknisk drift og drift av protonbehandlingsutstyr	59
8	Forskning	60
8.1	Forskningstema	60
8.2	Klinisk forskning.....	61
8.3	Infrastruktur for basalforskning	62
8.4	Forskning på karbonioner.....	63
8.5	Bemanning forskning.....	63
8.6	Nasjonal samarbeidsmodell for forskning.....	63
9	Utredning av alternativene.....	65
9.1	Krav til program, bygg og utstyr	65
9.1.1	Hovedfunksjonsprogram og delfunksjonsprogram	65
9.1.2	Hovedprogram utstyr	72
9.1.1	Overordnet teknisk program	73
9.2	Forenklet skisseprosjekt	74
9.2.1	Forutsetninger	74
9.2.2	Samlet vurdering	75
9.2.3	Helse Sør-Øst RHF - Gaustad	76
9.2.4	Helse Sør-Øst RHF - Radiumhospitalet	79
9.2.5	Helse Vest RHF - Hauklandsbakken nord.....	83
9.2.6	Helse Vest RHF – Hauklandsbakken ved sykepleierskolen.....	87
9.3	Økonomiske analyser	90
9.3.1	Prosjektkostnad	90
9.3.2	LCC vurderinger	92
9.3.3	Usikkerhetsanalyser.....	93
9.3.4	Økonomisk bæreevne.....	93
10	Samfunnsøkonomisk analyse	98
10.1	pasientgrunnlag.....	99
10.2	Direkte behandlingskostnader per pasient	99
10.3	Samfunnsøkonomisk kostnad per pasient	101

11	Evaluering, valg av alternativ.....	104
11.1	Kriterier for vurdering og valg av alternativ	104
11.2	Rangering og vurdering av alternativene, anbefaling	105
11.2.1	Evaluering av kvantitative kriterier	107
11.2.1	Evaluering av kvalitative kriterier	109
12	Plan for videre arbeid	119
12.1	Mål for neste fase.....	120
12.2	Fremdriftsplan for videre arbeid	120
12.2.1	Behandling godkjenning konseptrapport.....	122
12.2.2	Innledende aktiviteter	122
12.2.3	Anskaffelser	122
12.2.4	Utarbeidelse av anbudsgrunnlag for leverandør 1 og 2.....	125
12.2.5	Reguleringsprosess og rammesøknad	125
12.2.6	Prosjektutvikling samhandling 1 og 2.....	125
12.2.7	Byggeperiode og utstyrsmontering	126
12.2.8	Ferdigstillelse- innregulering, testing, verifisering	126
12.3	Organisering	127
12.4	Mandat for neste fase	128
12.5	Suksesskriterier for videre arbeid.....	128
13	Vedlegg	129

01



Sammendrag



1 Sammendrag

Denne konseptrapporten beskriver utredning av etablering av partikkelterapi og protonanlegg.

Protonbehandling i Norge har vært utredet siden 2010. I forslag til statsbudsjett for 2016 (Prop. 1 S(2015-2016)) ble de regionale Helseforetakene bedt om å gå videre med konseptfaseplanlegging slik at endelig valg av konsept og innfasing av protonanlegg i Norge kan bli vedtatt i forbindelse med statsbudsjett for 2017. Prosjektet gjennomføres som et nasjonalt prosjekt og Sykehusbygg HF har fått i oppgave av de fire regionale helseforetakene å lede dette arbeidet.

Følgende alternativer er utredet i konseptfasen:

- Alternativ 0 – dagens situasjon
- Alternativ 1 – ett senter plassert i Helse Sør-Øst RHF eller Helse Vest RHF
- Alternativ 2 – to sentre plassert i Helse Sør-Øst RHF og Helse Vest RHF

De konseptuelle problemstillingene omhandler følgende faktorer:

- En medisinsk og økonomisk vurdering av hvilke pasientgrupper som har behov for behandling med protoner
- En vurdering av kapasitet og dimensjonering for de ulike alternativene
- Valg av konsept og lokalisering som oppnår størst måloppnåelse

Hovedkonklusjon og anbefaling

Som konseptvalg for videre faser anbefales at alternativ 2b med to sentre og maksimal kapasitet legges til grunn for endelig konseptvalg. Alternativet anbefales lokalisert i Oslo ved Radiumhospitalet i kombinasjon med Bergen ved Hauklandsbakken nord. Det er alternativ 2b med to sentre som kommer best ut i forhold til prosjektets kvalitative kriterier.

Samlet sett er det enighet i prosjektgruppen om at:

- to sentre er bedre enn ett senter.
- ved valg av ett senter foretrekkes Oslo fremfor Bergen.
- Radiumhospitalet foretrekkes fremfor Gaustad.

Dersom beslutningen faller på utbygging av ett protonsentre så vurderes alternativ 1b med størst kapasitet og lokalisering på Radiumhospitalet i Oslo som det beste alternativet. Dette alternativet er tilnærmet likt den pågående danske utbyggingsmodellen. Med en slik løsning vil investeringskostnadene bli lavere enn ved en omfattende utbygging, og en vil oppnå noe bedre driftsøkonomi og samfunnsøkonomi. Samtidig må det da aksepteres at det går lengre tid før Norge kan få et volum på tilbudet som nærmer seg anslagene for et behov på 12-17 % av strålebehandlingen. Dersom kunnskapen om behandlingsformen øker og utbyggingen av protonterapi internasjonalt fortsetter som de seneste årene, må det eventuelt kunne fattes nye vedtak om utbygging før man har driftserfaring fra det første senteret i Norge.

Bakgrunn for evalueringen

I henhold til prosjektets samfunns mål og effektmål for protonbehandling, skal flere pasienter overleve lengre med kreft, få mindre langtidsskader og få økt livskvalitet. Dagens situasjon med utsendelse av pasienter til utlandet har lav måloppnåelse i forhold til dette. Det finnes mange pasienter som med sikkerhet kunne ha nytte av protonbehandling, men som av ulike grunner ikke blir sendt til behandling. Generelt vil de utbyggingsalternativene med høyest kapasitet, altså flest behandlingsrom score høyest her, fordi flere rom, gir flere pasienter som vil få protonbehandling og flere som vil leve lengre med sin kreftsykdom, få reduserte senskader og bedre livskvalitet.

To senter med størst kapasitet (2b) koster i overkant av 1 milliard kroner mer å bygge enn ett senter. Videre er det en marginalt høyere samfunnsøkonomiske kostnad per pasient enn modellen med ett senter. Samtidig viser den kvalitative evalueringen flere fordeler med en utbygging av to sentre:

- To sentre gir høyest behandlingsskapasitet, dette innebærer: flest behandlede pasienter, flere som unngår langtidsbivirkninger og flere som lever lengre med kreft. Høyest kapasitet gir også mulighet for mer likebehandling av pasienter, flere kan prioriteres til protonbehandling.
- To sentre gir bedre tilgjengelighet for flere av pasientene, i tillegg til at en slik utbygging vurderes som å være et viktig steg på veien mot full regionalisering av behandlingstilbudet.
- To senter med høyest kapasitet og flere uinnredede rom, gir en fremtidig fleksibilitet i forhold til utvidelse av behandlingstilbudet.
- To sentre gir gode synergieffekter mellom fagpersoner samt muligheter for samarbeid og fagutvikling innenfor protokollutvikling, doseplanlegging, klinisk drift og forskning: Dette gjelder mellom regionene, nasjonalt og internasjonalt. Dette er en fordel også med tanke på effektiv og god utarbeidelse av behandlingsprotokoller, og derav en best mulig pasientrekruttering før anlegget kommer i klinisk drift.
- To sentre ivaretar og bygger videre på allerede godt etablerte fagmiljøer innenfor partikkelterapi og protonbehandling både i Oslo og Bergen.

I den kvalitative vurderingen kommer ett senter med størst kapasitet (1b) lokalisert ved Radiumhospitalet i Oslo best ut av alternativene med ett senter. Alternativet har lavere investeringskostnad enn to-sentermodellen og kommer best ut i forhold til den samfunnsøkonomiske vurderingen.

Vurderingen bygger på:

- Alternativet gir størst kapasitet av alternativene med ett senter, altså flest behandlede pasienter.
- Oslo scorer best på tilgjengelighet for størst andel pasienter.
- Oslo har landets største fagmiljø på stråleterapi med 17 eksisterende fotonbehandlingsrom, landets største fagmiljø per tumorgruppe, og Oslo universitetssykehus har det største fag- og forskningsmiljøet innen kreft- og strålebehandling i Norge, med store deler av dette lokalisert til Radiumhospitalet.
- Ett senter i Oslo vil være riktigere enn ett senter i Bergen med tanke på senere innfasing av andre regionale anlegg. Ett senter i Bergen vil gi en overkapasitet i Helse Vest RHF ved en eventuell utbygging i de andre regionene.
- Radiumhospitalet er det eneste alternativet som vil innlemme protonsenderet i eksisterende sykehusbygg. Dette har fordeler for pasienter i forhold til direkte nærhet til kjemoterapi,

kreftpoliklinikk og sengeområder, samt for selve utbyggingen da det er mulighet for å legge til rette for sambruk av nødvendige støttefunksjoner som er kostnadsdrivende og plasskrevende å bygge. Et integrert protonsentral vil også gjøre det lettere for fagpersoner å bevege seg mellom enhetene ved behov.

Det er verdt å merke seg at to sentre ved Radiumhospitalet og Haukelandbakken nord ivaretar alle fordeler ved alternativ 1b beskrevet over, og har i tillegg ytterligere fordeler beskrevet for alternativ 2b.

Protonbehandling

Den nasjonale kreftstrategien for 2013-17 fremmet av Helse- og omsorgsdepartementet har som mål at flere skal overleve eller leve lenger med kreft, dessuten fremme best mulig livskvalitet for pasientene og deres pårørende.

Protonbehandling (bruk av positivt ladete hydrogenioner til stråleterapi) er en type strålebehandling som vil være viktig for å redusere langtidsbivirkningene fra strålebehandling.

Protonbehandling er en mer presis behandlingsform enn konvensjonell strålebehandling. Ved at strålingen tilpasses bedre til kreftvevet blir det gitt mindre stråling til det friske vevet. Det er et mål å redusere langtidskader så mye som mulig, og bidra til at flere kan leve et normalt liv etter kreftsykdom. Siden protonbehandling er mer skånsom enn ordinær strålebehandling er den blant annet godt egnet for barn og unge ved at de får mindre senvirkninger. Slik kan flere av disse unge pasientene i større grad bli i stand til å fullføre skole og delta i arbeidslivet og leve et fullverdig liv. Behandlingen vil også være viktig for unge voksne og i noen tilfeller eldre.

Halvparten av pasientene som får diagnosen kreft vil få stråleterapi som en av de viktigste behandlingsmetodene. Det pågår en kontinuerlig forbedring av behandlingsmetodene innenfor kreftbehandling, noe som har ført til at så mange som nær 70% av pasientene med kreftdiagnose i dag oppnår langtidsoverlevelse. Med bedre langtidsoverlevelse, altså en økende gruppe pasienter som lever lenge etter kreftbehandling, observeres det at totalt flere pasienter får og må leve med langtidskader 10-20 år etter strålebehandlingen. Dette gjelder bla hjertesykdom inkludert hjertesvikt, hjerneslag, kognitiv svikt og stråleindusert kreft (sekundærkreft).

Den konvensjonelle stråleterapien som benyttes i Norge i dag har utviklet seg gjennom flere tiår. Utviklingen og bredden i behandlingstilbudene omfatter bruk av radioaktive kilder, elektroner og fotoner i strålebehandling, samt forskjellige teknikker for å levere strålebehandlingen. På samme måte kan bruk av protoner sees på som en videreutvikling av strålebehandlingen for kliniske situasjoner der det er spesielt viktig å redusere stråledosen i normalvev. Protoner representerer derfor ikke noe prinsipielt nytt i forhold til fotoner og elektroner, men en mulighet for å levere en mer gunstig dosefordeling og eventuelt en høyere dose.

Dagens situasjon nasjonalt

I de siste årene har det vært en bedring i prognosen for kreftsykdom. Dette skyldes hovedsakelig optimalisering av hver enkelt behandlingsform, men også økende bruk av flerdisiplinær kreftbehandling der stråling, kjemoterapi og kirurgisk behandling kombineres i samme behandlingsforløp. Det forventes ikke at økt bruk av protonterapi som erstatning for fotonterapi vil endre måten stråleterapi kombineres med

medikamenter og kirurgi i fremtiden.

I dag finnes det ikke tilbud om protonbehandling i Norge og pasienter med behov for stråleterapi behandles i all hovedsak med fotonterapi. Det har etter hvert blitt flere sykehus som har fått tilbud om tradisjonell stråleterapi ut fra ønske om desentralisering.

Antall krefttilfeller og antall stråleterapipasienter er stadig økende, og alle helseregioner må ha planer for utvidelse av fotontilbudet. Bygging av protonanlegg i Norge vil delvis kunne erstatte kapasitetsutvidelse som ellers må bygges for å øke fotonbehandlingen. Dersom strålebehandling i dag hadde vært en ny modalitet er det grunn til å tro at mange protonsentre ville bli bygget i stedet for stråleterapisentre med fotonbehandling.

Ettersom det ikke finnes tilbud om protonbehandling i Norge per nå, har det i noen år blitt sendt en del pasienter utenlands, primært til Tyskland og USA. I 2015 ble i underkant av 50 pasienter sendt til partikkelbehandling i utlandet, tallet inkluderer protonbehandling og et lite antall karbonbehandling. Av disse ble 25% sendt til Jacksonville i USA og 75% til Heidelberg i Tyskland. Ved at norske pasienter i dag tilbys protonbehandling i utlandet kan en si at prinsippet om nytten av protonbehandling allerede er godtatt i det norske helsevesenet.

Dagens situasjon internasjonalt

Sverige har høsten 2015 startet behandling ved sitt protonsentre, Skandionkliniken i Uppsala. I Danmark er et nasjonalt anlegg under bygging i Århus, med estimert oppstart i 2018. England har startet bygging av to anlegg og Nederland har flere anlegg under planlegging og bygging. I 2014 var det 48 anlegg for protonterapi i klinisk drift på verdensbasis. Per 14. mai 2016 var det 62 anlegg for partikkelterapi i klinisk drift på verdensbasis. I løpet av 2016 vil antallet partikkelterapi anlegg i drift øke til totalt 77 på verdensbasis.

Indikasjoner, kapasitet og dimensjonering

I arbeidet med etablering av partikkelterapi og protonbehandling har det i alle land som har etablert tilbudet, vært mye usikkerhet og diskusjoner omkring pasientunderlag og indikasjoner for behandlingen. Dette gjelder også i den norske prosessen. Det har vært gjort en del arbeid rundt dette i de tidligere faser av det norske prosjektet, men konseptrapporten har i tillegg tatt inn i seg ny informasjon og ny viten omkring behandlingsformen og ytterligere erfaringer fra andre land.

Hovedspørsmålet ved innføring av protonbehandling er for mange kreftformer ikke om det er nyttig eller ikke, men om helsegevinsten forsvarer merkostnadene for de ulike kategorier pasientgrupper.

Det er i denne utredningen angitt at de beste tilgjengelige medisinske estimater viser at om lag 12- 17% av det totale antallet pasienter som i dag behandles med stråleterapi vil kunne få en kvalitetsmessig bedre behandling med protoner enn fotoner. Dette er underbygget av flere internasjonale studier som anslår fra 10-17%.

For pasientgruppene som vil ha nytte av protonbehandling skiller det mellom behandling av:

- *Standardindikasjoner*

Dette omfatter pasienter som har krefttyper hvor vi vet at protonbehandling er å foretrekke fremfor fotonbehandling. Dette er de pasienter som i dag er aktuelle for protonbehandling i utlandet. Denne

gruppen utgjør anslagsvis 15% av pasientgrunnet.

- *Kontrollerte kliniske studier*

Denne gruppen er det store antallet krefttyper hvor fordelene med protonbehandling er sannsynliggjort men enda ikke er godt dokumentert. Her antas det at protoner vil ha stor effekt, noe som skal kontrolleres gjennom erfaring og sammenligningsstudier av doseplaner med fotoner og protoner. Denne gruppen utgjør anslagsvis 85% av pasientgrunnet.

Ingen land i verden har foreløpig gjennomført utbygging av protonkapasitet opp mot 12-17% av pasientene som får strålebehandling, selv om flere nasjonale prosesser har pekt mot slike anslag. Internasjonalt er det mest relevant at i Sveits, Nederland, Sverige og Danmark vil det være 1,1-3,2 millioner innbyggere per protonbehandlingsrom når pågående utbygging er gjennomført og de uinnredede behandlingsrommene er tatt i bruk. Det er sannsynlig at det vil komme en ytterligere utbygging av protonkapasiteten i disse landene når kapasiteten fylles, basert på deres behovsestimater.

Konseptrapporten anbefaler at Norge starter opp med en oppbygging av protonterapi som tilsvarer en kapasitet på 6-8% av pasientene som i dag får stråleterapi. Dette tilsvarer ca 1,3-1,7 millioner innbyggere per behandlingsrom. Norge vil da som øvrige land starte med færre behandlingsrom enn estimert behov, men som øvrige land vil pasientgruppene innenfor standardindikasjoner få tilbudet i eget land. Erfaringer fra andre land som har startet opp med partikkelterapi tilsier at det tar tid å trappe opp full kapasitet og innhente erfaringer fra driften av anlegget. Konseptrapportens anbefaling om 6-8% innebærer en avveining mellom sannsynlig kapasitetsbehov og investeringsnivå, samtidig som konseptet er fleksibelt og rommer mulighetene for utvidelser. Det virker å være klare indikasjoner på at kapasiteten bør økes etter dette, men ut fra kostnaden ved etableringen bør beslutning om videre kapasitetsøkning avvendes til man har noe erfaring med drift i Norge og erfaringsgrunnlag fra sammenlignbare land som Sverige, Danmark og Nederland. Det er også en vel anvendt tilnærming å bygge et antall behandlingsrom, men kun utstyre noen av dem med stråletilgang i første omgang. Da er det mulig med en forholdsvis rask ekspansjon når behovet melder seg.

Følgende behandlingsskapasitet er utredet i konseptfasen:

- Behandlingsskapasitet tilsvarende dagens modell med behandling i utlandet fremskrevet til 2022
- Behandlingsskapasitet tilsvarende dansk utbyggingsmodell – 6-8% av dagens stråleterapipasienter får protonbehandling i 2022
- Behandlingsskapasitet i henhold til medisinsk estimat - 12% av dagens stråleterapi pasienter får protonbehandling i 2022

Det er tidligere besluttet i prosjektets styringsgruppe at medisinsk estimat på 17% ikke skal utredes fullt ut i konseptfasen og for å nå estimatet på 12% må det legges til grunn en gradvis oppbygging av tilbudet over tid. Dette på bakgrunn av usikkerhet rundt pasientgrunnlag, erfaringer fra drift og behovet for gradvis oppbygging over tid.

Følgende utbyggingsalternativer er utredet i konseptfasen:

Alternativ 0 Ingen utbygging

Alternativ 1 = 1 senter

- 1a (6%) 3 behandlingsrom, 1 uinnredet behandlingsrom og 1 forskningsrom.
- 1b (8%) 4 behandlingsrom og 1 forskningsrom.

Alternativ 2 = 2 senter

- 2aa (6%) Helse Sør-Øst RHF: 2 behandlingsrom, 1 uinnredet behandlingsrom og 1 forskningsrom.
Helse Vest RHF : 1 behandlingsrom og 1 forskningsrom.
- 2b (8%) Helse Sør-Øst RHF: 3 behandlingsrom, 1 uinnredet behandlingsrom og 1 forskningsrom.
Helse Vest RHF : 1 behandlingsrom, 1 uinnredet behandlingsrom og 1 forskningsrom.

I tillegg er videre utvikling med utbygging i øvrige regioner vurdert. Modellene for ett -og to-sentre er lik i kapasitet med hensyn til antall innredede behandlingsrom, men 2-sentermodellen har større fleksibilitet for å tilpasse endringer over tid med flere uinnredede rom og antall forskningsrom. Det er ikke aktuelt å etablere flere regionale anlegg før kapasitetstaket ved igangsatte anlegg er nådd.

Etter innhenting av kompetanse og erfaring fra andre steder hvor det utføres partikkelterapi, legges det til grunn at ved mer enn 5 behandlingsrom ved ett senter bør behandlingsrommene fordeles på to ulike produksjonsheter/akselerator. Foreslått kapasitet for en akselerator er 4 behandlingsrom i tillegg til et forskningsrom. Det vil derfor være fornuftig å bygge et senter med 4 behandlingsrom fremfor 3 behandlingsrom, slik at det er tatt høyde for fremtidig utvidelse allerede når senteret bygges.

I Danmark er det under bygging 3 behandlingsrom og 1 forskningsrom, der forskningsrommet kan omgjøres til et behandlingsrom for pasienter. I Sverige er det bygget 2 behandlingsrom, 1 uinnredet behandlingsrom og 1 forskningsrom. Svenskene vil sannsynligvis ta i bruk det 3. behandlingsrommet innen 2018. Prosessen i Norge ligger om lag 10 år etter den svenske og ca 5 år etter den danske. Den norske modellen innebærer oppstart i minst 1-2 behandlingsrom fra 2022 og med utnyttelse til full kapasitet i løpet av de nærmeste årene.

Tomte vurderinger

Det er gjort tomteutredninger for 4 tomter:

- To tomter i Oslo – Gaustad og Radiumhospitalet
- To tomter i Bergen - Tilknyttet Haukland Universitetssykehuset

Alle fire tomtene vil kunne tilpasses en utbygging av protonsentre for alle alternativer forutsatt nødvendig tomteerverv. Av de 4 tomtene vurderes Radiumhospitalet i Oslo å være den beste tomten ved valg av ett senter. Ved valg av to sentre vil Radiumhospitalet i kombinasjon med Hauklandsbakken nord være det beste alternativet.

Radiumhospitalet scorer gjennomsnittlig best på evaluerte forhold som: tomtens geometri, tilgjengelighet og logistikk, teknikk, geoteknikk, kliniske og forskningsmessige sammenhenger samt arkitektur og miljø.

For alle fire tomtene vil reguleringsmessige forhold være en varierende usikkerhetsfaktor for gjennomføring. Radiumhospitalet kommer dårligere ut enn de andre tomtene vedrørende gjennomføring og tidsaspekt. Dette

tomtealternativet vil ha større utfordringer i forhold til andre planlagte utbyggingsprosjekt innenfor samme område og vil gi en komplisert gjennomføring innenfor et sykehusområde i full klinisk drift. Hauklandsbakken nord kommer best ut i forhold til gjennomføring og tidsaspekt. Alle 4 tomtene vurderes å kunne realiseres innenfor en tidsramme frem til 2022.

Finansiering og økonomiske analyser

I forbindelse med statsbudsjettet for 2017 vil regjeringen foreslå et eget statlig investeringstilskudd til formålet. Protonbehandling er et nytt tilbud. Hvor stor del av investeringskostnadene som skal dekkes ved statlige tilskudd vil være en vurdering av hvilke merkostnader prosjektet medfører ut over dagens nivå. Regjeringen vil avklare tilskudd ved behandling av 2017-budsjettet. I tillegg til en isolert vurdering av hvilke merkostnader tilskuddet skal dekke, vil og tilskudd bli vurdert i lys av hvor omfattende tilbud som skal bli etablert.

Det er usikkerhet knyttet til investeringskostnaden for bygg og utstyr. Et protonanlegg består om lag av 50% kostnader til utstyr og denne investeringen er igjen avhengig av valgt leverandør. Kalkylen for de ulike alternativene viser at det billigste investeringsalternativet 1a er kalkulert til en forventet projektkostnad på NOK 1,7 milliarder. Det dyreste investeringsalternativet 2b er kalkulert til en forventet projektkostnad på NOK 2,9 milliarder, men vil ha større behandlingsskapasitet enn alternativ 1a.

De økonomiske analysene viser at ingen av alternativene vil være bedriftsøkonomisk lønnsomme siden netto nåverdi er negative for alle alternativene. Nettonåverdiene vil kunne påvirkes av relativt små skift i forutsetningene, så det bør fokuseres på de mest vesentlige forskjellene som finnes mellom alternativene. Inntekten som ligger til grunn i basisanalysen er lav, og vil trolig være lavere enn det som en reelt må kunne forventes av protonbehandling, med tanke på at protonbehandling er langt mer kostbar enn fotonbehandling. Driftskostnadene knyttet til protonbehandling vil trolig dekkes via DRG-vekten i ISF, men investeringen gir dårlig nåverdi. Innføringen av protonanlegg vil medføre et investeringsbehov på 2- 3 milliarder kroner, alt etter hvilket alternativ som velges. Uten noen ekstra form for investeringstilskudd vil dette medføre at det må overføres de 2-3 milliardene fra annen pasientbehandling. Dette synes vanskelig, og det er slik sett behov for et betydelig tilskudd til investering. Ved vurdering av total drifts- og kapitalkostnad per pasient kommer alternativ 1a og 1b best ut. To-senters løsningene kommer dårligst som utbyggingsalternativ, hvor alternativ 2b har lavest netto nåverdi. Alternativ 0, 0a og 0b kommer dårligst ut av samtlige alternativ. Dette grunnet lav inntekt knyttet til høye kostnader.

Det er først og fremst langtidsskadene knyttet til fotonbehandling man ønsker å redusere ved protonbehandling, noe det dessverre er vanskelig å estimere og tallfeste i en analyse. Først og fremst skyldes dette mangel på gode data og litteratur som omhandler temaet. Det er likevel helt klart at det vil være en rekke effekter av partikkelterapi som vil påvirke samfunnsøkonomisk lønnsomhet ved å investere i ett eller flere protonsenters, selv om usikkerhetene blir store når en forsøker å kvantifisere dette. Det vil bare være pasienter der doseplanarbeid tilsier at risikoen for langtidsskader minker, eller risikoen for utløsning av sekundærkreft blir vesentlig mindre, som vil få protonbehandling.

Den samfunnsøkonomiske analysen viser et forsøk på å beregne samfunnsøkonomiske kostnader per protonpasient basert på estimater med stor usikkerhet. Utfallet er høyest kostnad for 0- alternativet og lavest for alternativ 1b (ett senter). Kostnadene ved alternativ 1a er omtrent på samme nivå. Alternativene med to

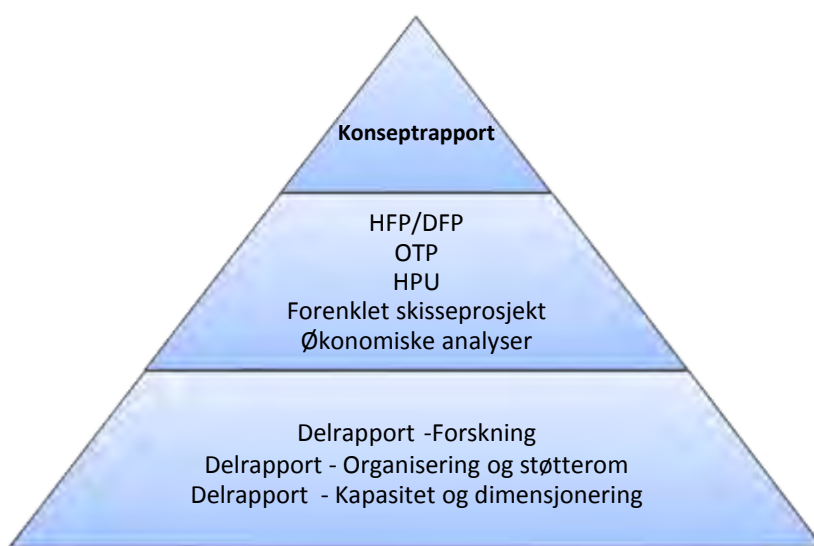
sentre er de mest kostbare utbyggingsalternativene. Samtidig kan det sees på som forskuttering av en investering som i en regionalisert modell likevel ville kommet noen år senere. Kostnadsforskjellene mellom å behandle med protoner og fotoner er mindre når den samfunnsøkonomiske kostnaden er inkludert i analysen. For alternativ 1b er den direkte behandlingskostnaden knyttet til protonbehandling ca 3,7 ganger høyere enn fotonbehandling, men når de samfunnsøkonomiske kostnadene er inkludert i analysen er protonterapi bare ca 1,3 ganger så dyrt. Når kostnader knyttet til spart behandling ved reduserte bivirkninger og senskader også inkluderes, vil de samfunnsøkonomiske kostnadene knyttet til protonbehandling raskt reduseres og de blir da lavere for protonbehandling sammenlignet med fotonbehandling.

I en samfunnsøkonomisk analyse av et helsetiltak er det vanlig å måle helseeffekten av tiltaket i kvalitetsjusterte leveår (QALY). Det er i den samfunnsøkonomiske analysen gjort et forsøk på utredning av QALY for ulike pasientkategorier, men tallgrunnlaget i form av studier er så sparsomt at utregningene blir svært usikre. I tillegg vil flere nye indikasjoner for protonbehandling mangle erfaringsgrunnlag og underlag for utredning av QALY. På bakgrunn av dette er QALY-analysen i konseptrapporten tillagt liten vekt.

En sentral problemstilling som beslutningstaker må ta stilling til er om en merkostnad for samfunnet på om lag NOK 125.000,- per pasient for det rimeligste alternativet, er kostnadseffektivt sett i forhold til ukvantifisert helsegevinst i form av bedre livskvalitet og reduserte bivirkninger. Merkostnaden tilsvarer om lag 2,4 måneder sparte sykemeldinger eller 14 sparte liggedøgn.

1.1 Dokumentstruktur

Konseptrapport for etablering av partikkelterapi og protonbehandling baserer seg på flere underliggende dokumenter, hvor hvert nivå bygger på hverandre.



Figur 1: Nivå dokumentstruktur konseptfase partikkelterapi og protonbehandling



02



Bakgrunn og historikk



2 Bakgrunn og historikk

2.1 Bakgrunn

I forslag til statsbudsjett for 2016 (Prop. 1 S(2015-2016)) var de regionale Helseforetakene bedt om å gå videre med konseptfaseplanlegging slik at endelig konseptvalg og innføring av protonanlegg i Norge kan bli vedtatt i forbindelse med statsbudsjett for 2017. Prosjektet gjennomføres som et nasjonalt prosjekt og Sykehusbygg HF har fått i oppgave av de fire regionale helseforetakene å lede dette arbeidet.

Protonbehandling i Norge har vært utredet siden 2010. Prosjektet er nå i en konseptfase hvor to alternativer utredes. Alternativ 1 er etablering av ett protonanlegg i Helse Sør-Øst eller Helse Vest innen 2022. Alternativ 2 er etablering av protonanlegg i Helse Sør-Øst og Helse Vest innen 2022.

I oppdraget som er gitt skal forslag til lokalisering av protonsentre foreligge innen 1. august i år. I første omgang vurderes Bergen og Oslo. Uavhengig av beliggenhet skal protonbehandling være et likeverdig tilbud for hele landet. Intensjonen er å etablere protonanlegg i alle helseregioner på sikt. Konseptrapporten skal også gi nærmere medisinsk og økonomisk vurdering av hvilke pasientgrupper som har behov for slik behandling.

Prosjekt «Etablering av protonbehandling i Norge» skal levere en konseptfaserapport til Helse- og omsorgsdepartementet 1. august 2016. Rapporten skal gi et faglig godt grunnlag som gir tilstrekkelig sikkerhet for valg av konsept og det alternativ som best oppfyller målene innenfor definerte rammer.

Prosjektets hovedmål er at flere skal kunne overleve og kunne leve lengre med kreft. Et annet hovedmål er å øke livskvaliteten for kreftpasienter og pårørende.

Gjennom konseptfasen skal det settes klare resultatmål til etablering av protonterapi. Disse skal være konkrete, målbare og knyttet til kvalitet, kostnad og tid. Videre skal konseptfaserapporten gi grunnlag for at endelig konseptvalg og innføring av protonanlegg kan bli vedtatt i forbindelse med statsbudsjettet for 2017.

Protonbehandling er et nytt tilbud. Hvor stor del av investeringskostnadene som skal dekkes ved statlige tilskudd vil være en vurdering av hvilke merkostnader prosjektet medfører ut over dagens nivå. Regjeringen vil avklare tilskudd ved behandling av 2017-budsjettet. I tillegg til en isolert vurdering av hvilke merkostnader tilskuddet skal dekke, vil og tilskudd bli vurdert i lys av hvor omfattende tilbud som skal bli etablert.

2.2 Oppsummering av tidligere arbeid

Følgende utredninger er utført tidligere:

- Utredning i regi av Helsedirektoratet 2010
- Planlegging av norsk senter for partikkelterapi, juni 2013
- Regionale sentre for protonterapi, november 2014
 - Samlerapport
 - Regionale utredninger
- Ekstern kvalitetssikring av idfase protonterapi, juli 2015
- Samfunnsøkonomisk analyse av tiltak vedrørende regionale sentre for protonterapi i Norge, juli 2015

I foretaksmøtet 15. oktober 2012 i de fire regionale helseforetakene var Helse Vest RHF bedt om å planlegge etablering av et norsk senter for partikkelterapi, i samarbeid med de andre regionale helseforetakene og Helsedirektoratet. Etter en prosess i to faser var det levert en sluttrapport til Helse- og omsorgsdepartementet 15. juni 2013.

I foretaksmøtet 27. september 2013 var de regionale helseforetakene, under ledelse av Helse Vest RHF med bidrag fra de andre regionale helseforetakene, bedt om å videreføre planleggingsarbeidet, gjennom en idéfase for etablering av regionale protonsentre lokalisert til Oslo, Bergen, Trondheim og Tromsø. Det var utarbeidet en felles rapport, datert november 2014, som var behandlet i styret i de fire regionale helseforetakene og sendt til departementet i desember 2014.

I foretaksmøte i de regionale helseforetakene 9. april 2015 var det vedtatt å gjennomføre en ekstern kvalitetssikring av idéfaserapporten, samt å gjennomføre samfunnsøkonomiske analyser knyttet til etablering av protonterapi i Norge. Disse oppdragene var utført av Ernst & Young AS, og rapportene var levert 13.07.2015.

03



*Konseptfase
Mandat og rammer
for arbeidet*



3 Konseptfase - Mandat, rammer for arbeidet

3.1 Mål og rammer

3.1.1 Målsetting

Konseptfaserapporten skal gi grunnlag for at endelig konseptvalg og innfasing av protonanlegg kan bli vedtatt i forbindelse med statsbudsjettet for 2017

3.1.2 Samfunns mål

Innenfor kreftbehandling er prosjektets hovedmål at flere skal overleve og kunne leve lengre med kreft. Et annet hovedmål er å øke livskvaliteten for kreftpasienter og pårørende.

Den nasjonale kreftstrategien for 2013-17 fremmet av Helse- og omsorgsdepartementet har som mål at flere skal overleve eller leve lenger med kreft, dessuten fremme best mulig livskvalitet for pasientene og deres pårørende. I de nasjonale målsetningene heter det også at Norge skal være blant landene som har høyest 5-års overlevelse etter kreftdiagnose og lavest kreftdødelighet. Kreftpasienter i Norge skal tilbys diagnostikk, utredning, behandling, oppfølging og rehabilitering på et høyt internasjonalt nivå. Forekomst av bivirkninger og seneffekter knyttet til kreftbehandling skal reduseres.

Myndighetene har signalisert høye ambisjoner i kreftomsorgen, både i diagnostikk, behandling og oppfølging av pasientene med mål om bedre livskvalitet for overlevende. Protonbehandling (bruk av positivt ladede hydrogen ioner til stråleterapi) er det tiltak man i dag kan identifisere som kvantitativt viktigst for å redusere langtidsbivirkningene av strålebehandling og kombinasjonen av behandling med stråling og annen kreftbehandling. Dette skyldes redusert stråleeksponering av normalvev sammenlignet med fotonbehandling for tilsvarende kreftsykdom.

3.1.3 Effektmål

Viktige effektmål er å bidra til økt grad av helbredelse, redusere langtidsskader og bidra til at flere kan leve et normalt liv etter kreftsykdom. Dette har særskilt betydning for barn og unge, som i større grad kan bli i stand til å fullføre skole og delta i arbeidslivet og leve et fullverdig liv. Det vil imidlertid også være viktig for voksne og eldre med utsikt til helbredelse. Dette kan oppnås med protonbehandling og behandling med andre tyngre partikler som et alternativ til ordinær strålebehandling med fotoner, da dette gjør det mulig å levere høyere stråledoser til dyptliggende svulstvev og tilsvarende lavere doser til nærliggende normalvev.

3.1.4 Resultatmål for konseptfasen

Konseptfasen skal utvikle et faglig godt grunnlag som gir tilstrekkelig sikkerhet for valg av det alternativet som best oppfyller målene innenfor definerte rammer. Konseptrapporten må gi nærmere medisinsk og økonomisk vurdering av hvilke pasientgrupper som har behov for slik behandling. Det må utarbeides et beslutningsunderlag som er i tråd med/ikke svakere enn det nasjonale systemet for innføring av nye metoder i spesialisthelsetjenesten.

Gjennom konseptfasen skal det leveres en rapport som sammen med de analyser som er gjort i tidligere faser, tilfredsstillende de krav som følger av "Veileder for tidligfase i sykehusprosjekter".

Gjennom konseptfasen skal det settes klare resultatmål til etablering av protonterapi. Disse skal være konkrete, målbare og knyttet til kvalitet, kostnad og tid.

3.1.5 Resultatmål for innføring av protonterapi i Norge

Det er gjennom konseptfasen foreslått følgende mål bilde for partikkelterapi og protonbehandling i Norge som videre utvikling av prosjektet skal understøtte:

1. Protonsenter i Norge skal organiseres på en slik måte at det sikres lik nasjonal tilgjengelighet og utnyttelse av behandlingstilbudet uavhengig av hvor pasienten bor.
2. Protonsenter i Norge skal anvende moderne teknologi og høypresisjons protonbestråling i behandling av kreftpasienter, slik at faren for langtidsbivirkninger og stråleskader reduseres.
3. Protonsenter i Norge skal sikre høykvalifisert omsorg til og rådgivning av pasientene, voksne som barn og deres pårørende.
4. Protonsenter i Norge skal integrere pasientbehandling med forskning av høy kvalitet og i samarbeid med internasjonale miljøer.
5. Protonsenter i Norge skal legge til rette for utvikling av vitenskapelig baserte, nasjonale behandlingsprotokoller i samarbeid med de ulike nasjonale tumorgrupper, målsetning er å etablere evidens for kliniske resultater av protonbehandling.
6. Protonsenter i Norge skal organiseres etter modell for nasjonale og/eller flerregionale behandlingstjenester, og i tråd med dette ha faste samarbeidsfora og dedikerte kontaktpersoner ved alle norske stråleterapiavdelinger.
7. Protonsenter i Norge, og de klinikere og forskere som arbeider der skal fremme og styrke nasjonalt og internasjonalt samarbeid, med særlig fokus på samarbeidet med de nordiske landene.

3.1.6 Mandat

Mandat gitt i foretaksmøtet i de fire regionale helseforetakene 10. desember 2015.

I idéfasen forelå alternativet med gradvis etablering av protonanlegg i alle helseregioner innen 2022. Med bakgrunn i bla tilbakemeldingene fra den eksterne kvalitetssikringen og den samfunnsøkonomiske analysen fra foretaksmøtet 10. desember 2015 om at følgende alternativer utredes i konseptfasen, i tillegg til nullalternativet.

- Alt. 1: Etablering av ett protonanlegg innen 2022
- Alt. 2: Etablering av protonanlegg i Helse Sør-Øst og Helse Vest innen 2022.

For begge alternativene skal det utredes minimum to varianter med ulik behandlingsskapasitet.

Vurderingen av disse to alternativene må bygge på nærmere medisinske og økonomiske vurderinger av hvilke pasientgrupper som har behov for en slik behandling, og settes opp mot 0-alternativet. Pasientperspektivet må hensyntas særskilt, slik at alternativene underbygger både krav til behandlingskvalitet og likebehandling.

Videre må alternativene også hensynta og tilpasses ressursmessige rammebetingelser, både økonomiske og faglige, slik at disse utnyttes best mulig. Gjennom konseptfasen skal det settes klare resultatmål til etablering av protonterapi. Disse skal være konkrete, målbare og knyttet til kvalitet, kostnad og tid. Konseptrapporten må også inneholde forslag til samarbeidsavtaler mellom de fire regionale helseforetakene knyttet til kompetanseoppbygging, bruk av samlet kapasitet mellom regionene samt betaling for pasienter fra de

regioner hvor protonterapi ikke vil bli etablert.

Utvidet mandat gitt i foretaksmøtet 25. januar 2016.

Konseptfasen skal avgrenses til trinn 1 i en helhetlig prosess for etablering av partikkelanlegg:

Trinn 1:

- Dimensjonering basert på pasientgrunnlag, indikasjoner, behandlingsforløp, nå og fremskrevet.
- Alternative teknologivalg
- Beskrive konsekvenser for de ulike valgene med tanke på:
 - Mulighet for fremtidig utvikling innenfor tyngre partikler (karbonioner)
 - Mulighet for fremtidig utvidelse
 - Endring i pasientgrunnlag
 - Grad av tilpasning for forskning for de ulike valgene
- Oppbygging av kompetanse for protonbehandling i alle regioner med sikte på å oppnå geografisk lik tilnærming til denne type behandling, godt samordnet pasientforløp, og at mest mulig av det samlede pasientforløp utenom protonbehandling kan skje i pasientens bostedsregion.
- Investeringskostnader samt årlige driftskostnader for de ulike alternativene
- Utredning av støtteareal

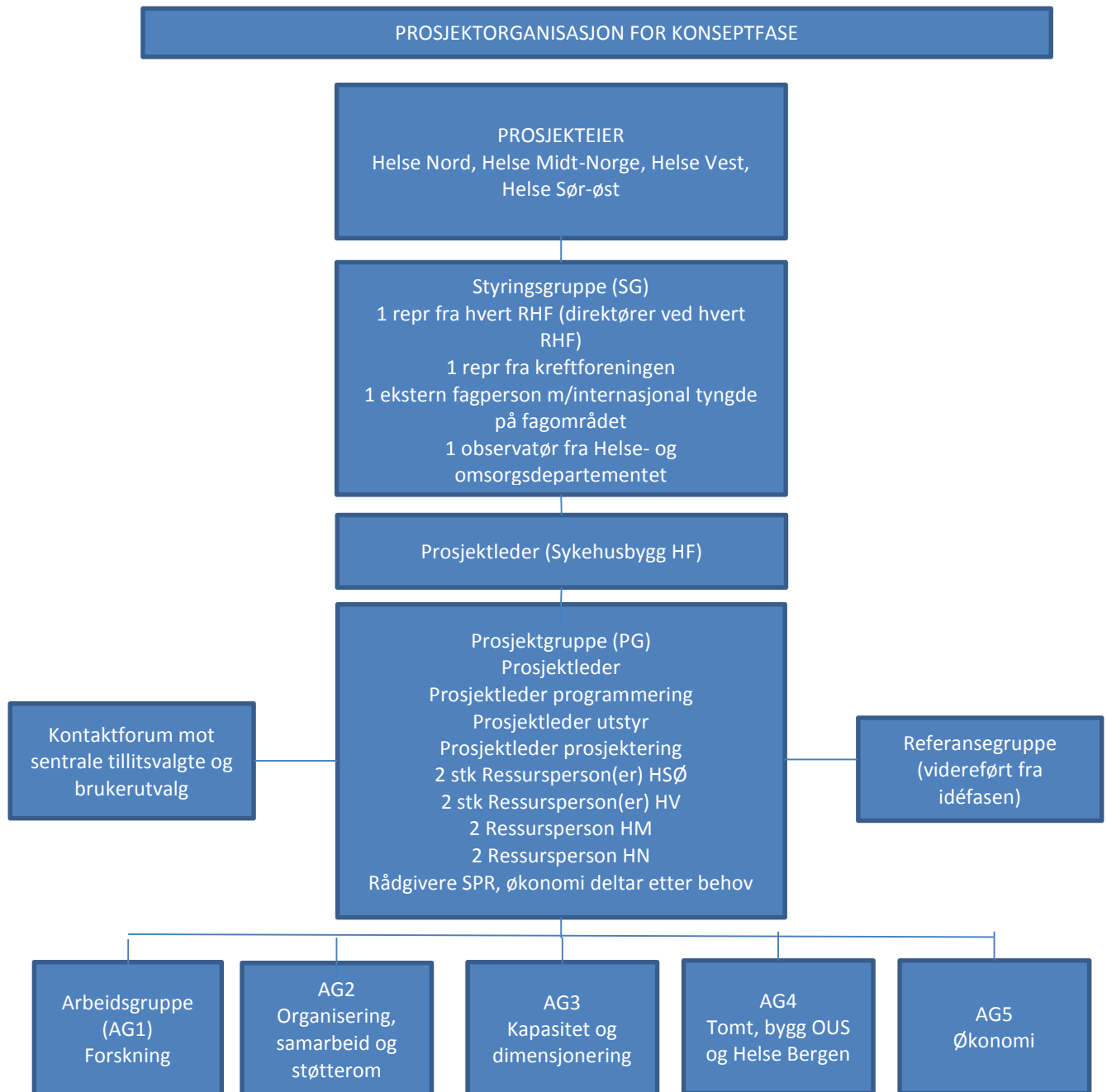
3.2 Organisering og metode for konseptfasen

3.2.1 Organisering

Styringsgruppe for prosjektet

- Lars Vorland, Adm dir Helse Nord RHF (leder)
- Cathrine Lofthus, Adm dir Helse Sør-Øst RHF
- Herlof Nilssen, Adm dir Helse Vest RHF
- Stig Slørdahl, Adm dir Helse Midt-Norge RHF
- Anne Lise Ryel, Kreftforeningen
- Håkan Nyström, Skandionkliniken Uppsala
- Helga Daae, Helse- og omsorgsdepartementet (observatør)
- Ingelin Orten, Finansdepartementet (observatør)

Det er gjennomført 5 møter med styringsgruppen i perioden.



Figur: Organisasjonskart for konseptfasen

3.2.1.1 Prosjektgruppe for konseptfasen

Prosjektgruppen har blant annet vært sammensatt av fagpersoner innenfor kreftbehandling og stråleterapi. Flere av de har deltatt i tidligere utredningsfaser av protonbehandling. Hver av de fire regionale helseforetakene oppnevnte to deltagere. Prosjektledelsen har vært fra Sykehusbygg HF.

Prosjektgruppe konseptfase partikkelterapi og protonbehandling har bestått av:

- Vigdis Hartmann – Sykehusbygg HF, prosjektleder

- Mona Nyberg – Sykehusbygg HF, prosjektleder programmering
- Kjell Olav Lyngsmo – Sykehusbygg HF, prosjektleder utstyr
- Finn Drangsholt – Sykehusbygg HF, fagansvarlig teknikk
- Anneli Tyvold – Sykehusbygg HF, programrådgiver
- Olav Mella – Helse Bergen HF, avdelingsdirektør kreftbehandling og medisinsk fysikk
- Geir Egil Pedersen - Helse Bergen HF, Sjefsingeniør
- Einar Waldeland - OUS HF, Seksjonsleder stråleterapifysikk avdeling for medisinsk fysikk
- Alice Beate Andersgaard - Helse Sør-Øst, fagdirektør
- Lars Magnussen – Helse Midt Norge, eiendomssjef
- Anne Wanderås – St. Olavs Hospital HF, avdelingssjef
- Rune Sylvarnes – UNN HF, Sjefsfysiker
- Eivind Smeland – UNN HF, Kreftlege

Det er gjennomført 11 møter med prosjektgruppen i konseptfasen.

Prosjektets arbeidsgrupper

I tillegg til prosjektgruppen er det etablert fem arbeidsgrupper hvor representanter fra prosjektgruppen har deltatt sammen med andre fagpersoner. Disse har arbeidet etter vedtatt mandat og rapportert til prosjektgruppen. Hver arbeidsgruppe har utarbeidet en delrapport som ligger til grunn for denne konseptrapporten.

Følgende arbeidsgrupper er etablert for konseptfasen:

- Arbeidsgruppe 1 (AG1) – Forskning
- Arbeidsgruppe 2 (AG2) – Organisering, samarbeid og støtterom
- Arbeidsgruppe 3 (AG3) – Indikasjoner, kapasitet og dimensjonering
- Arbeidsgruppe 4 (AG4) – Tomter
- Arbeidsgruppe 5 (AG5) – Økonomi

Møtene er gjennomført som både fysiske møter og telefonmøter.

Medlemmer i arbeidsgruppe 1 (AG1) – Forskning:

- Erik Malinen, UiO (leder)
- Stein Kvaløy, OUS
- Tora Solheim, St. Olav
- Pål Erik Goa, NTNU
- Dieter Rörich, UiB
- Olav Dahl, HUS
- Thomas Kilvær, UNN
- Rune Sundset, HN

Medlemmer i arbeidsgruppe 2 (AG2) – Organisering, samarbeid og støtterom:

- Einar Waldeland, OUS (leder)
- Rune Sylvarnes, UNN

- Anne Dybdahl Wanderås, St Olav
- Eivind Smeland, UNN
- Geir Egil Pedersen, Helse Bergen
- Olav Mella, Helse Bergen
- Pål Ove Vadset, Helse Bergen

Medlemmer i arbeidsgruppe 3 (AG3) – Indikasjoner, kapasitet og dimensjonering:

- Olav Mella, Helse Bergen (leder)
- Odd Harald Odland, Helse Bergen
- Eivind Smeland, UNN
- Hanne Tøndel, St. Olav
- Einar Dale, OUS

Medlemmer i arbeidsgruppe 4 (AG4) – Tomter:

- Birger Stamsø, HSØ (leder)
- Tove Karlsen, OUS
- Gunnar Tanum, OUS
- Einar Waldeland, OUS
- Geir Egil Pedersen, Helse Bergen
- Odd Harald Odland, Helse Bergen
- Brit Pedersen, Helse Bergen

Medlemmer i arbeidsgruppe 5 (AG5) – Økonomi:

- Lene Lunde, Deloitte (Leder)
- Pål Ove Vadset, Helse Bergen
- Olav Mella, Helse Bergen
- Anders Minaberg, Helse Sør-Øst
- Alice Beathe Andersgaard, Helse Sør-Øst
- Mats Troøien, Helse Midt-Norge
- Lars Magnussen, Helse Midt-Norge
- Tor Arne Haug, Helse Nord

Rådgivere

- HR-NOR AS har vært rådgivere for økonomiske analyser og forenklet skisseprosjekt.
- Metier AS har vært rådgiver for følgeevaluering og kvalitetssikring av konseptfasen (KSK)

Medvirkning

Med medvirkning menes her medvirkning både fra de som bruker tjenesten (pasientrepresentanter), og de som bruker hus og utstyr, de ansatte. Medvirkningen i konseptfasen har vært ivaretatt av prosjektgruppens medlemmer.

Når det gjelder pasientflyt og arbeidsprosesser, har det vært foretatt innhenting av informasjon fra stråleterapisentre i Oslo og Bergen. Det har vært gjennomført befarings til Radiumhospitalet og Ullevål Sykehus.

Det har også vært organiserte studiebesøk til flere protonsentersom er i drift; Skandionklinikken i Sverige, Westdeutsches protontherapiezentrum Essen i Tyskland og Centro di Protonterapia i Trento i Italia. På disse besøkene har det vært fokus på kunnskapsoverføring innenfor pasientunderlag og rekruttering, pasientforløp og arbeidsprosesser, organisering og planlegging samt utstyr og anskaffelser. Deler av prosjektgruppe har besøkt prosjektgruppe og byggeplass ved NCDP i Århus, Danmark.

Når det gjelder medvirkning fra de som bruker tjenesten og de tillitsvalgte, så har det vært avholdt informasjonsmøter med de ulike brukerorganisasjoner og hovedtillitsvalgte i hver enkelt RHF. Kreftforeningen er representert i prosjektets styringsgruppe ved generalsekretær Anne Lise Ryel.

3.2.2 Metode og datagrunnlag

Konseptfasen er gjennomført i henhold til *Veileder for tidligfaseplanlegging i sykehusprosjekter fra 2011*. Veilederen beskriver og gir anbefalinger om hvordan planprosessen for investeringsprosjekter i helseforetakene bør gjennomføres. Konseptfasen for etablering av protonanlegg bygger videre på tidligere utredninger, deriblant idéfase for regionale sentre for protonterapi, se kapittel 2.2 Oppsummering av tidligere utredninger.

Konseptfasen for etablering av protonanlegg avviker med veileder for tidligfaseplanlegging på følgende punkter:

- Hovedfunksjonsprogram og delfunksjonsprogram er slått sammen til et dokument
- Skisseprosjektet gjennomføres som et forenklet skisseprosjekt
- Alternativene som evalueres er ikke likeverdige mht kapasitet som tilbys. Gjelder for alternativ 0, 1a/2aa og 1b/2b.

Bakgrunn for avviket til tidligfaseveilederen er begrunnet ut ifra prosjektets stramme fremdrift, prosjektets art og prosjektets mandat. Det har gjennom hele konseptfasen vært fokus på prosjektets overordnede mål og målsetting, samt fokus på å svare opp alle punkter i prosjektets mandat.

I tillegg til ovennevnte grunnlagsdokumenter og veilederen for tidligfaseplanlegging er følgende veiledere benyttet:

- Veileder for hovedfunksjonsprogram i sykehusprosjekter, januar 2013.
- Veileder for hovedprogram utstyr i sykehusprosjekter, april 2013.
- Sykehusprosjekters økonomiske bæreevne – Veileder for beregning av samlet økonomisk konsekvens av investeringsprosjekter i helsebygg, utkast februar 2010.
- Veileder i samfunnsøkonomiske analyser, september 2014.

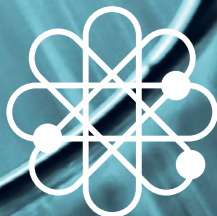
Vedrørende metode for beregning av pasientgrunnlag vises til kap. 5.3.1 Antall protonpasienter..

Da innføring av behandling med partikkelterapi vil være en ny behandlingsform i Norge, er erfaringer fra andre land viktige premisser for den norske utredningen. Innhenting av datagrunnlag og erfaringer fra andre land er utført gjennom innhenting av internasjonale rapporter, erfaringer fra internasjonale fagseminarer og erfaringer fra studiebesøk på protonsentre som er i drift eller under utbygging.

04



*Introduksjon til
partikkelterapi og
protonbehandling*



4 Introduksjon til partikkelterapi og protonbehandling

Kreft er blant våre mest vanlige sykdommer, og i løpet av livet kommer 1 av 3 til å få en kreftdiagnose. Kreft er en sykdom som øker og årsakene til dette er mange. En årsak er befolkningsøkningen, der Norges befolkning har økt med ca. 2 millioner mennesker på de siste 60 årene. Samtidig har andelen av eldre i befolkningen også økt. Det er også kjent at det er en høyere risiko for å få kreft nå enn tidligere, og for de aller fleste krefttilfeller har det vært økning i forekomsten.

Prognosen etter en kreftsykdom er veldig varierende. Det finnes et utall typer kreft og i tillegg er sykdommens utbredelse ved diagnosetidspunktet avgjørende for behandling og leveutsikter. For svært mange kreftsykdommer er det observert at prognosen har blitt stadig bedre de siste tiårene. Noe av årsaken til dette er tidligere diagnostisering og bedre behandling.

Referanse rapport: Cancer in Norway 2014, utgitt av Kreftregisteret I 2015

Stråleterapi har, sammen med kirurgisk behandling og kjemoterapi, en viktig rolle i moderne kreftbehandling, og ca. 50% av alle kreftpasienter i Norge blir i dag behandlet med det som i det videre kalles konvensjonell stråleterapi, behandling med høyenergetisk røntgenstråling; fotoner.

Målet for all strålebehandling er å utrydde alle kreftceller med et minimum av skader på det friske omliggende vevet. Høypresisjonsbehandling med mindre stråledose til friskt vev er derfor attraktivt for å minske bivirkninger og risiko for senere stråleindusert kreft. Konvensjonell stråbehandling med fotoner har blitt bedre og mer presis i årenes løp – og på tross av dette vil denne behandlingen alltid være begrenset av de fysiske egenskapene fotoner har når det gjelder avsetning av energi i pasienten (hvordan strålingsdosen blir levert).

Behandling med partikkelterapi generelt og protonterapi spesielt kan i mange kliniske situasjoner skåne kroppens normalvev fra stråling og dermed spare pasientene for helseskadelige langtidseffekter. Dette innbefatter unngåelse av livsforkortelse, sykelighet og uførhet, og risiko for å få sekundær, stråleutløst kreft

4.1 Hva er partikkelterapi og protonbehandling

4.1.1 Partikkelterapi

Partikkelterapi er en samlebetegnelse for bestråling av kreftsvulster med tunge ioner, eks karbonioner og lettere ioner så som protoner.

Ioner i partikkelterapi er elektrisk ladede kjernepartikler som på grunn av ladningen kan bli akselerert til høy hastighet, avbøyd i magnetfelt og brukes til pasientbehandling. Partikkelterapi ble introdusert for mer enn 50 år siden, selv om det først er de siste 10-20 årene at behandlingen virkelig har ekspandert i kliniske sentre på verdensbasis. Per 2016 er det nærmere 150 000 pasienter som er behandlet med proton- og karbonbehandling på verdensbasis (referanse: www.ptcog.ch).

Det har de siste årene kommet en stor økning av antall partikkelterapisentre i verden. Dette skyldes at den teknologiske utviklingen har gjort det mulig å avgi doser mer kontrollert og på kortere tid enn tidligere, noe som har god effekt for pasientbehandlingen. I tillegg bygges nå nye anlegg mindre og rimeligere enn før.

I denne konseptfasen er det kun protoner som er aktuelt for videre utredning. Derfor omtales karbonioner kun kort i denne rapporten. For nærmere utdyping omkring karbonioner henvises det til tidligere idefaserapporter og delrapport «Indikasjoner, kapasitet og dimensjonering».

4.1.2 Protonbehandling

Som tidligere nevnt er målet for all strålebehandling å utrydde alle kreftceller, samtidig som skader på det friske omliggende vevet minimeres. Selv om konvensjonell strålebehandling med fotoner har blitt bedre og mer presis i årenes løp, er fotonbehandling begrenset av den suboptimale dosefordelingen som fotoner har når de passerer innover i kroppen til pasienten - *dybdedosefordelingen*.

Med hensyn til den biologiske virkningen av strålingen i kroppen (strålebiologi) oppfører protoner seg i prinsippet på samme måte som fotoner, men protoner skiller seg fundamentalt fra fotoner når de gjelder dybdedosefordelingen. Partiklene passerer gjennom vevet med en relativt lav energiavsetning inntil de når et visst dyp, hvor det meste av energien, og altså strålingsdosen, avsettes. Denne doseavsetningstoppen beskrives som en «Bragg Peak» eller Braggtoppen. Hvor dypt i pasientens kropp denne Bragg toppen kommer avgjøres av energien til partiklene. Foran Braggtoppen er energiavsetningen relativt lav, og bak Braggtoppen faller energiavsetningen straks til null. Se blå kurve i figur 2.

Det hadde vært vanskelig å utnytte den smale doseavsetningen i Braggtoppen hvis protonene kun hadde en energi. Ved at energien til de innkommende partikler blir systematisk variert med svært korte tidsintervaller, kan mange Braggtopper avsatt i ulike dyp kombineres slik at det dannes en jevn, summert doseavsetning i det området i kroppen som man ønsker. Se grått felt i figur 2, der 12 protonenergier er benyttet. I kontrast til dette vil fotoner først og fremst avsette energien der de går inn i pasienten og deretter ha et jevnt dosefall mot målvulsten. Dette gir også en uønsket «hale» med energiavsetning etter at strålingen har passert kreftsvulsten, se rød kurve i figur 2.

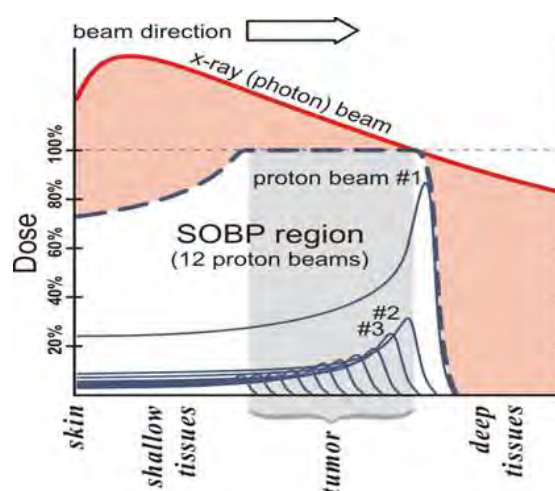


Fig. 2. Dosefall fra kroppsoverflate (venstre) og innover i pasienten. Figuren viser effekten av fotoner (rødt) og protoner (blått). Ønsket dose i tumors beliggenhet vises skravert i grått, mens dose utenfor dette området er uønsket tilleggsdose (skravert rødt for fotoner og hvitt felt fra protoner). (Referanse: Efsthathiou, BJC 108: 1225-1230, 2013)

Protoner med høy energi har egenskapen at de har lite vekselvirkning med vevet i pasienten. Det vil si at vevet

både på vei inn til kreftsvulsten og særlig bak svulsten kan spares for skadelige effekter av strålingen. Dette gjør det mulig å oppnå tilstrekkelige høye doser i svulstvev selv nært strålefølsomt normalvev, som for eksempel nær eller i øyne, på undersiden av kraniet og ryggmargen. De mest fryktede bivirkninger av strålebehandling er sene stråleskader som kommer måneder og opptil mange år etter gjennomført behandling. Det viktigste midlet for å redusere senskadene er å få ned stråledosen i normalvevet omkring svulsten, der hvor risikoen bedømmes som liten for at det er levende svulstceller som kan gi tilbakefall. Normalvevet hos barn og unge er spesielt følsomt for stråling, med risiko for veksthemning, sviktende funksjon og utvikling av ny, stråleutløst kreft.

For å understøtte effekten av protonbehandling kan man sammenligne doseplaner laget med både protoner og fotoner for en og samme pasient. I figur 3 og figur 4 vises to eksempler på slike sammenligninger der doseavsetning i kroppen både ved proton- og fotonbestråling illustreres.

I figur 3 vises sammenligning av dosefordeling i et barn med medulloblastom (vanligste formen for kreft i hjernen hos barn) som strålebehandles mot hele sentralnervesystemet med protoner (til venstre) og med fotoner (til høyre). Protonplanen viser at det spares betydelig strålebelastning til lunger, hjerte og mage-tarmsystemet. Figur 4 viser tilsvarende sammenligning av dosefordeling ved behandling av en øyetumor. Det benyttes moderne rotasjonsteknikk for fotonplanen. Dette viser at protonplanen skåner store deler av hjernen og det høyre øyet for moderate og lave stråledoser.

Hos noen pasienter kan det å redusere stråledosen i normalvevet gjøre det mulig å gi høyere svulstdoser og dermed helbrede pasienten. Målet med å innføre protonbehandling er først og fremst å redusere senskadene av stråling, som et bedre alternativ til en andel av pasienter som ellers ville fått fotonbehandling.

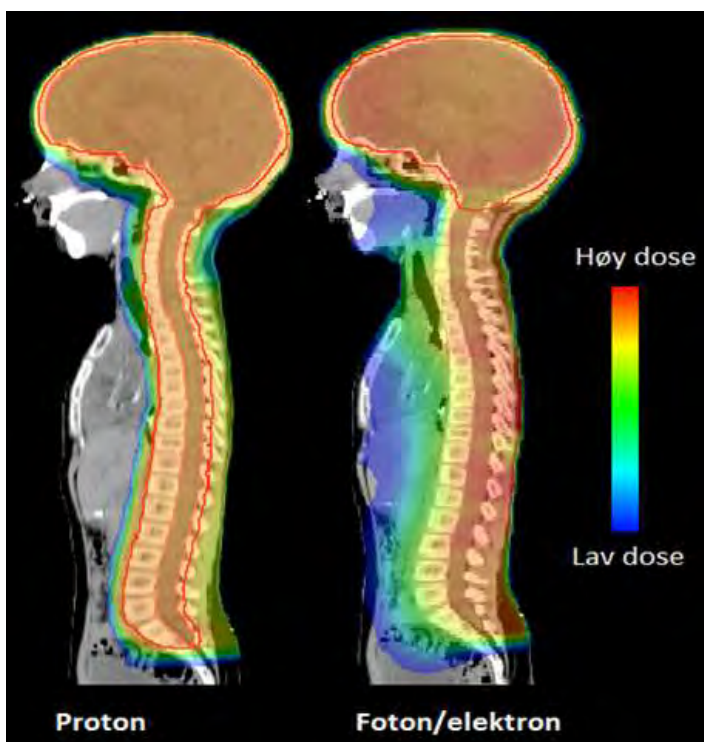


Fig 3. Sammenligning av dosefordeling i et barn med medulloblastom. Protonplanen (venstre side) viser betydelig reduksjon i uønsket strålebelastning til lunger, hjerte og mage- tarmsystemet sammenlignet med fotonplanen (høyre side).

Illustrasjon fra avdeling for kreftbehandling og medisinsk fysikk, Haukeland universitetssykehus 2016. (Referanse: Rapport AG3 side 10)

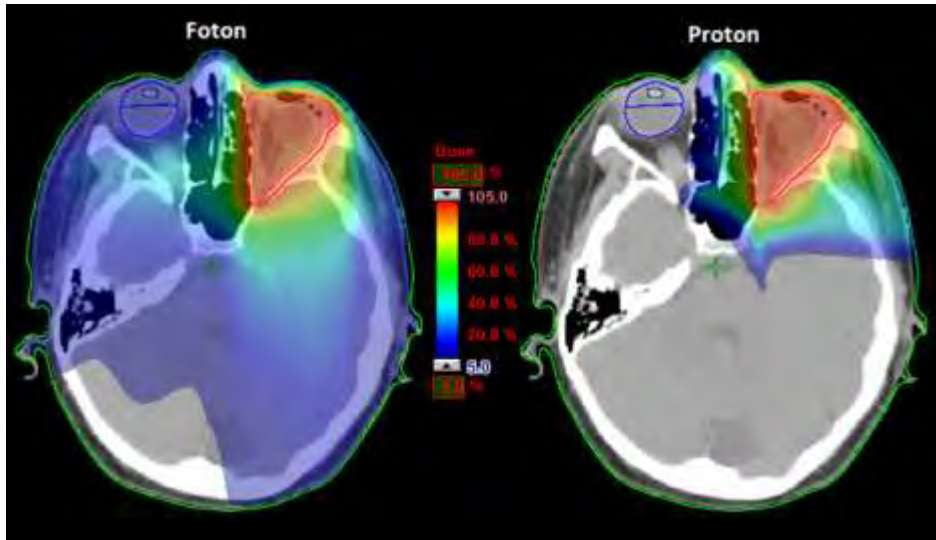


Fig. 4. Sammenligning av dosefordeling hos en pasient med øyetumor. Fotonplanen til venstre er laget med moderne rotasjonsteknikk (VMAT) og sammenlignet med protonplan til høyre. Rød farge betyr høy dose, gult og grønt betyr middels dose og blå farge betyr lav dose. Grått og hvitt markerer vanlig vev som ikke blir berørt av stråling i særlig grad. Illustrasjon Utarbeidet av avdeling for kreftbehandling og medisinsk fysikk, Haukeland universitetssykehus 2016. (Referanse: Rapport fra AG3, sid 13.)

4.2 Oppbygning av et partikkelterapianlegg og levering av behandling

Et partikkelterapianlegg er svært spesialisert både i bygg og utstyr. I dette kapitlet gjennomgås kort hvordan protoner klargjøres for pasientbestråling. For en grundigere redegjørelse for dette henvises det til *Hovedprogram utstyr* og *Overordnet teknisk program*.

Prinsipielt består et protonanlegg av flere tekniske og utstyrstunge hovedkomponenter, og kun noen utvalgte deler som beskrives i det følgende. Valg av teknologi vil være avgjørende for bygg, kostnad og funksjonalitet for et protonanlegg.

4.2.1 Akselerator

En akselerator øker energien til (akselererer) de partiklene man arbeider med. Det finnes to hovedteknologier for dette innen partikkelterapi; syklotroner og synkrotroner.

Syklotroner akselererer ladde partikler (f.eks. protoner) ved hjelp av høyfrekvent vekselspanning. Ved hjelp av magnetfelt blir partiklene holdt i en tilnærmet sirkelformet bane. For hver gang partiklene passerer åpningen mellom elektrodene blir de akselerert til en noe høyere hastighet og får dermed en noe større radius i sin sirkelbane. Slik vil partikkelbanen utarte seg som en spiral. Syklotronen er mest vanlig teknologivalg for protonanlegg.

De mest kompakte syklotronbaserte anleggene for protonterapi bygger behandlingsrom og syklotron i høyden, eller monterer syklotronen på gantry (roterbart bæresystem) slik at denne roterer med behandlingsstrålen.

Dette gjør at fotavtrykket for bygget kan kraftig reduseres. Disse tilnærmingene har normalt kun ett behandlingsrom og det behøver ikke være andre støttefunksjoner i samme bygg. Slik kan et slikt behandlingsanlegg fungere som et lite tilbygg til, eller en utvidelse av, et eksisterende stråleterapisenter med fotoner eller protoner.

For synkrotroner akselereres partiklene til en viss hastighet før de kommer til akseleratoren. Dette gjøres med en lineærakselerator. Synkrotroner er vanlige for protonanlegg fra noen leverandører, men også den eneste akseleratoren som i dag benyttes for kombinasjonsanlegg med både protoner og tyngre ioner (karbonioner). Størrelsen på en synkrotron som kun benyttes til akselerering av protoner er betydelig mindre enn en som også skal ha mulighet til å akselerere tyngre ioner (f.eks. karbonioner).

Når partiklene er akselerert opp til nødvendig hastighet fra enten en syklotron eller synkrotron går de gjennom en strålelinje til protonbehandlingsrommet. Disse består av rør og en rekke magneter for stråleavbøyning og strålefokusering.

4.2.2 Aktiv og passiv bestråling

A. Aktiv bestråling (aktiv skanning):

Aktiv skanning er når partikkelstrålen styres med magneter, og er nå den mest moderne måten å levere protonbehandling på. Hele målvolument (svulsten) bestråles ved at en relativt tynn partikkelstråle sveipes over målvolument ved hjelp av magneter - og kombinert med energiendring kan en lagvis og punktvis dekke hele svulstområdet med ønsket dose. Dette kalles *Pencil Beam Scanning*.

Et økende antall sentre benytter aktiv bestråling og teknikken er under stadig utvikling. Samtidig foregår det et omfattende forsknings- og utviklingsarbeid for denne leveringsteknikken. De fleste nybygde sentre velger nå kun aktiv bestråling og det antas at denne leveringsteknikken vil dominere innenfor partikkelterapien i fremtiden. Aktiv skanning kan bidra til å redusere behandlingstiden og samtidig bidra til mer presis behandling.

B Passiv bestråling (passiv skanning):

Passiv bestråling fungerer ved at hele målvolument (svulsten) behandles samtidig. I motsetning til å sveipe en tynn stråle over svulsten (aktiv skanning), benyttes en bred stråle som dekker hele svulstområdet i pasienten. Dette feltet må deretter innsnevres ved å anvende skjermingsblokker (bly eller andre tungmetaller). Teknikken medfører at noe uønsket nøytronstråling nær pasienten produseres når protonstråling treffer tungmetallene som befinner seg nær pasienten. I tillegg kreves det en relativt stor tilleggsvirksomhet for produksjon av blokker og plastelementer for å forme strålefeltet.

Gantry og horisontal stråle (fixed beam)

De eldre protonsentrene ble utstyrt med faste strålelinjer, såkalte *fixed beams*. Den første løsningen med gantry ble introdusert i Loma Linda og ved PSI i 1990-årene. Et gantry kan defineres som en bærearbeid for å rotere behandlingsstrålen rundt pasienten (vanlig fra 180°-360°). Det er i dag vanlig med gantry som kan rotere 360° rundt pasienten.

Gantryer for protonbehandling er store mekaniske konstruksjoner (typisk vekt rundt 100 tonn) og de er nødvendig for å sikre mulighet for behandling fra ulike vinkler. Dette øker fleksibiliteten i behandlingsplanlegging og begrenser behovet for bevegelse av pasientbordet – noe som igjen forkorter

behandlingstiden. Utviklingstrenden er at design og størrelse blir mindre, noe som igjen medfører reduserte bygningsmessige behov.

Gantry til behandling med karbonioner er mye større og tynge (og dermed mer kostnadsdrivende) enn gantry til protonbehandling. Det finnes kun to slike gantry på verdensbasis, der vekten av gantry er fra 300 – 600 tonn.

I et fremtidig anlegg vil horisontale stråle være mest aktuelt til et øyebehandlingsrom og forskningsaktiviteter.

4.2.3 Optimalt antall rom per akselerator:

Normalt vil en akselerator betjene flere behandlingsrom. Dette betyr at i et flerromssenter kan det aldri behandles flere pasienter med stråling samtidig, og strålen må dermed koordineres mellom de ulike behandlingsrommene. På verdensbasis finnes det partikkelterapisentre med alt fra ett til fem behandlingsrom knyttet til en og samme strålingskilde. Figur 5 viser en oversikt over fordelingen av antall rom i de ulike sentrene som er i drift og under planlegging.

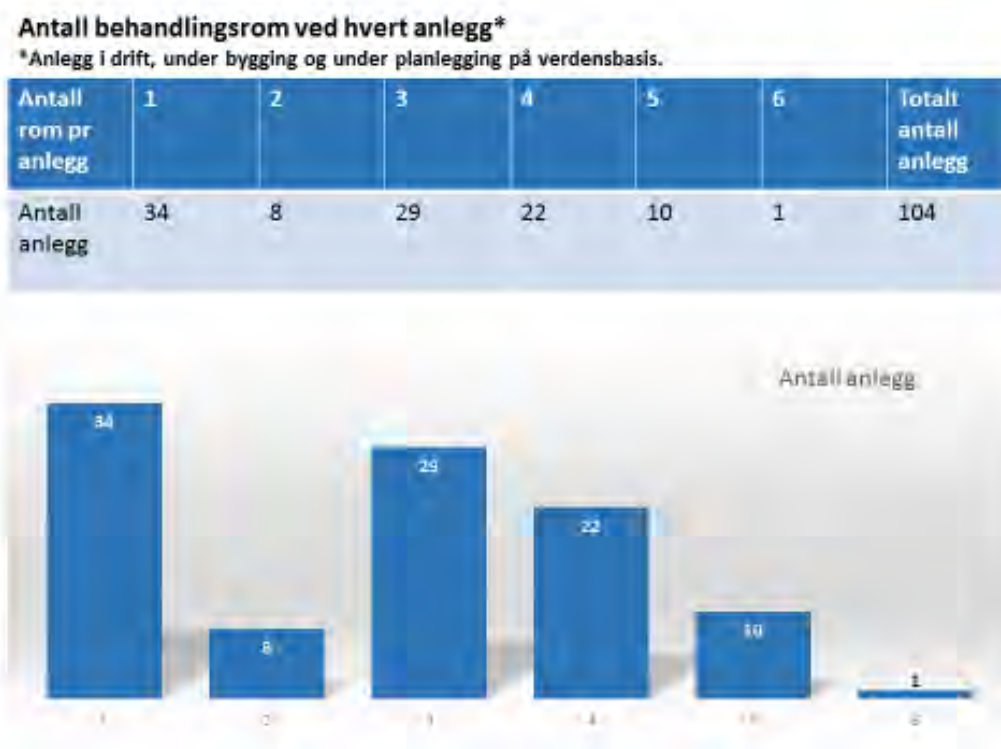


Fig 5. Skjematisk fremstilling antall behandlingsrom per senter for partikkelterapianlegg i drift, under bygging eller planlegging. (Referanse: <http://www.ptcoq.ch> – «Particle Therapy Co-Operative group»)

Oversikten viser at det ikke er noe som umuliggjør sentre med alt fra 1-5 behandlingsrom. Oversikten viser at løsninger med 1-4 behandlingsrom per akselerator benyttes i utstrakt grad til pasientbehandling verden over og det legges til grunn at alle disse er mulige alternativer i Norge. Ved mer enn 4 behandlingsrom per akselerator så kan det være ting som tyder på at det blir mer utfordrende med planlegging av effektiv utnyttelse av rommene . Samtidig er det naturlig at ved planlegging av mer enn 5 behandlingsrom ved ett senter bør behandlingsrommene fordeles på to ulike akseleratorer. Ved bygging av eget forskningsrom så vil antall behandlingsrom måtte reduseres tilsvarende, da forskningsrommet betjenes av den samme

akseleratoren og strålelinjen.

Det er ved flere sentre vist at det er mulig å øke effektiviteten slik at det kan behandles opp mot 250 pasienter per rom når det lages god logistikkplanlegging og effektive pasientforløp. Det er få sentre med ett eller to rom som har klart å vise høyere kapasitetsutnyttelse pr behandlingsrom. Det er dermed ikke erfaringer fra sentre i operativ drift som tilsier at det er endringer i betydelig grad for kapasitet når en går fra 2 til 3 eller 4 rom.

Teknologiutviklingen vil sannsynligvis medføre raskere behandlingstider og kortere tid for å endre strålingen mellom rom, noe som muligens kan påvirke hvilket antall behandlingsrom per strålingskilde som er optimalt.

Det kan tenkes at kapasitet pr. behandlingrom går noe ned ved en økning fra et ett-romsanlegg til et tre- eller fire-roms anlegg. Det vil likevel være vanskelig å kvantifisere et slikt anslag tatt teknologiutviklingen i betraktning, og betydningen synes ikke å være så stor at en beslutning om dimensjonering bør hvile på et slikt argument.

4.3 Utviklingstrender

4.3.1 Teknologisk utvikling

Erfaringer har vist at det er vanskelig å forutsi trender og utviklingstrekk som vil prege den medisinske utviklingen, selv over en tidshorison på bare 3 – 7 år. Forsøksvis beskrives noen av de satsningsområder for forsknings- og utviklingsarbeid innenfor partikkelterapi og protonbehandling som er kjent. Noen av disse er områder hvor utviklingen har kommet langt, på andre områder er utviklingen i startgroppen.

En stor del av utviklingen for avlevering av protonbehandlingen dreier seg om verifikasjon av dosefordeling i pasienten ved hver behandlingsfraksjon. Dette er viktig for å kunne justere behandlingen der og da, eller for å kunne korrigere doseplanen før neste behandling.

Samtidig utvikles stadig den aktive behandlingsteknikken (Pencil Beam Scanning). Den mest avanserte anvendelsen av den aktive behandlingsteknikken for protonterapi er Intensitets Modulert Proton Terapi (IMPT) der den samlede dosefordeling fra flere protonfelt gir en dosefordeling som i størst mulig grad dekker målvolumet. Samtidig ivaretas risikoorgan og normalvev i størst mulig grad (dette beregnes ved hjelp av komplekse algoritmer i et doseplansystem).

Pustestyrte bestråling (gating) er et virkemiddel for å bestråle et mindre volum av pasienten og samtidig bestråle målvolumet når det er innenfor et kjent område av pustesyklusen der det antas at målvolumet i størst grad har ønsket posisjon. For å oppnå en tilfredsstillende måte å kombinere ulike teknikker for pustestyring og aktiv skanning, arbeides det stadig med forøket bestrålingshastighet. Dette er også et virkemiddel for å kunne rebestråle svulstområdet punktvis og lagvis så raskt at effekten av bevegelser av målvolumet (pusting og andre mulige bevegelser) kan minimaliseres.

Kombinasjonen av de overforstående utviklingstrendene underbygger det som kalles adaptiv strålebehandling, altså mer individuell tilpasning av strålebehandlingen til den enkelte pasient (anatomiske endringer i løpet av behandlingsforløpet, sykdomsutviklingen m.m.). Dette krever økt bruk av bildedannende utstyr både utenfor og inne på behandlingsrommet. Mye av utviklingen dreier seg om å få plassert nødvendig diagnostisk posisjoneringsutstyr rundt pasienten i behandlingsrommet slik at det sikres mer presis og korrekt bestråling

uten å måtte flytte pasienten for å gjennomføre avbildning. I tillegg arbeides det stadig med videreutvikling av behandlingsbordet (et robotsystem) pasienten ligger på for å få gode og effektive løsninger for posisjonering og forflytning av pasienten.

Deteksjon av gammastråling langs protonstrålens bane, og stråling fra kjernepartikler utsendt fra pasientens kropp ved protonbestråling benyttes som bindeledd mellom avsatt dosefordeling og styresystemet for protonstrålen. Dette kan si noe om partikkelbanen og rekkevidden i vevet.

Flere forskningsgrupper arbeider med å få frem proton radiografi (2D) og proton tomografi (3D). Dette gjøres for å kunne lage doseplaner og kontrollbilder basert på protonbestråling (ikke røntgen CT), slik at behovet for å ta høyde for usikkerheter og tvetydigheter ved konvertering fra røntgen CT kan elimineres.

Teknologi som minsker størrelsen og vekten av utstyret er også en viktig del av utviklingen. Dette inkluderer superledende magneter for å krympe den utstyrstunge delen av behandlingsrommene, akseleratoren og strålelinjene til et minimum. Alle leverandørene arbeider også med å utvikle enkeltrømsanlegg, da dette vil kunne være en løsning for mange prosjekter og etterspørselen har vært stor. Noen har valgt å bygge anlegg i høyden (akselerator enten på «loftet» eller i «kjelleren») og kan være spesielt interessant i prosjekter hvor et protonanlegg skal bygges innimellom et allerede eksisterende sykehusbygg. En leverandør har også valgt å plassere akseleratoren direkte på det roterbare gantry for å lage et kompakt anlegg.

4.4 Flerdisiplinær kreftbehandling og medisinsk utvikling

Det er flere steder i dokumentet henvisninger til flerdisiplinær kreftbehandling. Med dette menes at en pasient blir behandlet med flere behandlingsmetoder parallelt, eksempelvis strålebehandling i kombinasjon av cellegift, andre medikamenter og/eller kirurgi. Konseptfasen for protonbehandling har ikke i sitt mandat å beskrive dette, men i det følgende vil det kort nevnes hvilke områder det skjer en medisinsk utvikling på innenfor kreftbehandling.

For undergrupper av pasienter i metastatisk situasjon, som pasienter med malignt melanom (ondartet føflekkreft) har introduksjon av immunterapi gitt langtidseffekt hos en undergruppe på 20-30% av pasientene, hos disse pasientene var det før bare behandling med cellegift som var aktuelt og det med meget begrenset effekt. For denne undergruppen av pasienter er behandlingsprinsippet interessant og nytt (et av de få eksempler på at immunterapi virker).

Andre nye medikamenter som er under utvikling er typisk medikamenter med et smalt spekter med effekt på svulster med helt spesiell gensammensetning/mutasjon/amplifisering, som er viktig nok for den aktuelle pasienten, men ikke kommer til å ha generell betydning for kreft-feltet som helhet.

Hovedkonklusjonen er at *det er ingenting som tyder på at introduksjon av nye medikamenter for undergrupper av kreftpasienter vil redusere behovet for strålebehandling/protonbehandling de nærmeste årtier*, Derimot ser man økt behov for å optimalisere strålingen (særlig med henblikk på bivirkninger), samt også forbedre andre deler av den multimodale behandling (kirurgi, medikamenter m.m.) slik at det totale terapeutiske vinduet vides ut.

4.5 Andre behandlingsmetoder

Bedring i prognosen for kreftsykdom i de siste årene skyldes for en stor del optimalisering av hver enkelt behandlingsform, men også økende bruk av flerdisiplinær behandling. Flere behandlingsmetoder kombineres særlig ved svulstutbredelse som har stor risiko for at man ikke får kontroll med svulsten med kun en behandlingsform. Det forventes ikke at økt bruk av protonbehandling fremfor fotonbehandling vil endre måten man kombinerer stråleterapi med andre behandlingsformer som medikamenter og/eller kirurgi. Her omtales kort de øvrige behandlingsmetoder ved kreft ved bruk av stråling.

4.5.1 Behandling med fotonstråling

Når man strålebehandler kreft bruker man oftest høyenergetisk fotonstråling og i mindre utstrakt grad elektronstråling. Dette er det som kalles konvensjonell strålebehandling. Strålingen leveres ved en lineærakselerator, der elektroner akselereres til høy hastighet ved hjelp av mikrobølger. Når elektronene har oppnådd ønsket hastighet kan de enten benyttes direkte til strålebehandling, eller de kan sendes inn mot et «target» slik at fotoner dannes, som igjen kan benyttes til behandling.

Levering av strålingen skjer ofte fra flere retninger etter nøye dataplanlagte oppsett. Hensikten med all strålebehandling er å oppnå så stor stråledose som mulig i svulstvevet, mens normalvev som ligger omkring blir skånet.

Selv om moderne teknikker innen konvensjonell strålebehandling har gitt en betydelig kvalitetshevning og nye muligheter i kreftbehandlingen, er det en utfordring at det ved all strålebehandling med fotoner at det uunngåelig gis lave eller moderate stråledoser til større deler av kroppen/friskt vev. Teknologutviklingen drives i retningen av å redusere denne uønskede tilleggsdosen til pasienten. Selv om den uønskede dosen til friskt vev stadig reduseres ved hjelp av nye teknologier, så gir den likevel en økt risiko for at det kan oppstå stråleskader og ny, stråleutløst kreftsykdom i disse delene av kroppen (sekundærkreft).

4.5.2 Behandling med tyngre ioner/Karbonterapi

Karbonatomet har større masse enn protonet (ca 12 ganger tyngre). Dette har stor betydning for hvordan de går gjennom vevet, blant annet ved at de spres mindre ut til sidene og i lengderetningen enn lettere partikler som protoner. Dette gjør at dosefallet utenfor målsvulsten er enda skarpere, og karbonioner kan slik medføre enda mer vevssparende effekt enn protoner.

Hittil er mer enn 15 000 pasienter behandlet med karbonioner, de fleste i Japan, og karbonbehandling er blitt rutinemessig tatt i bruk for noen kreftformer både i Japan og i Europa. Per 2016 finnes det 4 anlegg for karbonbehandling i Europa og 8 anlegg i Asia.

Behandling med tyngre ioner er av stor interesse i stråleterapien. Protoner har sin vesentlige styrke i reduserte bivirkninger der reduksjon av langtidsskadene etter strålebehandling er de viktigste. Tyngre ioner (deriblant karbonioner) har i tillegg til dette muligheten til å helbrede flere kreftpasienter som har svulster som er mindre strålefølsomme, på grunn av sin økte strålebiologiske effektivitet. Siden protonbehandling er hovedoppgavet i konseptfaserapporten, blir ikke karbonbehandling nærmere omtalt. Fagmiljøet vil likevel delta i forskning ved sentre som har karbonterapi tilgjengelig og holde seg oppdatert på utviklingen med tanke på å finne et rett tidspunkt for å fremme et prosjekt for innføring av karbonbehandling i Norge. I mellomtiden vil pasienter med utvalgte diagnoser sendes til utlandet for slik behandling.

For en nærmere redegjørelse av karbonionenes effekt og en oppsummering av de kliniske studier med

karbonbehandling, henvises det delrapport «Indikasjoner, kapasitet og dimensjonering».

4.6 Beskrivelse av dagens situasjon, 0-alternativet

I dag finnes det ikke tilbud om protonbehandling i Norge og pasienter med behov for stråleterapi behandles i all hovedsak med konvensjonell fotonterapi. I tråd med tankegangen om å desentralisere konvensjonell strålebehandling er det i dag et økende antall sykehus som kan tilby stråleterapi med fotoner i Norge, og det er varslet at det vil komme flere nye stråleterapisentre i årene som kommer i Helse Sør-Øst.

Antall krefttilfeller og antall stråleterapipasienter er stadig økende, og alle helseregioner må ha planer for utvidelse av fotontilbudet. Bygging av protonanlegg i Norge vil delvis kunne erstatte kapasitetsutvidelse som ellers må bygges for å kunne gi økt fotonbehandling. Dersom strålebehandling i dag hadde vært en ny modalitet er det grunn til å tro at mange protosentre ville bli bygget i stedet for stråleterapisentre med fotonbehandling.

Ettersom det ikke finnes tilbud om protonbehandling i Norge per nå, har det i noen år blitt sendt en del pasienter utenlands, primært til Tyskland og USA. Tallet over utenlands pasienter i 2015 var i underkant av 50, de aller fleste av disse til protonbehandling, de fleste av disse barn. Fordelingsnøkkelen for utsendte pasienter var 25% til Jacksonville- USA og 75% til Heidelberg- Tyskland. I 2015 kom 75%-85% av alle pasienter som fikk protonbehandling i utlandet kom fra fra Helse Sør-Øst. (Referanse: Oslos Universitetssykehus)

I og med at norske pasienter tilbys behandling utenlands kan man si at prinsippet om nytten av protonbehandling allerede er godtatt i det norske helsevesenet,

Så lenge protonbehandling ikke finnes i Norge vil færre få denne behandlingen enn om tilbudet hadde vært fysisk til stede. Dette skyldes at behandlingen må være tilgjengelig og uten ventetid og med riktig tidsvindu for kombinasjon med annen behandling (for eksempel kjemoterapi). Når pasienter må sendes til behandling ut av landet er tilbudet lite tilgjengelig, det er ressurskrevende og noen pasienter/pårørende ønsker ikke eller orker ikke å ha deler av behandlingen med lengre utenlandsopphold når de er i en sårbar sykdomsfase.

Det er flere og flere pasienter utenfor de godkjente standardindikasjonsgruppene som på eget initiativ reiser til utlandet for å få protonbehandling. Når det blir mer kunnskap i befolkningen omkring de hensiktsmessige virkninger av protonbehandling kan det antas at etterspørselen for denne behandlingsformen øker.

Å sende pasienter til utlandet for protonterapi er både tid- og ressurskrevende for det sykehuset som har ansvaret for pasienten. Kravene til kontakt i forkant, under og i etterkant av behandling medfører et betydelig merarbeid både for det medisinske og det administrative nivået. Dette gjelder mht. medisinsk dokumentasjon, oversettelse av journaler o.l. til engelsk og ikke minst logistikken med informasjonsoverlevering innenfor gjeldende lovverk til de utenlandske klinikkene. Det er grunn til å tro at etterspørselen etter protonterapi vil øke i tiden fram mot at det første protosenteret er i full drift. Det er derfor viktig at det enkelte sykehus får tilstrekkelige ressurser og bistand til å kunne håndtere slik behandling enten det skjer innenfor eller utenfor landets grenser.

I tiden fram til protonterapi er etablert med tilstrekkelig kapasitet, vil det fortsatt bli sendt pasienter til behandling i utlandet. I denne fasen må utsendelse av pasientene koordineres mot planlegging av

protonbehandling i Norge. Indikasjonene som gjelder for pasienter som skal få tilbud om protonterapi innenlands, må også gjelde for de som skal behandles i utlandet.

4.7 Sammenlikning med andre europeiske land

4.7.1 Situasjonen i Sverige

Sverige var tidlig ute med partikkelforskning ved *The Svedberg laboratoriet* i Uppsala. Allerede i 1959 ble det behandlet pasienter med protonbestråling her, og siden 1989 har det vært mange pasienter som har blitt behandlet. Skandionkliniken i Uppsala startet i august 2015 som et rent klinisk protonbehandlingssenter i Sverige.

Senteret er et frittliggende senter med nærhet til universitetssykehuset i Uppsala. Planlegging av pasientunderlag og behov for antall rom ble gjort i 2003, da hadde Sverige ca. 8.9 millioner innbyggere. Av disse ble det estimert at 2200-2500 pasienter per år kunne være kandidater for protonterapi.

Dette ble den gangen vurdert til å tilsvare 11-12% av alle pasienter som årlig tilbys stråleterapi i Sverige, estimatet ble noe oppjustert i en senere publikasjon til å være 14-15%.

Skandionkliniken ble bygget med det for øye å gjennomføre 15 000 fraksjoner årlig på to protonbehandlingsrom/2 gantry og med ett skift. Med en mulighet til å utvide til 37 500 fraksjoner per år på 3 behandlingsrom/gantry og to skift inkludert lørdager. Det første målet med 15 000 fraksjoner anser de selv som ambisiøst men innen rekkevidde med noe utvidete åpningstider. Det andre målet med 37 500 fraksjoner per år anser de selv som urealistisk på tre rom, selv med doble skift og lørdagsåpent. Dette vurderes redusert med 20-30%.

Sverige har i dag (2016) lavere behandlingsskapasitet enn konseptfasen anbefaler for Norge i 2022. Dette skyldes for en stor del at Sverige har lagt til grunn 15 fraksjoner per pasient (mot 26 i Norge). Et så lavt anslag på fraksjoner er ikke oppnådd andre steder, og gjennomsnittspasienten i Sverige behandles nå med 25-30 fraksjoner. Skandionklinikken presiserer at tallet for antall fraksjoner per pasient kan tenkes redusert en del med innføring av andre pasientgrupper, og det henvises til at dette tallet er beheftet med en del usikkerhet. Sverige planla også med en estimert gjennomstrømning av pasienter på maskinene som ikke er blitt oppnådd andre steder. Disse estimatene var forøvrig gjort før Sverige hadde praktisk erfaring med moderne protonbehandling.

Skandionkliniken drives i fellesskap av de 7 av Sveriges landsting som har universitetssykehus. Anlegget er bygd med 3 behandlingsrom tilpasset roterbart gantry og et forskningsrom. Kun 2 rom er utstyrt, men svenskene har opsjon på innredning av det tredje rommet. Dette skal dekke behovet for protonterapi for hele Sveriges befolkning, som per januar 2016 er 9.8 millioner mennesker. I mai 2016, et halvt år etter oppstart, er kun det ene rommet tatt i bruk til pasientbehandling. Det andre rommet planlegges tatt i bruk før sommeren 2016. Skandionkliniken arbeider mot å løse inn opsjon på utstyr til det tredje rommet innen kort tid, og ønsker oppstartet behandling i dette rommet i løpet av 2,5 år. Foreløpig behandles det et begrenset utvalg pasienter, det er utarbeidet få behandlingsprotokoller, og det opplyses om at forskning ikke er kommet i gang. Det foreligger ingen konkrete planer om ytterligere utbygging i Sverige.

4.7.2 Situasjonen i Danmark

I Danmark inviterte den Danske Sundhedsstyrelsen stråleterapimiljøene i Århus og København til å levere inn hvert sitt forslag til oppbygging av partikkelsenter. På bakgrunn av blant annet sitt sterke fag og forskningsmiljø innen både partikkelterapi og kreft, vant Århus. Nå bygges det protonsentre på Skejby Sygehus som skal stå ferdig i år 2018. Dette bygges med direkte adkomst til konvensjonelt stråleterapisenter, poliklinikker og sengeposter for kreftbehandling. Det bygges 3 rom som alle skal utstyres fra starten, samt et forskningsrom som er tilrettelagt på en slik måte at det eventuelt senere kan brukes til pasientbehandling. Det planlegges for utstrakt forskningsvirksomhet fra oppstart, noe som også er meget synliggjort i bemanningen av onkologer og medisinske fysikere ved senteret. Danmarks befolkning i januar 2016 var ca. 5,7 millioner mennesker.

I planleggingen ble det lagt til grunn et medisinsk potensiale; andelen stråleterapipasienter som er aktuelle for protonterapi er 10-15%. Dette tilsvarte 1200 -1800 pasienter i 2012. Ved valg av antall rom ble 10% lagt til grunn og av disse 10% ble det oppgitt at ca 15% var pasientene med krefttyper der det foreligger tilstrekkelig evidens for å kalle det standardbehandling. Denne gruppen pasienter har blitt kalt kategori A. De øvrige 85% av pasientene er pasienter hvor man etter all sannsynlighet antar de vil ha stor nytte av protonbehandling, men hvor det må gjennomføres kontrollerte studier over lang tid for å dokumentere nytteeffekten. Denne pasientgruppen er kalt kategori B.

I Danmark utgjør kategori A ca 200 pasienter, noe som tilsvarer det antall som i dag blir sendt til utenlands for protonbehandling. Kategori B-gruppen, med mer usikker nytte av protonterapi, tilsvarer ca 1300 pasienter/år. For begge kategorier er det utarbeidet indikasjonslister.

4.7.3 Situasjonen i Nederland

Nederland hadde i planleggingsåret 2005 ca. 16,4 millioner mennesker. Det ble da vurdert at ca 7000 pasienter med fordel kunne ha blitt tilbudt protonterapi. I 2014 ble det estimert at dette tallet tilsvarte ca 17% av det totale antallet som ble behandlet med stråleterapi i Nederland.

Våren 2016 pågår det en revisjon av dette underlaget, og en ny rapport forventes i løpet av 2016. Det er allerede vedtatt bygging av flere sentre i Nederland, med 5 rom under bygging og 3 under planlegging, de har estimert oppstart av 8 behandlingsrom i løpet av 2017 og 2018.

Nederland skiller seg fra Norge ved at det er en avhengighet til forsikringselskaper når det gjelder aksept for protonbehandling for de enkelte pasientgrupper. Dette gjør at man per i dag har et tak på 2200 pasienter som skal behandles per år de første årene.

4.7.4 Situasjonen i Storbritannia

I Storbritannia har det siden 1989 vært tilbud om protonterapi til pasienter med øyesvulster ved Clatterbridge Cancer Center NHS Foundation Trust. Dette er et anlegg med fiksert strålelinje. Nylig har myndighetene igangsatt planlegging og bygging av to offentlige anlegg for protonterapi, begge to i regi av National Health Service som er det statlige helsevesenet i Storbritannia. Begge er estimert oppstart i år 2018. Det har blitt vedtatt bygging av sentre med 3 behandlingsrom både i London og Manchester, og begge steder har en finansiert ett ekstra rom slik at begge sentre ender med 4 behandlingsrom hver. Vurderingen har vært å dekke de allerede etablerte indikasjonene for protonbehandling, dvs. vesentlig de pasienter som i dag sendes til utenlandsbehandling. Det er verdt å merke seg at Storbritannia har relativt lav kapasitetsdekning også for

veletablert fotonbehandling i forhold til andre land.

Ut over de vedtatte sentrene som bygges fra offentlig hold, eksisterer det planer fra samarbeidsgrupperinger med deltagere fra det private næringsliv om å bygge et anlegg i Oxford som vektlegger forskning. Det foreligger også planer om å bygge 3 andre protonanlegg; i Wales, Nord-England og London. Det er anlegg med til dels høyt kostnadsnivå finansiert av private midler. De som får behandling på de private klinikker vil sannsynligvis måtte betale gjennom privat forsikring eller egne midler.

Land	Behov	# beh.rom (innen...)	Befolkning(mill.)	Beh.rom/mill.	Pas/rom
Sverige	14-15% 2000-2500 pts	3	9.8	3,3	500
Østerrike	13.5% 2044 pts	3 (inkl 2xC12)	8.6 (2014)	2,9	400-470
Nederland	17% (10% 4000 pts)	8	17.0	2,1	330-500
Danmark	15% 1626-1840 pts	3	5.7	1,9	300
Storbritannia	1.2% 1500 pts	6	64.7	10,8	200-250
Norge	12 %	4	5.2	1,3	280-290

Fig. 6. Skjematisk oversikt over protonbehandling i Europa fordelt på behovsestimater, behandlingsrom pr befolkning og anslag for behandlede pasienter per behandlingsrom. (Referanse: Einar Dale, OUS)

4.8 Metodevurdering for nye behandlingsmetoder

4.8.1 Metodevurdering

(Kilde og Referanse: Helsedirektoratet – www.nyemetoder.no)

En metodevurdering er en systematisk vurdering av forskning om effekt og sikkerhet av tiltak for forebygging, diagnostisering, behandling, rehabilitering eller organisering av helsetjenester. Litteraturgrunnlaget kan være både primærstudier og systematiske oversikter. Metodevurderingen synliggjør også konsekvenser ved beslutninger, ved å vurdere økonomiske, etiske, sosiale, organisatoriske eller juridiske konsekvenser. I Norge benyttes mini-metodevurderinger, hurtige metodevurderinger og fullstendige metodevurderinger avhengig av hvilken metode som skal vurderes og det aktuelle bruksområde.

Fullstendige metodevurderinger brukes ofte der det er aktuelt å sammenlikne ulike behandlingsalternativer for å vurdere hvor effektive de er og hvilke bivirkninger og komplikasjoner som følger med behandlingen. Kunnskapssenteret gjennomfører alle fullstendige metodevurderinger. Tidsaspektet for gjennomføring av en

fullstendig metodevurdering er 8-12 måneder.

4.8.2 Vurdering av protonterapi som metode i behandling av kreft

Grunnlaget for innføring av protonbehandling som en ny metode i behandling av kreft er grundig gjort rede for i de tidligere utredningsfasene av protonprosjektet. Hittil er det ingen data som taler for at protoner, tatt hensyn til den avgitte dosen og litt høyere strålebiologisk effekt, skiller seg vesentlig fra fotonbehandling med henblikk på effekt i vevet. Riktignok er det holdepunkter for at eldre protonteknikker kunne innebære større ulikhet i dosen ulike steder i målvolumet og at det derfor i noen tilfeller har blitt stilt spørsmål ved risikoen for skade i normalvevet. Det sannsynliggjøres at problemet i dag er mindre ettersom ny teknologi har korrigert for dette. Det er derfor naturlig å tenke på protonbehandling som en videreføring av prinsippene i alminnelig strålebehandling.

Fotonbehandling har gjennom årene endret seg fra lavspenningsstråling med lave doser i dypet, til stråling med høyere energier for å redusere huddosen og øke dosen i dypet av pasienten. Denne utvikling har basert seg på prinsippet om relasjonen mellom absorbert stråledose og forventet biologisk effekt, noe som ved etterprøving har vist seg å stemme for alle de teknologiske forbedringene i stråleterapien. Ingen av disse forbedringene har vært gjenstand for systematiske, randomiserte studier før de har vært tatt i bruk. Likevel har erfaringen, når behandlingen har vært gitt, vist god overensstemmelse med både forventet kontroll av svulstene og akutte bivirkninger av behandlingen, i samsvar med planlagt dosefordeling i vevet.

Den konvensjonelle stråleterapien som benyttes i Norge i dag har utviklet seg gjennom flere tiår, der utviklingen (og bredden i behandlingstilbudene) omfatter bruk av radioaktive kilder, elektroner og fotoner i strålebehandling, samt forskjellige teknikker for å levere strålebehandlingen på. På samme måte kan bruk av protoner sees på som en videreutvikling av strålebehandlingen for kliniske situasjoner der det er viktig å redusere stråledosen i normalvev, som ellers ville vært gitt med fotoner. Protoner representerer derfor ikke noe prinsipielt nytt i forhold til fotoner og elektroner, men en mulighet for å levere en mer gunstig dosefordeling. Tyngre ioner, derimot, har en betydelig høyere strålebiologisk effekt, er mindre avhengige av oksygeneffekt og kan gis med andre fraksjoneringsmønstre enn fotoner og protoner. Tyngre ioner har derfor et større potensiale for å kurere flere pasienter enn protonbehandling vil ha, men dette er ikke en del av konseptfasen.

På bakgrunn av det overforstående, samt den korte tidsplanen for konseptfasen, er det ikke gjennomført en fullstendig metodevurdering i denne omgang. Det er likevel mange områder som er dekket av det faglige underlag som finnes i tidligere utredninger og de ulike delrapportene som følger konseptrapporten.

I tabell 1 er det utarbeidet en skjematisk oversikt over hvilke områder og krav til dokumentasjon som kreves for en fullverdig metodevurdering der det er svart ut status for de ulike områdene per mai 2016.

Krav til dokumentasjon	Dokumentasjon oppfylt gjennom konseptrapportens beskrivelse eller vedlegg	Eventuell manglende dokumentasjon som må utredes på et senere tidspunkt
Effekt	<p><i>Rapport fra AG3:</i></p> <p>For noen tumordiagnoser er dokumentasjonen god (nok) på andre områder er dokumentasjonen svært mangelfull.</p> <p>Det vises til vedlegg og følgende underkapitler: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 12, 13, 18, 29, 30, 31, 32, 33.</p>	<p>Det mangler tilstrekkelig evidensbasert dokumentasjon for effekten for en del tumorgrupper/diagnoser.</p>
Sikkerhet	<p><i>Rapporter fra AG2, AG3 og samfunnsøkonomisk analyse:</i></p> <p>Behandling med protoner er godt evaluert med henblikk sikkerhet i avlevering og absorpsjon av dose og den biologiske effekt. Det er erfaring fra over 140,000 pasienter verden over.</p>	<p>Teknologien har utviklet seg mye på få år for avlevering av dose (særlig scanning beam). Fremtidige tekniske modifikasjoner må gjennomgå vanlige prosedyrer for godkjenning.</p>
Kostnadseffektivitet	<p><i>Rapport fra AG3:</i></p> <p>Underkapittel: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 12, 13, 18, 29, 30, 31, 32, 33.</p> <p><i>Rapport fra samfunnsøkonomisk analyse.</i></p>	<p>Et omfattende arbeid med kontrollerte studier må gjennomføres og resultater på kortere og lengre sikt må analyseres før disse forholdene er tilstrekkelig avklart. Det kan ta flere tiår pga. tidsaspektet i utviklingen av sene stråleskader.</p>
Etiske konsekvenser	<p><i>Rapport fra AG3:</i></p> <p>Underkapittel: 12, 13, 18, 29, 32 Det foreligger et sett av etiske betraktninger rundt randomiserte studier for protonterapi, det er også reflektert rundt det etiske aspektet ved mangel på kapasitet: om hvorvidt det blir de mest ressurssterke som først får tilgang på protonterapi dersom tilbudet ikke blir fullt ut utbygd i Norge.</p>	<p>Det foregår en omfattende debatt om dette temaet internasjonalt og, til en viss grad nasjonalt, om det er relevant å anvende randomiserte studier for å evaluere en behandling som i mange situasjoner er bedre, men dyrere, enn en annen behandling.</p>

Juridiske konsekvenser	<i>Rapport fra AG2:</i> Ansvarsperspektiv: Hvem som har til enhver tid i pasient-forløpet, inkludert selve proton-behandlingen, som har ansvaret for pasienten er foreslått i AG2.	Må avklares ytterligere.
Organisatoriske konsekvenser	<i>Rapporter fra AG2, AG3 og samfunnsøkonomisk analyse:</i> Underkapittel: 32, 33 i AG3.	Det vil bli gradvis avklart ettersom prosjektet fortsetter.
Samfunnsmessige konsekvenser	<i>Rapporter fra AG2, AG3 og samfunnsøkonomisk analyse.</i> Følger for nasjonal- og flerregionale funksjoner og pasientstrømmer (AG2). Økonomiske konsekvenser (Samfunnsøkonomi).	Det kreves systematisk arbeid på dette området i årene som kommer for fullt ut å avklare de samfunnsmessige konsekvens-ene av mindre bivirkninger fra stråleterapi og mer presis bestråling.

Tabell 1 – Status dokumentasjon ny behandlingsmetode

05



*Indikasjoner,
kapasitet og
dimensjonering*



5 Indikasjoner, kapasitet og dimensjonering

Dette kapittelet inneholder en redegjørelse for pasientunderlag og indikasjoner for behandling med protoner, samt en oppsummering fra funksjonsprogrammet med tanke på de dimensjonerende faktorer og vurderinger.

5.1 Indikasjoner for protonbehandling

I arbeidet med etablering av partikkelterapi og protonbehandling har det i alle land som har etablert tilbudet, vært mye usikkerhet og diskusjoner omkring pasientunderlag og indikasjoner for behandlingen, så også i den norske prosessen. Det har vært gjort en del arbeid rundt dette i de tidligere faser av det norske prosjektet og dette kapittelet inneholder en oppsummering av informasjon tidligere faser. I tillegg er det tatt inn ny informasjon og kunnskap omkring behandlingsformen. Alt dette er gjort grundig rede for i delrapport «Indikasjoner, kapasitet og dimensjonering».

5.1.1 Standardindikasjoner og kontrollerte, kliniske studier

Hovedspørsmålet ved innføring av protonbehandling er for mange kreftformer ikke om det er nyttig eller ikke, men om helsegevinsten forsvarer merkostnadene for de ulike kategorier pasientgrupper. De pasienter som innlysende vil ha en fordel av behandling med protoner, og som det internasjonalt ikke er noen uenighet om, er kreftsvulster hos barn og unge. Dette skyldes strålefølsomheten av friske celler og vev i vekst. I tillegg er det mulig å skåne spesielt sensitivt normalvev, noe som har gjort at strålebehandling hos unge er et viktig indikasjonsområde for protoner. Barnesvulster er likevel sjeldne i forhold til kreft hos voksne.

I tabellen under er det, i tillegg til barn, også listet opp noen diagnoser hos voksne, hvor protonterapi er førstevalg som standardterapi. Disse vurderes i dag for protonbehandling i utlandet.

Krefttyper hvor proton er standardterapi – etablerte indikasjoner
Barnesvulster
Kordomer/kondrosarkomer
Ondartet melanom i øyet
Meningiomer
Sentralt beliggende svulster i hjerne og hode
Gravide med kreft

Tabell 2: Oversikt krefttyper hvor protonbehandling anbefales som standardterapi. (Referanse AG3)

Indikasjonsområdene som er beskrevet over er relativt sjelden og utgjør bare mellom 70 og 200 pasienter årlig i Norge. Av disse pasientene ble det i 2015 sendt ca. 50 norske pasienter til behandling ved utenlandske sentra.

5.1.2 Indikasjoner der pasientene bør inkluderes i kontrollerte studier

Det er først når protonbehandling brukes til å erstatte fotonbehandling ved vanlige kreftformer for å forbedre resultatene, at pasientvolumet i vesentlig grad vil øke. Det anbefales at disse pasientene inngår i kontrollerte studier, der pasientene registreres og følges opp med spesielt henblikk på sykdomskontroll og langtidsbivirkninger. Dette vil kunne gi ny viten om effekten av protonbehandling og gjøre behandlingsmetoden aktuell som standardterapi for flere diagnoser og pasientgrupper i fremtiden. I delrapport «Indikasjoner, kapasitet og dimensjonering» er det gjort grundig rede for disse krefttypene og det henvises til 1-2 publiserte artikler per krefttype. Det gis også en grundig referanseliste i delrapporten.

Krefttyper der pasientene bør inkluderes i kontrollerte studier
Brystkreft
Inoperabel lungekreft
Metastaser til lunger
Kreft i hode/hals området
Kreft i gastrointestinalkanalen
Kreft i spiserør og magesekk
Kreft i bukspyttkjertelen
Kreft i lever og gallveier
Urologisk kreft, særlig prostatakreft og i kreft urinblære
Gynekologisk kreft
Lymfekreft

Tabell 3: Oversikt over krefttyper hvor protonbehandling bør inngå i kontrollerte studier. (Referanse AG3)

I det videre er det gjort en skjematisk kategorisering av disse to indikasjonsgruppene i kategori A og kategori B.

- Kategori A: De pasienter som har krefttyper hvor vi vet at protonbehandling er å foretrekke fremfor fotonbehandling, der diagnosen er gitt i listen over standardindikasjoner. Dette er de pasienter som i dag er aktuelle for protonbehandling i utlandet, og inneholder blant annet de fleste barn som tilbys strålebehandling.
- Kategori B: Denne gruppen er det store antallet krefttyper hvor fordelene med protonbehandling enda ikke er dokumentert, men hvor protoner med stor sannsynlighet antas å ha god effekt. Disse er aktuelle for kliniske, kontrollerte studier bl.a. ved sammenligning av doseplaner for foton- og protonbehandling.



Fig. 7. Prosentvisfordeling av det totale antallet pasienter som anbefales til behandling med protoner. Inndelt i standardindikasjoner og kontrollerte studier. (Referanse: Dansk center for partikelterapi.)

Indikasjonslister og seleksjonskriterier er ikke statiske, og de forventes å endre seg ettersom det tilkommer ny kunnskap om protonbehandling og behandlingens effekt. Det er derfor svært viktig å tilrettelegge for forskning og kontrollerte, kliniske studier ved etablering av protonterapi i Norge.

5.1.3 Randomiserte studier og etikk

Det er manglende randomiserte, kliniske studier der pasienter etter tilfeldighet gis enten etablert strålebehandling med fotoner eller protonbehandling. En hovedgrunn til dette er at det forut for strålebehandling lages doseplaner som viser fordelingen av stråledosen. Ved sammenligning av slike doseplaner for protonbehandling og fotonbehandling viser protonplanen svært ofte en mer gunstig dosefordeling enn fotonplanen. Å gjennomføre en randomisert studie der det på forhånd er klart at den ene pasientgruppen løper en større risiko enn den andre, oppfattes av de fleste å være uetisk. Det kan tenkes at det kan gjøres studier på noen pasienter som får boosterbehandling med proton i en fotonbehandling for bedre tumorkontroll.

I mangel på randomiserte protonterapistudier er det nest beste å følge opp pasientene med kontrollerte, kliniske studier av tilstrekkelig kvalitet, og vurdere om bivirkningen og tumoreffekten er i tråd med det som kunne forventes ut fra doseplanleggingen.

5.2 Pasientgrunnlag

De kliniske data fra pasientbehandling med protoner er blitt samlet over en ca. 50-årig periode, og baserer seg på behandling med utstyr fra det som nærmest var industrielle anlegg til moderne behandlingsutstyr som nå kan gi en mer optimal dosefordeling av stråling i vevet. Det er også først de siste årene at antall pasienter med ulike diagnoser har skutt fart. Dette gjør at resultatene fra hele denne tidsperioden ikke er så lett å sammenligne

og/eller overføre til dagens virkelighet.

Det har i de siste år blitt planlagt og bygd protonsentre flere steder i verden. Prosesser i andre europeiske land har vært interessante som underlag for den norske prosessen med tanke på pasientgrunnlag. Da den danske rapporten ble utarbeidet, ble det gjort estimater på et gjennomsnitt av pasientgrunnlaget fra Sverige, Østerrike, Frankrike og Italia. Likeledes har den norske planleggingsgruppen i arbeidet med konseptfasen, innhentet informasjon internasjonalt over estimert andel protonterapi pasienter i forhold til totalt antall stråleterapi pasienter.

Til tross for variasjoner i epidemiologi og infrastruktur er tallunderlaget innhentet i begge disse prosesser tilnærmet konsistent. Dette betyr at selv om det ikke foreligger det som kan kalles internasjonal konsensus omkring antall pasienter til protonterapi, er de gitte estimatene i litteraturen relativt samstemte.

Et gjennomsnitt av internasjonale estimater pr 2015 indikerer at om lag 12%-15% av det totale antall pasienter som behandles med stråleterapi (pasienter i alle aldersgrupper) vil ha en kvalitetsmessig bedre behandling med protoner. Dette kan være enten i form av bedret sykdomskontroll, reduserte bivirkninger på kort og lang sikt, eller redusert sannsynlighet for utvikling av stråleindusert kreft på lang sikt. Estimaten som er gjort er basert på prosesser før man har kommet i gang med partikkelterapi i de ulike landene. Dette er et viktig poeng, da det etter all erfaring vil bli en større etterspørsel etter behandlingen når tilgjengeligheten øker, både for pasienter og de fagpersoner som skal rekruttere og henvise pasienter.

I rapporten «Planlegging av Norsk senter for partikkelterapi» fra 2013 ble det anslått at 8- 11% av pasientene ville dra nytte av protonterapi, noe som avviker fra denne rapportens 12 – 17%. Allerede i Idefasen ble 8- 11% ansett som et for konservativt estimat. Hovedårsaken til økningen i pasientgrunnlag er at antall indikasjoner har blitt flere som følge av den teknologiske utviklingen som gir en stadig sikrere doseleveranse og dermed mindre skader på normalvev. Basert på klinisk erfaring kan andelen være enda høyere enn de 12 – 15% som i konseptfasen skisseres som det medisinske estimatet. Det har vært drøftet et ambisiøst, medisinsk estimat på 17%, men dette ligger ikke til grunn for kapasitetsberegninger.

Med dagens kunnskap finnes det ikke en generell avklaring med evidensbaserte tall som kan brukes som et vitenskapelig «bevis» for hvilket antall av stråleterapi pasientene som bør få tilbud om protonterapi – og hvilket antall som fortsatt bør tilbys fotonterapi. Det synes også som om egen erfaring med protonbehandling er et avgjørende kriterium for i hvilken grad man vurderer protonbehandling for flere pasientgrupper.

Dette betyr ikke at den oppbygningen av protonkapasitet som finner sted internasjonalt, både i nasjonale, regionale og lokale prosjekter, foregår uten et solid beslutningsunderlag. Det er et godt erfaringsgrunnlag som viser at protonbehandling gir redusert risiko for stråleindusert kreft og andre bivirkninger, men det er uhyre komplekst å skulle bevise at en type behandling er bedre for så mange pasientgrupper som spørsmålet omfavner.

5.3 Metode og datagrunnlag

5.3.1 Antall protonpasienter i Norge

Pasientgrunnlag er et begrep som viser til beregning av hvor mange pasienter som vil ha nytte av protonterapi. Dette baseres på det totale antallet pasienter som får konvensjonell stråleterapi i Norge. Per 2015 er det et

mål om at ca. 50% av kreftpasientene i Norge bør tilbys stråleterapi, noe som er nedfelt i Nasjonal Kreftplan.

Tallene for stråleterapipasienter i Norge er pasientdata hentet fra Statens Strålevern og det norske stråleterapimiljøet, og tabell 4 viser antall unike stråleterapipasienter i Norge i perioden 2001 – 2015.

Årstall	Antall stråleterapi pasienter	Årsvekst [%]
2001	7212	
2002	7714	7,0
2003	8443	9,5
2004	9316	10,3
2005	9832	5,5
2006	10012	1,8
2007	10488	4,8
2008	11020	5,1
2009	10625	-3,6
2010	11292	6,3
2011	11701	3,6
2012	11683	-0,2
2013	12184	4,3
2014	12650	3,8

Tabell 4: Oversikt over totalt antall stråleterapipasienter (unike pasienter) i Norge. Tallene er oppgitt fra KVIST ved Statens strålevern. (Referanse: Statens strålevern.)

I konseptfasen har det også vært arbeidet med pasientdata fra *Norsk pasientregister* – NPR, som inneholder opplysninger om alle pasienter som venter på eller har fått behandling i spesialisthelsetjenesten. Disse dataene viste seg å være vanskelig å omsette for stråleterapi, da de ikke nødvendigvis skiller på antall oppmøter for bestråling. Det ble i stedet valgt å benytte pasientdata fra Statens Strålevern, da disse gir et mer korrekt bilde av virkeligheten. Tallene fra Statens Strålevern viser antall faktiske, gjennomførte bestrålingssekvenser, og er således et mer realistisk utgangspunkt for beregning av pasientunderlaget. Dette er videre benyttet som utgangspunkt for alle beregninger knyttet til kapasitet og dimensjonering.

Som beskrevet tidligere angir det medisinske potensialet at om lag 12-15% av pasienter (alle aldersgrupper) som i dag får konvensjonell strålebehandling vil ha en kvalitetsmessig bedre behandling ved bruk av protonterapi.

5.4 Demografisk framskrevet aktivitet

Det er gjort framskrivninger av pasientgrunnlaget basert på en antatt årlig vekst av pasientgruppen på bakgrunn av forventet projisert økning i kreftforekomst. Tallene er framskrevet både til 2022 og 2030. År 2022 er planlagt som oppstartsår for drift av protonsenters i Norge. Økningen i kreftforekomsten i befolkningen skyldes i hovedsak vekst i befolkningen, men også at befolkningen relativt sett får flere eldre.

Fra starten av var protoner forbeholdt de pasienter hvor gevinsten intuitivt var størst, nemlig barn som hadde god sjanse til å overleve kreftsykdom og som måtte leve lenge med eventuelle senskader. Dette har endret seg, og i de senere år er det en utvikling som går imot at alle pasienter med forventet sykdomskontroll og risiko for langtidskader er aktuelle for protonbehandling. Dette betyr at også middelaldrende og eldre med kreft bør vurderes for protonbehandling. Den projiserte økningen i kreftforekomst de kommende årene (Kreftregisteret) forventes derfor å gi en nær proporsjonal økning i behovet for protonkapasitet.

På bakgrunn av dette er det realistisk, å anta en årlig vekst på 2% for antall pasienter som vil ha behov for stråleterapi i Norge frem mot 2030. Det er derfor valgt å benytte 2 % framskrivning ved beregning av kapasitet innenfor protonbehandling. Dette er en forsiktig estimering, men kan forsvares på grunn av at protoner i første omgang forventes å tilbys kurative pasienter primært, og ikke som palliasjonsbehandling. Hvis pasienter med mulig langtidsoverlevelse ved tumorkontroll skal tilbys protoner i fremtiden vil veksten av pasienter øke raskt utover 2%.

Som beskrevet tidligere kan man beregne et omtrentlig antall pasienter til protonbehandling ved å benytte antall pasienter til konvensjonell stråleterapi som utgangspunkt. Tabellen under viser framskrivning med 2% årlig vekst. Det er gjort beregninger ut fra to estimatene på hvor mange av de ordinære stråleterapipasientene som vil kunne ha nytte av protonbehandling. Utgangspunkt er tatt i pasienttall fra Statens strålevern i 2014, og framskrevet både til 2022 og 2030. Kun estimatet som viser 12% av stråleterapipasientene legges til grunn for videre drøftinger. Når det senere vises til et utbyggingsforslag med en kapasitet som dekker kun 6-8% av befolkningen, er årsaken at det er mulig å tenke på en lavere utbyggingsgrad enn det medisinsk anbefalte estimatet på 12%, da det vil ta tid å rekruttere pasienter og ta i bruk total kapasitet i et protonseneter. Innen den tid kan det ha skjedd mye både innenfor den medisinske og den teknologiske utviklingen.

	2014	2022	2030
Totalt antall stråleterapipasienter	12650	14822	17366
Protonterapipasienter estimat 12%	1520	1780	2080
Protonterapipasienter estimat 17%	2150	2520	2950

Tabell 5: Oversikt over antall stråleterapipasienter framskrevet til 2022 og 2030 og omregnet til antall protonterapipasienter fra 12% og 17%-estimer. Tallene tar utgangspunkt i reelle behandlingstall for 2014 fra KVIST ved Statens Strålevern. Referanse: Statens strålevern)

Ved en fordeling av pasientunderlaget i de ulike helseregionene legges det til grunn at Helse Sør-Øst, Helse Nord, Helse Midt og Helse Vest er ansvarlig for henholdsvis 56%, 10%, 13% og 21% av befolkningen i Norge. Figurene under viser protonterapipasienter per helseregion for henholdsvis år 2022 og 2030, og gis for 12%- og 17%-estimatene. Som klargjort tidligere er det kun 12% estimat som benyttes for det videre arbeidet, men det er likevel valgt å vise beregninger for 17% for å illustrere sårbarhet i beregningene hvis antall pasienter skulle øke.

Det legges til grunn at projisert befolkningsutvikling fra år 2015 til år 2040 viser relativt lik fordeling mellom

helseregionene. Betydningen av de relative endringer i aldersfordeling mellom populasjonen i regionene er ikke korrigert for aldersmessige endringer i kreftforekomst.

Scenario:	Totalt antall pasienter nasjonalt 2022	Estimert antall protonterapi pasienter pr helseregion i 2022			
		Helse Sør-Øst	Helse Nord Vest	Helse Midt	Helse
12% estimat	1780	1000	180	230	370
17% estimat	2510	1400	250	330	530

Tabell 6: Antall protonterapi pasienter pr helseregion i 2022 for 12% estimat og 17% estimat basert på framskrivning av totalt antall stråleterapi pasienter.

Scenario:	Totalt antall pasienter nasjonalt 2030	Estimert antall protonterapi pasienter pr helseregion i 2030			
		Helse Sør-Øst	Helse Nord	Helse Midt	Helse Vest
12% estimat	2080	1170	210	270	430
17% estimat	2950	1650	300	380	620

Tabell 7: Antall protonterapi pasienter pr helseregion i 2030 for 12% estimat og 17% estimat basert på framskrivning av totalt antall stråleterapi pasienter.

5.5 Variabler, omstillingsfaktorer og utnyttelsesgrader

Det er flere veier å omregne antall protonterapi pasienter til antall rom basert på forutsetninger omkring åpningstid, antall dager per år, antall fraksjoner per pasient og hvor mange minutter pasienten er i behandlingsrommet. Det henvises videre til funksjonsprogram for en grundig gjennomgang av dette.

Det har blitt konkludert med følgende forutsetninger for videre vurdering av behovet for antall protonbehandlingsrom i Norge:

1. Pasientunderlag 12%
2. Framskrevet med 2% til år 2022 og 2030
3. Antall fraksjoner per pasient = 26
4. Behandlingstid per pasient = 25 minutter
5. Åpningstid = 13 timer per dag / 240 dager i året

Disse forutsetningene gir følgende matematiske beregning av behovet for antall behandlingsrom, anslagsvis 6 – 7 rom i 2022, og 7-8 rom i 2030.

Pasienter per time	Åpningstid	Pasienter pr dag	Dager (240/250)	Alternativ	Pasient-grunnlag 2022	Antall rom 2022	Pasient-grunnlag 2030	Antall rom 2030
2,4	13	31,2	250	12%	1779	5,9	2084	6,9
2,4	13	31,2	240	12%	1779	6,2	2084	7,2

Tabell 8: Kapasitet ved framskrivning til år 2022 og år 2030, 25 min/ pasient, 26 fraksjoner, 2% økning per år i pasientunderlag. Det gis estimater for både 240 og 250 dager per år.

Det er hele tiden lagt vekt på at små endringer i forutsetningene vil gi relativt store endringer i behovet for antall rom.

Hvis den forventede veksten i krefttilfeller skulle øke mer enn de forventede 2% vil dette ha betydning for pasientunderlaget, og behovet for antall rom vil gå opp. På samme måte vil det ha stor betydning hvis estimatet om at 12% av dagens stråleterapipasienter er aktuell for proton viser seg å være høyere eller lavere enn beskrevet i delrapport «Indikasjoner, kapasitet og beregninger». Hvis pasientgrunnlaget i fremtiden skulle øke opp mot 17 %, gir dette et økt behov opp til størrelsesorden 9-11 behandlingsrom

For antall fraksjoner (antall strålebehandlinger) per pasient, har også dette tallet vært i bevegelse, og det er benyttet ulikt antall fraksjoner i ulike land. For beregninger av kapasitet er det lagt til grunn 26 fraksjoner, noe som svarer til et omtrentlig antall fraksjoner som ligger til grunn for moderne, kurativ, konvensjonell stråleterapi med fotoner (25 – 35). Med de usikkerheter som finnes rundt dette, kan det tenkes at antallet fraksjoner på 26 kan justeres i begge retninger. Mest sannsynlig antas det at antall fraksjoner øker heller enn å reduseres. Hvis gjennomsnittlig antall fraksjoner per pasient tenkes økes til 28, vil det gi en endring med behov for et ekstra behandlingsrom.

Tiden hver pasient bruker i protonbehandlingsrommet vil variere mellom de «enkle» diagnosene, som kanskje bruker 15 minutter i rommet, og for eksempel barn i anestesi som vil kreve en behandlingstid helt opp mot 45 minutter per pasient. Det er valgt et gjennomsnitt på 25 minutter som underlag for beregningene videre.

Hvis behandlingstiden per pasient går ned, slik det beskrives at det forventes blant annet ved Skandionkliniken i Sverige, vil behovet for antall rom gå noe ned. Reduseres behandlingstiden til 20 minutter per pasient vil det være et behov for 5- 6 rom nasjonalt, hvis den reduseres ned til 15 minutter vil det være behov for 4- 5 behandlingsrom nasjonalt. Hvis det derimot viser seg at behandlingstiden er lenger enn de gjennomsnittlige 25 minutter som ligger til grunn for konseptfasens beregning av kapasitetsbehov, vil behov for protonbehandlingsrom gå opp. Det er tendenser i utviklingen av moderne stråleterapi som indikerer både mot mer tidkrevende behandling (mer bildetaking i behandlingsrommet) og kortere behandlingstid (raskere avlevering av strålingen). Det er derfor vanskelig å trekke konklusjoner for fremtidig utvikling.

For utnyttelsesgrad av et protonterapianlegg er det lagt til grunn at det skal være åpningstider på 13 timer per dag 5 dager i uken og 240 dager i året. Investeringskostnadene for et protonsender anses å være såpass høye

at det må etterstrebases en maksimal utnyttelsesgrad av utstyr og rom. Alle tabeller synliggjør konsekvenser ved åpningstid 250 dager per år, da dette delvis er lagt til grunn for beregninger for kapasitet blant annet i Danmark. Dette kan synes noe ambisiøst lagt til norske forhold i forbindelse med arbeidsmiljø og lovgivning. Hvis senteret utnyttes 250 dager per år vil behovet for antall protonbehandlingsrom gå noe ned.

06



*Alternativer
som utredes*



6 Alternativer som utredes

6.1 Alternativer som utredes

Følgende behandlingsskapasitet er utredet i konseptfasen:

- Behandlingskapasitet tilsvarende dagens modell med behandling i utlandet fremskrevet til 2022
- Behandlingskapasitet tilsvarende dansk utbyggingsmodell – 6-8% av dagens stråleterapipasienter får protonbehandling i 2022
- Behandlingskapasitet i henhold til faggruppens estimat - 12% av dagens stråleterapi pasienter får protonbehandling i 2022

Som beskrevet tidligere viser de beste tilgjengelige medisinske estimater at om lag 12- 17% av det totale antall pasientene som i dag behandles med stråleterapi vil kunne få en kvalitetsmessig bedre behandling med protoner enn fotoner. Dette er enten relatert til bedre sykdomskontroll, reduserte bivirkninger på kort og lang sikt, eller redusert sannsynlighet for utvikling av stråleindusert kreft på lang sikt. Dette utgjør et pasientgrunnlag på ca 1800-2500 pasienter i 2022 som igjen gir behov for 7-9 behandlingsrom totalt i 2022.

Det er ingen av de land som har fått erfaring med protonbehandling har vedtatt eller gjennomført utbygging av protonkapasitet opp mot 12-17% av pasientene som får strålebehandling, det vises til kapittel 4.7 som viser en sammenstilling av dette. Internasjonalt er det mest relevant at Nederland, Sverige og Danmark vil antall utbyggingen tilsvare omlag 2,1, 3,2 og 1,5 mill innbyggere per behandlingsrom når pågående utbygging er gjennomført og de uinnredete behandlingsrommene er tatt i bruk. Det er sannsynlig at det vil komme en ytterligere utbygging av protonkapasiteten i disse landene når kapasiteten fylles, basert på deres behovsestimater.

Konseptrapporten anbefaler at Norge starter opp med en oppbygging av protonterapi som tilsvarer en kapasitet på 6-8% av pasientene som i dag får stråleterapi, dette tilsvarer ca 850-1150 pasienter og ca 1,3-1,7 mill innbyggere pr behandlingsrom. Av dette vil ca 270 pasienter omfatte standard indikasjoner. Øvrig pasientgrunnlag vil omfatte kontrollerte, kliniske studier og vil omfatte pasientgrupper man mener har god nytte av protonterapi. Norge vil da som øvrige land starte med færre behandlingsrom enn estimert behov, men som øvrige land vil evident pasientgrunnlag få tilbudet i eget land. Erfaringer fra andre land som har startet opp med partikkelterapi tilsier at det tar tid å øke opp antall pasienter og få all logistikk til å fungere. Det tar tid å opparbeide full kapasitet på alle behandlingsrom, samt å innhente erfaringer fra driften av anlegget. Derfor kan det forsvares å starte opp med færre behandlingsrom enn det estimerte behovet. Konseptrapportens anbefaling om 6-8% innebærer et fornuftig, robust anslag over nødvendig kapasitet, samtidig som konseptet rommer mulighetene for utvidelser. Det er klare indikasjoner på at kapasiteten bør økes etter dette, men ut fra kostnaden ved etableringen bør beslutning om videre kapasitetsøkning avvendes til man har noe erfaring med drift i Norge og enda bedre erfaringsgrunnlag fra sammenlignbare land som Sverige, Danmark og Nederland. Det er også en vel anvendt tilnærming å bygge et antall rom for så kun utstyre bare noen av dem i første omgang. Da er det mulig med en forholdsvis rask ekspansjon når behovet melder seg. Det er også en mulighet å starte først med ett-skifts ordning inntil pasienttallet tilsier behov for utvidet åpningstid.

Det er tidligere besluttet i prosjektets styringsgruppe at det medisinske estimatet på 17% ikke skal utredes fullt

ut i konseptfasen. Dette på bakgrunn av usikkerhet rundt pasientgrunnlag, erfaringer fra drift og behovet for gradvis oppbygging over tid. For å nå det medisinske estimatet på 12% må det legges til grunn en gradvis oppbygging over tid, dette er nærmere beskrevet i kapittel 5. Det er viktig å merke seg at når et senter med 3 eller 4 behandlingsrom er klar for klinisk drift i 2022 tar det ca 4-6 år før senteret har nådd sin fulle kapasitet, og pasientgrunnlaget har dermed økt basert på befolkningsutvikling. Ved full drift vil pasientgrunnlaget være nærmere pasientgrunnlaget for 2030 enn 2022.

Tabellen under viser en sammenstilling av hvor mange pasienter som er mulig å behandle pr behandlingsrom. Sammenstillingen er utarbeidet på bakgrunn av forutsetning om 290 pasienter/behandlingsrom.

Antall behandlingsrom	% Andel av stråleterapi 2022	% Andel av stråleterapi 2030	Antall pasienter som får behandling 2022/2030
2 rom	4 %	3%	580
3 rom	6 %	5%	860
4 rom	8 %	7%	1150
5 rom	10 %	8%	1440
6 rom	12 %	10%	1730
9 rom	18 %	15%	2590

Tabell 9: Antall pasienter per behandlingsrom

Følgende utbyggingsalternativer er utredet i konseptfasen:

Alternativ 0 Ingen utbygging

Alternativ 1 = 1 senter

1a (6%) 3 behandlingsrom, 1 uinnredet behandlingsrom og 1 forskningsrom.

1b (8%) 4 behandlingsrom og 1 forskningsrom.

Alternativ 2 = 2 senter

2aa (6%) Helse Sør-Øst RHF: 2 behandlingsrom, 1 uinnredet behandlingsrom og 1 forskningsrom.

Helse Vest RHF : 1 behandlingsrom og 1 forskningsrom.

2b (8%) Helse Sør-Øst RHF: 3 behandlingsrom, 1 uinnredet behandlingsrom og 1 forskningsrom.

Helse Vest RHF : 1 behandlingsrom, 1 uinnredet behandlingsrom og 1 forskningsrom.

Tabellen under viser en sammenstilling av alternativene over:

Sammenstilling av alternativer som utredes:	Bygg i alt. Gantry + forskning	Utstyrt rom = behandlingskapasitet	Bygg herav forskningsrom	% andel av stråleterapi pasienter 2022	% andel av stråleterapi pasienter 2030
Alternativ 0: Dagens situasjon					
0 100 pas 2022/ 200 pas 2030	0	0	0	0,7%	1,3%
Alternativ 1: Et senter plassert i Oslo eller Bergen					
1a 3(4)G + 1F	5	3	1	5,8%	5,0%
1b 4G + 1F	5	4	1	7,8%	6,6%
Alternativ 2: 2 sentre plassert i Oslo og Bergen					
2aa 2(3)G + 1F /1G +1F	6	3	2	5,8%	5,0%
2b 3(4)G + 1F/1(2)G +1F	8	4	2	7,8%	6,6%

Tabell 10: Utbyggingsalternativer som utredes

Følgende alternativer er kun kostnadsberegnet i konseptfasen:

Sammenstilling av alternativer som utredes:	Bygg i alt. Gantry + forskning	Utstyrt rom = behandlingskapasitet	Bygg herav forskningsrom	% andel av stråleterapi pasienter 2022	% andel av stråleterapi pasienter 2030
Alternativ 3: Full utbygging. 4 sentre plassert i Oslo, Bergen, Trondheim og Tromsø					
0a 860 pas				5,8%	5,0%
0b 1150 pas				7,8%	6,6%
3aa 3G+1F/1G+1F/1G/1G	8	6	2	11,7%	10%
3b 4G+1F/2G+1F/1G/1G	10	8	2	15,5%	14,9%

Tabell 11: Utbyggingsalternativer som kun kostnadsberegnes

Forklaring til tabellene over:

- 0a tilsvarer samme behandlingsskapasitet som 1a/2aa der alle pasienter sendes til utlandet.
- 0b tilsvarer samme behandlingsskapasitet som 1b/2b der alle pasientene sendes til utlandet.
- Alternativ 3aa/3b tilsvarer videre utvikling i alle 4 regionale helseforetak.
- Antall rom er basert på 26 fraksjoner, 290 pas/rom, 240 dager/år
- G= behandlingsrom, gantry, F= forskningsrom
- Tall oppgitt i (n) = uinnredet behandlingsrom (uten gantry)

Etter innhenting av kompetanse om og erfaring fra andre steder hvor det utføres partikkelterapi, legges det til grunn at ved mer enn 5 behandlingsrom ved ett senter bør behandlingsrommene fordeles på to ulike produksjonsenheter/akselerator.

Foreslått kapasitet for en akselerator er 4 behandlingsrom i tillegg til et forskningsrom. Det vil derfor være fornuftig å bygge et senter med 4 behandlingsrom fremfor 3 behandlingsrom, slik at en har tatt høyde for

fremtidig utvidelse allerede når en bygger senteret.

Det er felles for alternativene lagt til grunn at det skal etableres forskningsinfrastruktur ved alle. Selv om protonbehandling har vært benyttet i begrenset grad siden 1950-tallet, er det først de siste 10-20 årene at behandlingsformen har blitt etablert for fullt i en klinisk sykehusramme. Siden det fremdeles gjenstår mye arbeid med å fremskaffe data fra studier som kan gi et klarere bilde av hvilke pasienter som har størst nytte av protonbehandling, er det viktig å avsette tilstrekkelige midler til å drive klinisk forskning og annen type forskning i et nasjonalt og internasjonalt forskningsmiljø. Dersom protonbehandlingen fordeles på to sentre, bør det legges til rette for forskning i begge sentre. Et forslag er at man kan dele opp aktiviteten slik at det ene senteret ivaretar dyre-/celleforskning og det andre ivaretar forskning på detektorer/dosimetri. Ved å forske på «alt» begge steder vil forskningen kunne bli for fragmentert og miljøene dermed vil komme til å konkurrere om de samme forskningsressursene. Dersom et senter bygges uten forskningsrom i alternativ 2, vil det fortsatt være de samme mulighetene for å drive med klinisk forskning samt benytte seg av forskningsressurser på det senteret med forskningsrom.

Det er i konseptfasen utredet mange ulike alternativer i tillegg til alternativene som er nevnt over. Prosessen med utslising av alternativene er vurdert utfra:

- Realistisk behandlingsskapasitet og størrelse ved oppstart
- Ønske om mest mulig likeverdige alternativer

6.2 Videre utvikling av protonterapi

6.2.1 Utvidelsesmuligheter av eksisterende anlegg

Det er for flere av alternativene foreslått etablering av uinnredede behandlingsrom fra starten av. Dette for å sikre fremtidig fleksibilitet. Erfaring fra andre land viser at det vil være veldig komplisert å etablere et ekstra behandlingsrom i ettertid uten at dette får konsekvenser på driften av anlegget. Dette er relatert til at det er komplisert å etablere en betongbunker i ettertid i en situasjon med nærhet til et protonsentre i full drift, og som er sårbart for utkoblinger og rystelser fra byggeaktivitet. Merkostnaden for en etablering av et ekstra behandlingsrom i ettertid vil være mer kostbar enn ved å bygge dette bunkerrommet samtidig med etablering av anlegget.

Ved fremtidige planer om karbonterapi er det sett på muligheten for å avsette tomt til et eget karbonsenter.. Det anbefales ikke en kombinert proton/karbon-synkrotron i denne fasen, noe som blir en betydelig fordyrende installasjon. Hvis det skal være et poeng med en kombinert akselerator, bør det ikke legges opp til mer enn to behandlingsrom for protonterapi fra starten av, da det vil være lite aktuelt at en akselerator betjener mer enn fire behandlingsrom i tillegg til et aktivt forskningsrom.

6.2.2 Regional utbyggingstakt

Det er et mål at tilbudet til protonbehandling skal sikres likeverdig tilgjengelighet uavhengig av geografisk bosted i Norge, og det er naturlig med en regionalisering av behandlingstilbudet når pasientvolumet og kompetansen rundt protonbehandling nasjonalt økes. Det forutsettes at det tar inntil 4-6 år å trappe opp kapasiteten fra første pasient behandles til full kapasitet er nådd ved et protonsentre, enda lengre tid hvis senteret bygges med ett uinnredet rom fra starten. Dette baseres på erfaringstall fra andre klinikker som har vært igjennom denne prosessen, og dette tidsrommet begrunnes med at det tar tid å endre

rekvisisjonsmønstre blant leger og forankre behandlingstilbudet i de ulike tumorgruppene etc. Det vil også ta tid å rekruttere og utdanne personale som skal arbeide med protonterapi, og denne ekspansjonen av personale bør skje gradvis. Samtidig forutsettes det at det vil ta 3-5 år å bygge et nytt protonbehandlingstilbud i Norge fra beslutningen fattes til første pasient kan behandles – noe avhengig av tomt og andre bygningsmessige forhold.

6.2.3 0-alternativet

Ved valg av 0-alternativet bør Norge innen kort tid (2-4 år) ta en ny vurdering på utbygging av protonterapi nasjonalt.

6.2.4 Alternativ 1 – ett senter

Ved valg av alternativ 1a/1b i HSØ eller HV er det naturlig at det planlegges for en snarlig videre utbygging, da kapasiteten for dette senteret antas å være nådd innen 4-6 år. Det er naturlig at neste steg vil være i den nest største helseregionen HV eller den største helseregionen HSØ, for å gi et nærmest tilbud til flest mulig pasienter nasjonalt. Ved valg av utbygging i HSØ bør en beslutning om å innrede ledig bunker i eksisterende protonsentre komme parallelt med beslutning om nytt senter, for å få en mer gradvis kapasitetsøkning nasjonalt. Ved ferdigstilling av senter i HV eller HSØ bør det videre vurderes en ytterligere opptrapping i HMN og deretter i HN.

6.2.5 Alternativ 2 – to sentre

Ved valg av alternativ 2 er det naturlig at det planlegges for en videre utbygging når kapasiteten nasjonalt er nådd (5-7 år – noe lengre tid enn alternativ 1, da det er større kapasitet nasjonalt). Det er naturlig at neste steg vil være i den tredje største helseregionen, HMN – for å gi et nærmest tilbud til flest mulig pasienter nasjonalt. Beslutning om innredning i ledige bunkere i eksisterende protonsentre bør komme parallelt med beslutning om nytt senter, for å få en mer gradvis kapasitetsøkning nasjonalt. Ved ferdigstilling av senter i HMN bør det videre vurderes en ytterligere opptrapping i HN.

Figur 8 og 9 viser illustrasjon over disse tre uavhengige beslutningspunktene som vil gi en regional utbygging av protonterapi for å dekke det medisinske behovet. Tidspunktet for beslutningene kan justeres ut fra endringer i behovet, f.eks. at behandlingen blir mer kjent og at pasientkravet og/ eller etterspørselen blant fagfolk øker.

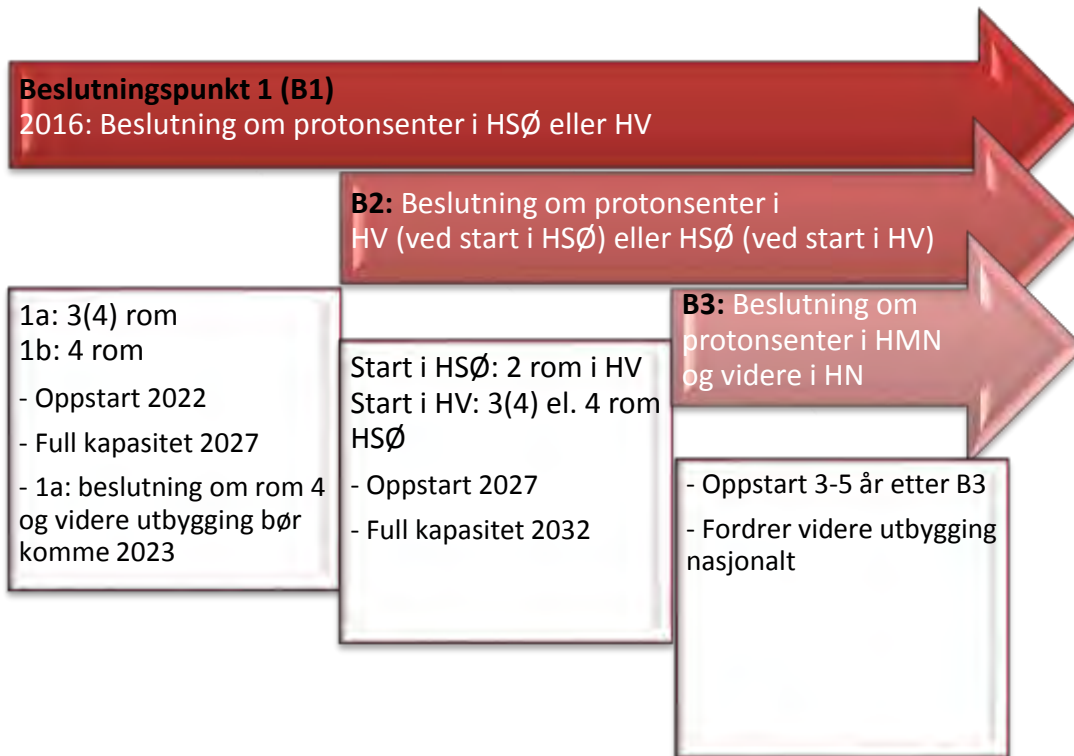


Fig.8: Tenkt utbyggingstakt ved alternativ 1

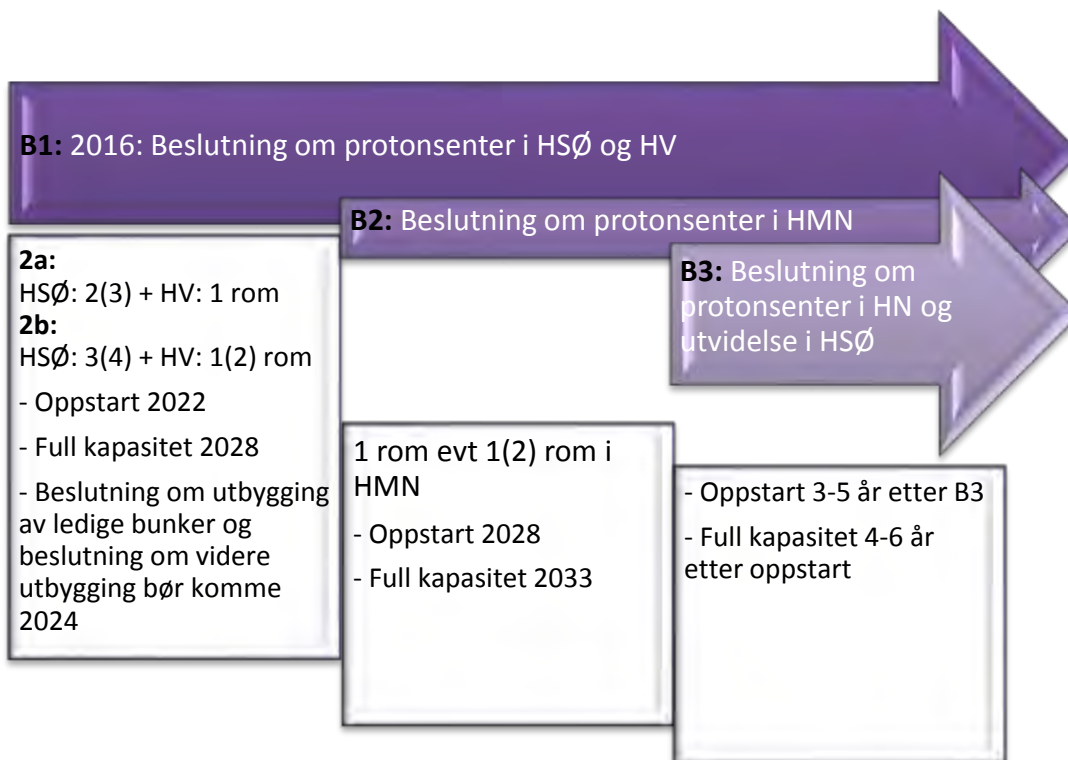


Fig.9: Tenkt utbyggingstakt ved alternativ 2 (Referanse: AG2)



07



*Organisering og
samarbeid*



7 Organisering og samarbeid

7.1 Nasjonal og flerregional behandlingstjeneste

Organisering av protonbehandling i Norge må legge til rette for godt samarbeid mellom de norske fagmiljøene og sikre likebehandling uansett geografisk bosted. Et norsk behandlingstilbud for protonterapi bør organiseres som en nasjonal (ett senter) eller flerregional (to sentre) behandlingstjeneste etter Forskrift FOR-2010-12-17-1706, Godkjenning av sykehus, bruk av betegnelsen universitetssykehus og nasjonale tjenester i spesialisthelsetjenesten og tilhørende veileder.

Spesielt for flerregionale behandlingstjenester må det sikres at behandlingsstedene skal ha felles henvisningskriterier og anvende like behandlingsmetoder.

For å sikre at behandlingstilbudet oppfyller intensjonene om nasjonal samhandling og et likeverdig behandlingstilbud for alle norske pasienter, bør det opprettes en **nasjonal referansegruppe for protonterapi**.

En slik organisering skal sikre etablering av felles behandlingsforløp, protokoller og oppfølgingsstudier, samt nasjonalt forskningssamarbeid. Det anbefales at gruppen ledes fra en helseregion som ikke har protonsentre.

Det må finnes klare økonomiske retningslinjer ved overføring av pasienter mellom ulike helseregioner ved nasjonal eller flerregional behandlingstjeneste.

Det er en fordel å etablere ovenfor nevnte organisering så raskt som mulig. Da kan man starte arbeidet med å planlegge drift og behandlingsprotokoller i god tid før oppstart av pasientbehandling. De pasienter som sendes utlands inntil det blir etablert protonbehandling i Norge kunne også få mer koordinerte behandlingsforløp hvis utenlands behandlingen ble styrt av en nasjonal referansegruppe for protonterapi.

Erfaringsinnhenting fra andre sentre som nylig har startet med protonbehandling understøtter viktigheten av tidlig etablering av organisasjonsform. Eksempelvis er deler av organiseringen allerede på plass i Danmark, flere år før oppstart av pasientbehandlingen. Tilsvarende var mye klart i Essen før oppstart av senteret der.

Gode samarbeidsløsninger må basere seg på gode IKT løsninger, og det understrekes viktigheten av å etablere gode, strømlinjeformede løsninger for å overføre data mellom de ulike helseregionene.

For videre utdyping om organisering av protonterapi som en nasjonal eller flerregional behandlingstjeneste, oppgavespesifisering for faglig referansegruppe, samt en redegjørelse for andre nasjonale prosesser for organisering og samarbeid i Sverige, Danmark, Storbritannia, Nederland og Østerrike henvises det til delrapport «**Nasjonalt samarbeid og støtterom**».

7.2 Organisering forskning

Når det gjelder organisering av forskningsvirksomheten, så følger dette av tankegangen til Nasjonal samarbeidsmodell. Det er svært viktig at alle studier samordnes nasjonalt for å sikre pasientrekruttering. Et premiss i konseptfasen er at protonbehandling skal være ett nasjonalt eller to flerregionale anlegg. Herav følger at de helseregionene uten protonsentre skal ha samme tilgangen til forskningsvirksomheten som de regionene som har et senter. Det er dermed viktig å ha en overordnet organisering som sikrer lik tilgang.

Det er bred enighet om en slik organisering.

7.3 Oppgavefordeling

Fiksering og doseplanlegging kan både foregå regionalt og/eller sentralt ved protonsentre, begge måter har fordeler og ulemper, disse er beskrevet inngående i delrapport «Organisering, samarbeid og støtterom».

Det anbefales at fiksering og doseplanlegging, samt all oppfølging og justering underveis gjøres sentralt fra starten av, og at en desentralisering av dette arbeidet kan vurderes på et tidspunkt hvor en regional utbygging blir aktuelt. Samtidig er det svært viktig at fagfolk fra alle de fire helseregionene deltar i arbeidet med å planlegge pasientene for protonbehandling, både for å sikre kompetanseoppbygging i de regioner som ikke har protonterapi, samt for å fremme nasjonalt samarbeid og fagutvikling.

Enkelte pasienter må også få annen behandling under protonbehandlingen, som for eksempel kjemoterapi. Det vil være naturlig at dette også utføres i tilknytning til protonsenderet. Behandling før og etter, samt oppfølging av pasienten etter behandling vil naturlig skje ved de regionale sykehusene der pasientene hører hjemme, da i nært samarbeid med fagfolkene ved protonsenderet.

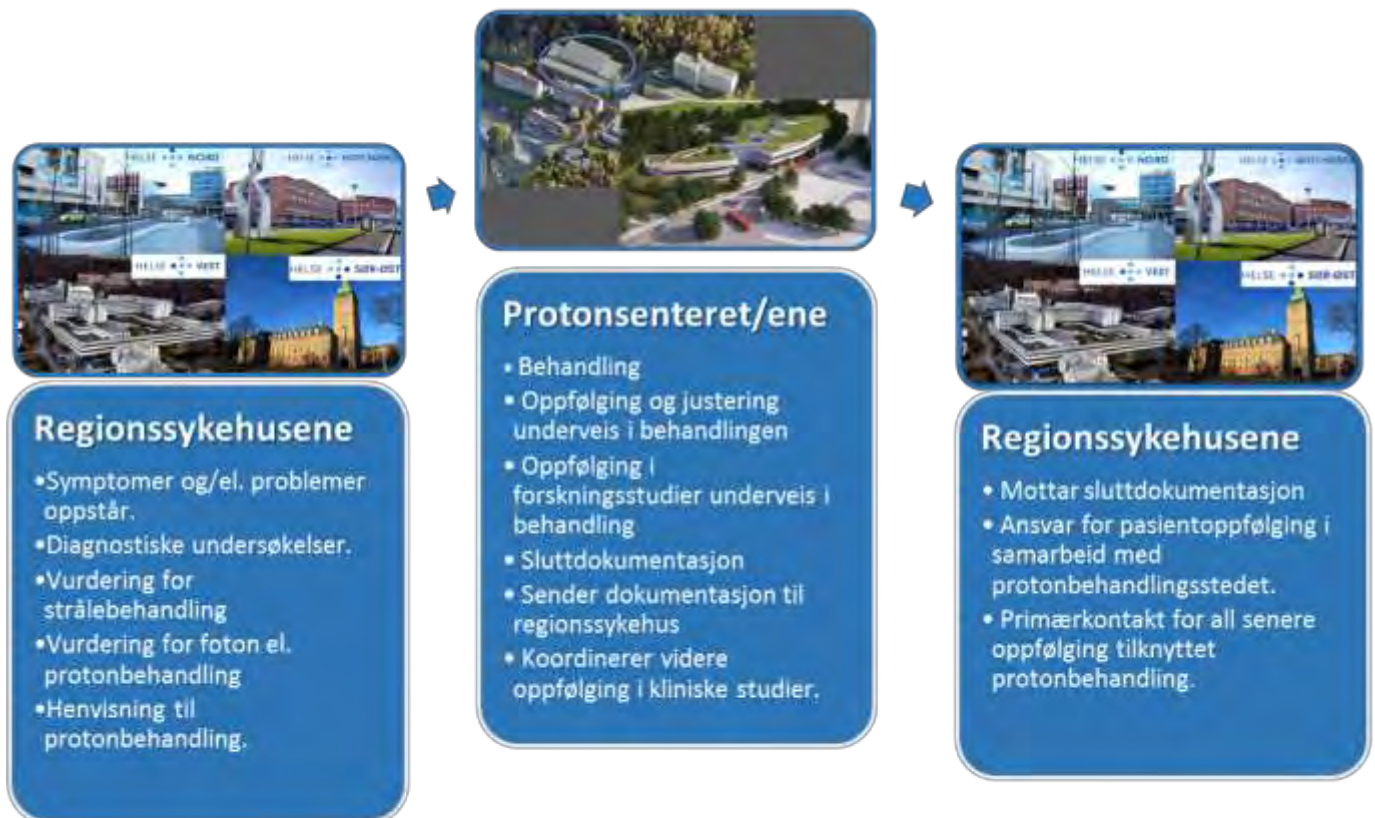
For at et nasjonalt protonterapitilbud skal oppnå suksess må det være utarbeidet flere kliniske behandlingsprotokoller før behandlingstilbudet startes.

7.4 Fellesarenaer for kompetanseoppbygging i de ulike helseregionene

Det bør etableres ukentlige, faste videomøter mellom behandlingssenteret/ene og de øvrige regionene. På disse møtene gjennomgås henviste pasienter fra regionen som skal starte behandling. For å etablere et godt nasjonalt, klinisk samarbeid, er det viktig at alle relevante pasientcase beskrives og drøftes i slike videomøter.

Felles doseplanleggingsutstyr er et krav for å ivareta kompetanseoppbygging i alle helseregioner. De regionene som ikke har et fysisk protonterapitilbud må ha mulighet til å lage doseplaner for å vurdere om pasientene bør få proton- eller fotonbehandling, samt at regionene må kunne motta pasientdokumentasjon etter endt behandling. Denne dokumentasjonen må være tilgjengelig i pasientens bostedsregion for å ivareta sikker behandling ved et senere tidspunkt.

Figuren viser en skjematisk fremstilling over fordeling av oppgaver i pasientforløpene mellom regionsykehusene og protonsentere.



Figur 10: Mulig pasientflyt og arbeidsdeling ved protonterapi som nasjonal eller flerregional behandlingstjeneste. (Referanse:AG2)

7.5 Kompetanse, rekruttering og bemanning

Fra det fattes en beslutning om etablering av protonterapi i Norge må det igangsettes ansettelse av kjernepersonell for å bygge opp kompetanse og delta i etableringsprosessen. I andre land er erfaringen at det er en fordel å ha en opptrappingsplan for ansettelse og utdanning av fagpersoner på plass så tidlig som mulig. Den største kompetansegruppen som skal rekrutteres er stråleterapeuter.

Her beskrives bemanning, kompetansebehov og rekruttering for den kliniske og tekniske driften av et protonsentere. For beskrivelse av dette når det gjelder forskning, henvises det til kapittel 7 i Konseptrapporten.

Figuren under illustrerer behovet for opptrapping av bemanning før klinisk drift. Modellen er basert på Dansk Center for Partikkelterapi.

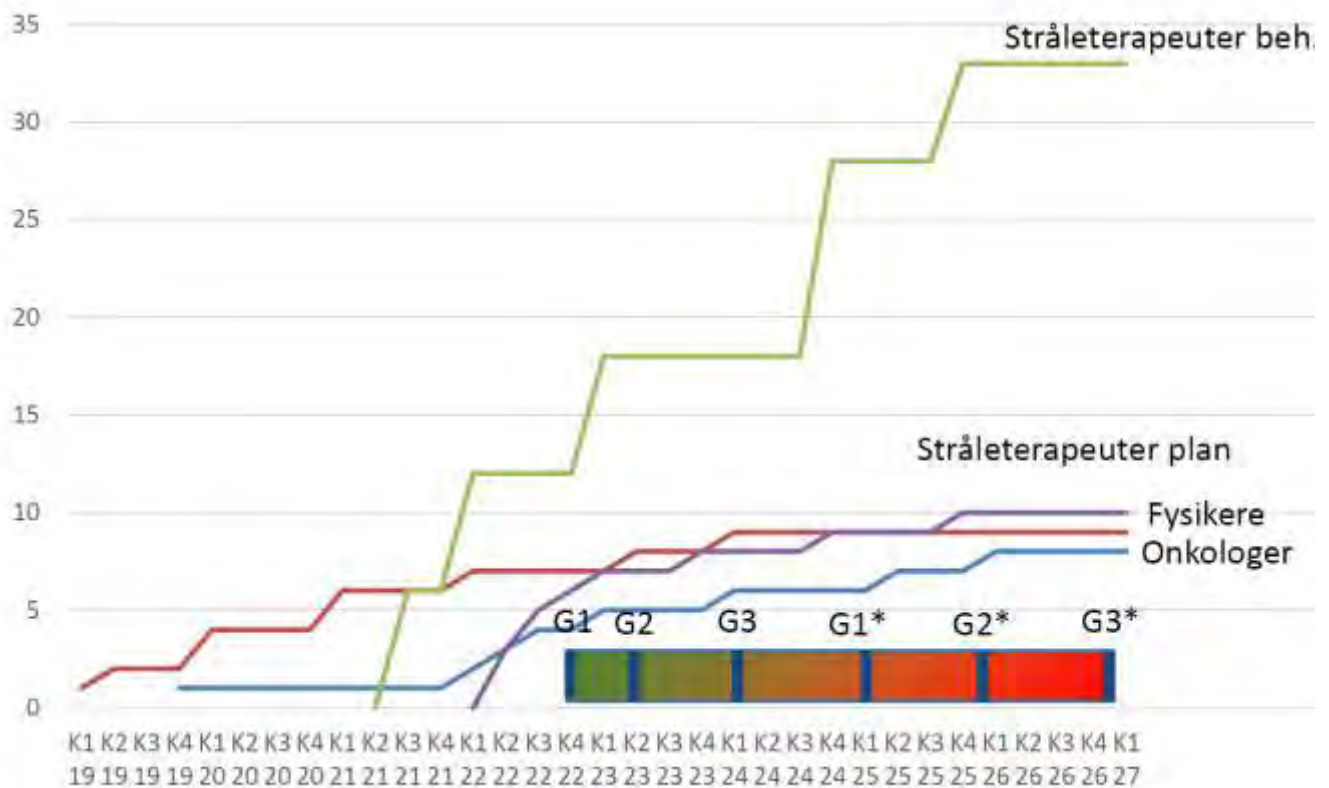


Fig.11 Opptappingsplan for bemanning, basert på dansk modell. (Referanse: Dansk center for partikelterapi.)

7.5.1 Bemanning klinisk drift:

Drift av et senter for protonterapi er avhengig av flere yrkesgrupper. En forutsetning som ligger til grunn for arbeidet rundt kompetanseoppbygging og ansettelse er at protonterapi må anses som en utvikling av dagens konvensjonelle stråleterapi med fotoner. Det vil si at ved full drift – etter en opptappingsperiode- bør bemanningen være korresponderende med behovet for bemanningen ved et ordinært stråleterapisenter.

Som et eksempel har stråleterapivirksomheten ved Oslo Universitetssykehus med 17 behandlingsrom, Radiumhospitalet og Ullevål sykehus, per mai 2016, 157 årsverk stråleterapeuter, 25 årsverk kliniske fysikere og 2 IT-fysikere. Dette inkluderer ledere. Disse tallene ligger til grunn for beregning av bemanning ved et protonsenters. Det henvises ellers til Funksjonsprogram for beregning av bemanning.

På grunn av at dette er utstyr med høy investeringskostnad, er det beregnet lengre åpningstider per behandlingsrom enn ved ordinær stråleterapivirksomhet i Norge i dag. Det planlegges med 13 timers åpningstid/2 skift/5 dager per uke/240 dager i året. En toskiftsordning kan være vanskeligere å bemanne på grunn av ugunstig arbeidstider med kveldsarbeid og turnus. Dette taler for at protonanlegget med fordel kan ligge i tilslutning til en konvensjonell stråleterapiklinikk, der det er mulig at stråleterapeuter kan rotere mellom proton og fotonbehandling. Det er i den sammenheng også viktig å sikre kontinuitet og spesialisert kompetanse, slik at en slik rotasjon må vurderes nøye.

Det forutsettes at en lineærakselerator (strålemaskin for fotonbehandling), som har kapasitet for å behandle ca. 330 pas/maskin/år på dagtid, behandler tilnærmet like mange pasienter som en protonbunker med 13 timers drift (ca. 275 pas/13 timers protondrift). Dette betyr at antall kreftleger og kreftsykepleiere vil være likt for disse funksjonene. Antall stråleterapeuter på doseplan er satt noe høyere ved et protonsenters da planleggingen er noe mere omfattende for protoner enn for fotoner.

Av erfaring fra oppstart av andre protonsentre i Europa tar det tid å etablere driftspersonale, og dette bør planlegges godt. Utfordringen med å rekruttere personale vil først og fremst ligge hos yrkesgruppen stråleterapeuter, siden antallet er relativt høyt. Her bør en tilsvarende rekrutteringsplan som ble gjort i forbindelse med innføring av Nasjonal kreftplan 1997, frem mot 2006, gjennomføres. Der ble det gitt stipender med bindingstid for radiografer som ville utdanne seg som stråleterapeuter. Det er ikke vurdert at utfordringer med rekruttering i samme grad gjelder kliniske fysikere og kreftleger.

Kompetanseoppbygging for yrkesgruppene stråleterapeuter, medisinske fysikere og kreftleger må sees i sammenheng med introduksjon av partikkelterapi i grunnopplæringen, slik at det ikke sees som hensiktsmessig å lage egne kompetanseplaner for disse yrkesgruppene.

7.5.2 Kompetansebehov i regioner som ikke har protonbehandling

Ved protonterapi som nasjonal/flerregional behandlingstjeneste vil spisskompetansen for protonterapi befinne seg ved senteret/sentrene for protonterapi, men samtidig vil det også være et behov for kompetanseoppbygging i de regioner som ikke har protonsenters.

For å sikre kunnskap om levert behandling ved eventuell senere tilleggsbehandling og for å etablere kompetanse innen doseplanlegging, må behandlingsplanene til pasientene som henvises til protonterapi sendes tilbake til den helseregionen pasienten tilhører. Den lokale kompetansegruppa bør se gjennom og evaluere den behandlingen som er gitt, og det kan gjerne lages alternative planer for sammenligning. Det bør legges til rette for utstrakt grad av hospitering ved protonsenters.

Ut over dette bør det foregå kompetanseoppbygging omkring protonterapi innad i hver helseregion. Dette for å sikre et likeverdig nasjonalt behandlingstilbud, og at det tverrfaglige behandlermiljøet har god nok kompetanse om protonterapi til å henvise/vurdere de riktige pasientene til slik behandling. Det er naturlig at denne kompetansen legges til regionsykehusene, og at det er opp til hver region hvordan dette løses.

7.5.3 Bemanning teknisk drift og drift av protonbehandlingsutstyr

De som drifter og vedlikeholder byggets tekniske infrastruktur er i de fleste tilfeller ansatte fra sykehuset der protonsenters vil være tilknyttet. Antall ansatte knyttet til protonsenters vil derfor være avhengig av nærhet til sykehuset og intern organisering.

De som betjener det spesifikke utstyret for protonbehandling så som akselerator, strålelinje og gantry er typisk ansatt hos den valgte utstyrsleverandør. Antall ansatte vil derfor kunne variere i forhold til hvilken leverandør som blir valgt. Det er en mulighet at tenkes at protonsenters selv på sikt gradvis utdanner og faser inn eget personell.



08



Forskning



8 Forskning

Etablering av regionale protonanlegg vil ha mye å si for forskning på strålebehandling av kreftsykdommer i Norge, og er generelt nødvendig for å delta i frontlinjen for kunnskapsutvikling, forskning og innovasjon innen strålebehandling. Dette er spesielt viktig innenfor partikkelterapi og protonbehandling, hvor det som tidligere er beskrevet foreløpig mangler evidens på høyeste nivå for mange krefttyper. Det anslås at ca. 85% av de norske pasienter som kan tilbys denne behandlingen bør innlemmes i kontrollerte, kliniske studier for å kartlegge effekt og nytteverdi., Indikasjoner, for en nærmere beskrivelse av dette.

Forskning innen partikkelterapi omfatter flere fagområder, alle med betydning for strålebehandling av kreft. Strålebehandling med partikler krever innsikt i blant annet elementær partikkelfysikk, subcellulære og cellulære effekter av partikkelbestråling, og medisinsk-fysisk utvikling av nye behandlingsteknikker. I tillegg er det en betingelse at man kjenner til konvensjonell, røntgenbasert strålebehandling og hvordan drive kliniske studier. Alle disse områdene omfatter i stor grad både protoner og tyngre ioner/karbonioner. I konseptfasen er det innføring av protonanlegg som er aktuelt, og forskning på tyngre ioner omtales kun kort.

I følge stortingsmelding 7 (2014-2015), Langtidsplan for forskning og høyere utdanning 2015-2024, er partikkelterapi eksplisitt nevnt som et felt hvor Norge kan gi betydelige bidrag.

Samarbeid mellom protonsenters, sykehus, universitet og høyskoler er et premiss for å kunne utnytte det betydelige forskningspotensialet som ligger i etableringen av protonsenters i Norge.

Det foregår allerede noe forskning på partikkelterapi i Norge, det er aktive grupper i alle de fire helseregionene og også noe samarbeid mellom de ulike aktørene.

8.1 Forskningstema

Forskning innen proton- og partikkelterapi kan deles inn i 4 forskningstema, fremstilt skjematisk i figuren under. For grundigere innføring i de ulike forskningstema henvises det til delrapport «Forskning»:

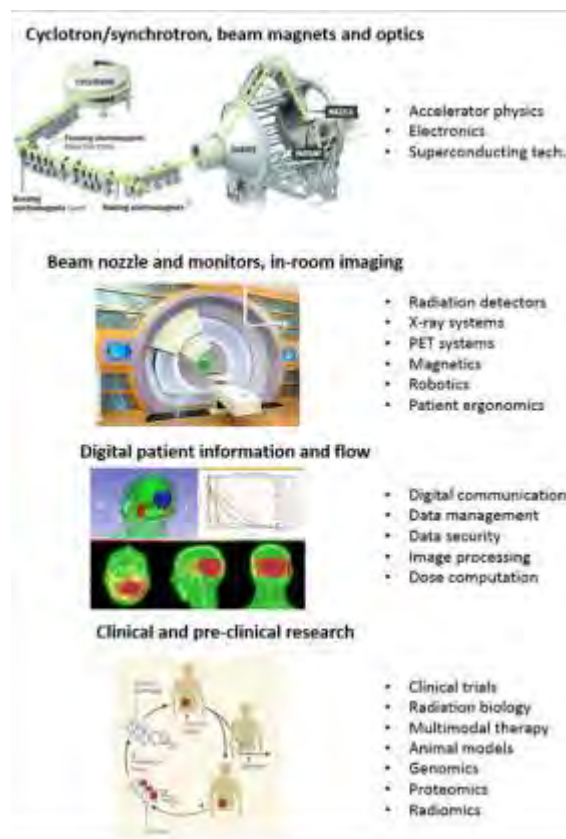
Tema	Hva
Forskningstema 1	Akselerasjon og transport av partikkelstråle
Forskningstema 2	Styring, verifikasjon av avsetning av energi av partikkelstråle
Forskningstema 3	Digital pasientinformasjon, avbildning
Forskningstema 4	Biologiske og kliniske effekter av partikkelstråle

Tabell 12: Forskningstema (Referanse: AG1)

Når det gjelder nasjonale prioriteringer av forskningsfelt, kan muligens **Forskningstema 1** bortprioriteres. Slike

utviklingsprosjekter drives i stor skala ved internasjonale forskningsentra (PSI – Sveits, NIRS- Japan). For de andre forskningstemaene bør det være gode forskningsmuligheter i Norge.

Forskning innen protonterapi er avhengig av finansiering. I den foreliggende konseptfaseutredningen er det et premiss at selve forskningsinfrastrukturen, bygg av forskningsrom og støtterom, finansieres av byggeprosjektet. Dette innebærer at helseregionene, igjen eid av Helse -og Omsorgsdepartementet, står økonomisk ansvarlig for eventuell forskningsinfrastruktur. Når det gjelder øvrige betraktninger rundt finansiering henvises det til delrapport «Forskning».



8.2 Klinisk forskning

Klinisk forskning vil utgjøre hovedtyngden av forskningsaktiviteten på senteret og bør derfor stå sentralt ved opprettelsen av protonsentere i Norge.

Det er et faktum at protoner og tyngre partikler gir lavere doser til friskt vev sammenliknet med konvensjonell røntgenbasert strålebehandling. Det er imidlertid nødvendig å foreta kliniske studier som kan si i hvor stor grad protonterapi reduserer bivirkninger. For store pasientgrupper kan man få til slike studier nasjonalt, men oftest bør Norge gå sammen med internasjonale sentra for å kunne rekruttere nok pasienter med en gitt diagnose. Slike kliniske studier må initieres i de neste tiårene, studier som også vil kunne gi indikasjoner på kostnadseffektivitet.

Slik beskrevet i kapittel 4, vil ca. 85 % av pasientene ved et protonterapisenter i utgangspunktet ha en

kreftsykdom der protonterapi mest sannsynlig gir bedre utfall sammenliknet med konvensjonell fotonbehandling, men der full evidens ikke foreligger. For de resterende 15 % anses protonterapi som standardbehandling. Spesielt for de 85 % er det viktig at disse tas med i kliniske langtidsstudier slik at nytteverdien understøttes. Dette vil stille ekstra krav til det kliniske personalet ved et protonterapisenter. Den kliniske forskningen vil i all hovedsak ikke trenge ekstra infrastruktur, bortsett fra selve behandlingsrommet under pasientbehandling. Hvis det opprettes to sentra i Norge vil det være en forutsetning at det drives klinisk forskning ved begge sentra.

8.3 Infrastruktur for basalforskning

Hvis Norge har ambisjoner om å være internasjonalt ledende innen forskning på protonstråling bør det implementeres et eget rom for forskning innen preklinisk medisin, biologi, fysikk og teknologi (basalforskning, ikke-klinisk forskning) i protosenteret/ene.

Det kan ikke forventes at det vil skje signifikant *preklinisk og fysikkrelatert* forskning inne i et behandlingsrom beregnet på pasienter. Dette fordi behandlingsrommene vil ha krav til stort pasientbelegg på dag/kveldstid, og kveld/natt må settes av til kvalitetssikring og vedlikehold. Det er også etiske betenkeligheter ved å gjøre dyreforsøk i rom hvor det behandles pasienter.

Et forskningsrom kan innredes med en horisontal stråle, eller det som kalles *fixed beam*. Det planlegges ikke at forskningsrommet på et senere tidspunkt skal kunne gjøres om til pasientbehandlingsrom. Dette betyr at forskningsrommet kan planlegges i betraktelig mindre størrelse enn protonbehandlingsrommene for pasienter. Behov for støtterom, areal og utstyr vil variere ut fra hvilke forskningstema som legges til grunn og dette er beskrevet i *Funksjonsprogram*.

Kort oppsummert kan man se for seg tre ulike alternativer for basalforskning:

- Alternativ 1 – forskning uten forskningsrom.
- Alternativ 2- forskning enkel løsning, forskning på fysikk og teknikk, ikke preklinisk forskning med dyreforsøk.
- Alternativ 2 – forskning full løsning, forskning på fysikk og teknikk, samt preklinisk og klinisk forskning. Muligheter for dyreforsøk.

Alternativ 2 – forskning full løsning bidrar til å realisere et helhetlig forskningsopplegg innenfor protonterapi. Hvis det skal bygges to sentre må det sees nærmere på en fordeling mellom disse alternativene. En optimal løsning for forskningsmiljøene i Norge vil være en full løsning ved ett/begge sentra. I et prioriteringsperspektiv kan man se for seg full løsning med basalforskning ved det ene senteret og en enkel løsning, med fokus på fysikk og teknologi, ved det andre.

Hvis ett av senterne blir bygd uten forskningsrom er det ikke mye basalforskning som kan gjøres der. Dette kan det kompenseres for ved at det settes opp en samarbeidsmodell som ivaretar lik tilgang for forskningsgrupper fra alle helseregioner på det forskningsrom som blir bygd.

I skisseprosjekt og investeringskalkyle legges det til grunn at det planlegges med den mest arealkrevende varianten, altså alternativ 2 full løsning i alle alternativene for å vise at det er plass på alle tomter. Nivået på

forskning ved etablering av protonsentre i Norge må besluttes i neste fase.

8.4 Forskning på karbonioner

Ettersom det i denne omgang er protonterapi som vurderes vil det på mellomlang sikt ikke være karbonioner tilgjengelig til forskning i Norge. Karbonioner er imidlertid meget spennende i forskningssammenheng. Det er allerede aktivitet innen karbonforskning i Norge, og det er etablert samarbeid med sentre i Japan og Italia. For kliniske studier er det åpning for samarbeid mellom flere europeiske sentra.

Hvis det ved et senere tidspunkt blir aktuelt med karbonioner i Norge, ville dette kreve at det bygges en ny akselerator med betydelig større fotavtrykk enn en protonakselerator, samt et eget forskningsrom med horisontal stråle. Øvrige støtterom vil være likt for karbonioneforskning som for protonforskning.

8.5 Bemanning forskning

Klinisk forskning og basal forskning vil kreve forskjellig kompetanse. Den kliniske forskningen vil i størst grad kreve kompetanse innen onkologi, patologi, radiologi og medisinsk fysikk. Basal forskning vil kreve kompetanse innen avansert strålefysikk, cellebiologi, forsøksdyrlære med mere.

Den bemanningsberegning som ligger til grunn i Funksjonsprogram er ment å hovedsakelig dekke driften av forskningsinfrastrukturen. For å realisere konkrete forskningsprosjekter innen protonterapi må det være aktive forskningsgrupper tilknyttet senterne, og det er forventet at det er mange grupper vil bruke senteret jevnlig. Dette redegjøres det ikke videre for her.

8.6 Nasjonal samarbeidsmodell for forskning

Det foregår allerede i dag noe forskning på partikkelterapi Norge. Det er aktive forskere og forskningsgrupper i alle helseregioner, og det er også noe samarbeid mellom disse gruppene. Det er videre etablert samarbeid med sentra i utlandet. Forskningsaktivitetene er hovedsakelig rundt digital stråleterapisimulering, doseberegninger og detektorutvikling.

Protonterapi i Norge er tenkt som et likeverdig behandlingstilbud til pasienter tilhørende alle helseregioner. For at alle helseregioner også skal kunne ta del i forskning og utvikling innen proton/partikkelterapi er det viktig med en struktur som sikrer tilgang til felles nasjonale ressurser. Videre, hvis Norge skal være på et høyt internasjonalt nivå innen partikkelterapi, betinger dette en nasjonal samhandling som både frembringer gode forskningsstudier og muligheter for å hente eksterne midler til forskningsfinansiering.

En nasjonal samhandling kan realiseres med en «Nasjonal gruppe for forskningssamarbeid i partikkelterapi». En slik gruppe kan tenkes være lagt under en nasjonal referansegruppe for protonterapi, slik skissert i delrapport «Organisering, samarbeid og støtterom». Forskningsgruppen bør være organisert som avdeling i «Nasjonal referansegruppe for protonterapi». Avdelingen bør være mest mulig likestilt med den kliniske avdelingen. Forskningen kan tenkes foregå i tett/forpliktende samarbeid med Nasjonal samarbeidsgruppe for helseforskning i spesialisthelsetjenesten - NSG.

Uansett valg av organisering bør gruppen for forskningssamarbeid være sammensatt av representanter fra alle helseregioner. Videre bør gruppen ha en slik sammensetning at kompetanse innen preklinisk medisin, biologi, fysikk og teknologi og kliniske studier er dekket. For å ha en fungerende samarbeidsgruppe betinger at det opprettes en stilling som forskningskoordinator som skal sikre at samarbeidsgruppen arbeider for å følge opp dets målsetninger. Samarbeidsgruppen vil videre rapportere til den nasjonale referansegruppen. Hovedmålet for en slik samarbeidsgruppe vil være å sikre nasjonal samhandling og høy kvalitet på forskning. Organiseringen er illustrert i figur 12 under.



Figur 12: Modell for nasjonal gruppe for forskningssamarbeid innen partikkelterapi. (Referanse: AG1)

09



*Utredning av
alternativene*



9 Utredning av alternativene

9.1 Krav til program, bygg og utstyr

9.1.1 Hovedfunksjonsprogram og delfunksjonsprogram

Et protonsenters skiller seg fra ordinære sykehusprosjekter ved at det kun skal dekke behovet til en bestemt pasientgruppe og utelukkende er tilbud om en svært spesialisert behandlingsform innenfor spesialisthelsetjenesten.

I Helsedirektoratets «Veileder for tidligfaseplanlegger i sykehusprosjekter» er det et krav om at Konseptfasen for et prosjekt skal inneholde en utarbeidelse av et hovedfunksjonsprogram, *HFP*, og et delfunksjonsprogram, *DFP*. *DFP* skal være en konkretisering og detaljering av kravene i *HFP*, med analyse av rombehov, utarbeidede romlister og arealbehov, samt belysning av nærhetsbehov mellom funksjoner og rom.

I prosjekt konseptfase «Etablering av partikkelterapi og protonbehandling» er det valgt å slå sammen *HFP* og *DFP* til et dokument; *Funksjonsprogram*. Dette er gjort fordi et protonsenters kun skal tilby *en* behandlingsform til *en* pasientgruppe, og programmene vil således ha et begrenset omfang. Denne metoden er i samsvar med tidligfaseveilederen.

Funksjonsprogrammet er utarbeidet med grunnlag i de tidligere fasers utredninger, delrapporter fra arbeidsgrupper i konseptfasen, medvirkning fra prosjektgruppe og erfaringsinnhentning fra studiebesøk ved norske stråleterapisentre og utvalgte protonsenters i Europa. I det videre følger en oppsummering av de viktigste elementene i funksjonsprogrammet.

Hovedfunksjonsprogram

I følge tidligfaseveilederen skal *HFP* gjøre rede for en del områder, de er her oppsummert

1. Dokumentasjon og beskrivelse av dagens situasjon, samt krav til og konsekvenser av fremtidig utvikling og endring.
2. Innsamling og kvalitetssikring av data om aktivitet, kapasitet, bygg og bemanning.
3. Beregning av fremtidig aktivitet, kapasitetsbehov og arealbehov.
4. Beskrivelse av fremtidig driftsmodell med driftsøkonomiske konsekvenser – beskrives i andre deler av konseptrapporten.
5. Beregning av prosjektkostnad og økonomisk bæreevne – beskrives i andre deler av konseptrapporten.
6. Kartlegging av pasientforløp, og analyser av arbeidsprosesser og logistikk.

I funksjonsprogrammets første del er det gjort rede for de ulike variablene som ligger til grunn for beregning av behandlingsskapasitet og dimensjonering av antall behandlingsrom for proton i Norge. Mange variabler med hver sine usikkerheter har gjort at det samlet sett er en god del usikkerhet i kapasitetsestimaterne for denne behandlingsformen.

Pasientgrunnlaget er grundig beskrevet i konseptrapportens kapittel 5, hvor følgende forutsetninger for kapasitetsberegningene ble gitt:

1. Pasientunderlag 12%
2. Framskrevet med 2% til år 2022 og 2030
3. Antall fraksjoner per pasient = 26
4. Behandlingstid per pasient = 25 minutter
5. Åpningstid = 13 timer per dag / 240 dager i året

Figur 13: Forutsetninger for kapasitetsberegninger.

For nærmere redegjørelse og drøftinger av disse forutsetningene henvises det til Konseptrapportens kapittel 5 «Indikasjoner, kapasitet og dimensjonering», Funksjonsprogram, samt Delrapport fra arbeidsgruppe 3.

Bemanning

Funksjonsprogrammet gjør rede for en foreslått bemanningsstruktur for et protonsenters. Det er utarbeidet oversikter over antall ansatte fordelt på ulike yrkesgrupper og gitt som behov per protonbehandlingsrom. Disse er igjen lagt til grunn for beregninger av rom og arealer til kontorer, møterom, garderober og parkering. Det er i hovedsak lagt vekt på bemanning av den kliniske driften og teknisk service, samt et oppsett på forslag til bemanning for daglig drift av forskningsinfrastruktur. Det er ved beregningene tatt utgangspunkt i bemanningsbehov for konvensjonell stråleterapi med fotoner, og korrigert noe opp for antall stråleterapeuter og medisinske fysikere, da protonbehandling antas å være mer avansert enn fotonbehandling med tanke på planleggingsarbeid og kvalitetssikring. For bemanning til drift og service av det spesielle utstyret til protonbehandlingen er disse typisk ansatt hos utstyrsleverandør, og antall ansatte vil kunne variere i forhold til hvilken leverandør som blir valgt.

For et protonsenters med et behandlingsrom og et forskningsrom med full løsning er den foreslåtte bemanningen gitt i tabell 13. Tabellen gir et estimat på full utnyttelse av behandlingsrommet, og må summeres opp ved flere behandlingsrom for en del yrkesgrupper, mens noen grupper er mer eller mindre knyttet til et senters uten stor avhengighet av antall behandlingsrom (f.eks. sekretærtjeneste og tekniske bygningsdrift). Når det gjelder teknisk personell så er dette avhengig av hvilken utstyrsleverandør og ikke innlemmet i tabellen.

Tabell 13: Foreslått bemanningsbehov pr behandlingsrom for protonterapi

Stillingskategori	1 protonbehandlingsrom
Medisinske fysikere	3
Stråleterapeut/doseplan	3
Stråleterapeut/ behandlingsrom	11
Kreftleger	3
Kreftsykepleiere	3
Radiolog	1
Dataadministrasjon	1
Helsesekretær	2
Tekniker utstyr	?
Drift forskningsrom leder	1
Drift forskningsrom fysiker	1
Drift forskningsrom teknisk ingeniør	1
Preklinisk ansvarlig forskning	1
Bioingeniør forskning	1
Klinisk forskning - kreftlege	1
Klinisk forskning - forskningssykepleier	1
Klinisk forskning - administrasjon	Samme som dataadministrasjon
Sum	34

Delfunksjonsprogram

Et protonsentert består av flere funksjonsområder; Protonbehandlingsrom med støtteareal, klinikkdel med underfunksjoner og støttearealer, bildediagnostikk for doseplanlegging og areal for anestesi og oppvåkning. I tillegg er det egne funksjonsområder for administrasjon og undervisning inkludert doseplanlegging, og for forskningsrom med dertil hørende støttearealer.

Det er også beskrevet funksjonsområder for støtteareal, drift og service.

Protonbehandlingsrom

Et protonbehandlingsrom planlegges med et roterbart gantry. Hvert behandlingsrom skal ha nærliggende kontrollrom. Det må være ventearealer, samtalerom, lager for utstyr og forbruksmateriell samt omkleddingsrom og toaletter i direkte tilknytning til behandlingsområdet.

Klinikkdel

For klinikkdelen er det beskrevet flere funksjonsområder; ankomstområde med ekspedisjon, poliklinikk og samtaleområde med tilhørende støttefunksjoner, bildediagnostikk og arealer for anestesi og oppvåkning.

Ankomstområde med ekspedisjon: Det planlegges med en felles ekspedisjon og ventearealer for pasienter og deres pårørende, samt mulighet for enkel matserving i en selvbetjent buffetløsning.

Undersøkelse og samtale: Undersøkelseromene brukes til konsultasjon med leger og sykepleiere/stråleterapeuter. Alle pasienter gjennomgår undersøkelser før oppstart av protonbehandling og noen ganger også underveis i behandlingen. Det planlegges med 3 undersøkelsesrom og 1 samtalerom per to protonbehandlingsrom. Rommene planlegges standardiserte for fleksibel utnyttelse.

Laboratorie, kjemoterapi, medisiner og støtterom: Noen pasienter vil ha behov for å ta blodprøver i forbindelse med behandling, og det er lettere for pasienten å ta prøvene i protosenteret. Det planlegges også med et lite laboratorie for å kunne analysere enklere prøver. Noen pasienter får kjemoterapi samtidig med protonbehandling og disse har behov for nærhet til sted hvor det kan gis. Det planlegges ikke for egne arealer til dette, da det ansees som best for pasienten at dette blir gitt av spesialisert personell i dertil egnede lokaler. Det tas høyde for at pasienten får denne behandlingen på nærliggende sykehus.

Det planlegges med medisinrom, og gode arealer til diverse lager, rengjøringsrom og rom for avfallshåndtering.

Behov for støtterom vil kunne være redusert i de alternativ hvor protosenteret er direkte knyttet til eksisterende sykehus.

Bilddiagnostikk: Utviklingen av dagens stråleterapi går i retning av mer individuell tilpasning av strålebehandlingen til den enkelte pasient. Dette krever økt bruk av bildedannende utstyr. I modell med 4 behandlingsrom planlegges det med 1 CT, 1 MR og 1 PET/CT. I modeller med færre behandlingsrom planlegges det med 1 CT og en ekstra bildemodalitet (f.eks. 1 MR), og senteret må da ha tilgang på resterende behov for MR og/eller PET/CT i eksisterende sykehus. Antall bilddiagnostiske modaliteter må vurderes i et organisatorisk og driftsøkonomisk perspektiv for de ulike helseforetakene som en helhet.

Arealer for anestesi og oppvåkning:

Det er svært viktig at pasienten ligger stille under bestrålingen, for å sikre presis strålebehandling. Derfor planlegges det med mulighet for at barn kan ha anestesi under behandlingen. For å effektivisere tid på behandlingsrommet, innledes og avsluttes anestesi i egne arealer.

Forskningsdel

Det planlegges med eget rom til forskning i alle alternativer. Et forskningsrom innredes med horisontal stråle og planlegges ikke for senere omgjøring til pasientbehandlingsrom. Behov for støtteareal vil variere ut fra hvilken forskningsmodell som velges, det er per nå planlagt med det som benevnes «Forskning – full løsning» i alle alternativene. Dette er en løsning som kan ivareta alle forskningstema, inkludert preklinisk forskning med tilpassede arealer for dyreforsøk. Hvis det ikke skal foregå preklinisk forskning med dyr, kan arealet reduseres kraftig.

Administrasjon og undervisning

Arealer for kontorer og møterom er proporsjonalt med antall ansatte på senteret. Beliggenhet og nærhet til annet sykehus kan påvirke arealbehovet og filosofi rundt deling av kontorer kan også være dimensjonerende.

Doseplanlegging: Planlegging av stråledose som skal gis til pasienten er konsentrasjonskrevende arbeid og må ha egnede lokaler. Denne funksjonen kan prinsipielt plasseres et annet sted enn på protosenteret, men det er en stor fordel å samlokalisere dette på grunn av deling av kompetanse, samarbeid og mulighet for rulling mellom doseplanlegging og behandlingsrom.

Administrasjon, møte og konferanse: Det er gjort en fordeling mellom kontorer for en og to personer og kontorlandskap. Det er lagt til rette for at ledere har egne kontorer, samtidig som standard for andre norske sykehusprosjekter er lagt til grunn. Det er også lagt stor vekt på tilrettelegging av møtearealer. Det vil være

behov for stor møtevirksomhet internt i sentret, mellom senteret og andre regionsykehus/andre land (videokonferanser), samt at det forventes mye besøk fra andre steder for å høste erfaringer av prosessen i Norge. Øvrige personalfasiliteter som pauserom er hensyntatt.

Støtteareal, drift og service

Hotellkapasitet: Det vil være behov for tilgang på sykehotell for de pasienter og pårørende som er tilreisende for behandling. Pasientene bor på sykehotellet 5 dager per uke i 5-6 uker. Det er ikke behov for at det er tilknyttet helsepersonell til sykehotellet. Antall tilreisende pasienter vil variere ut fra om det velges å bygge ett eller to sentre, samt lokalisering. Etter vurdering av eksisterende hotellkapasitet i Oslo og Bergen, er denne funnet tilfredsstillende og det planlegges ikke å bygge hotell ved innføring av protonterapi.

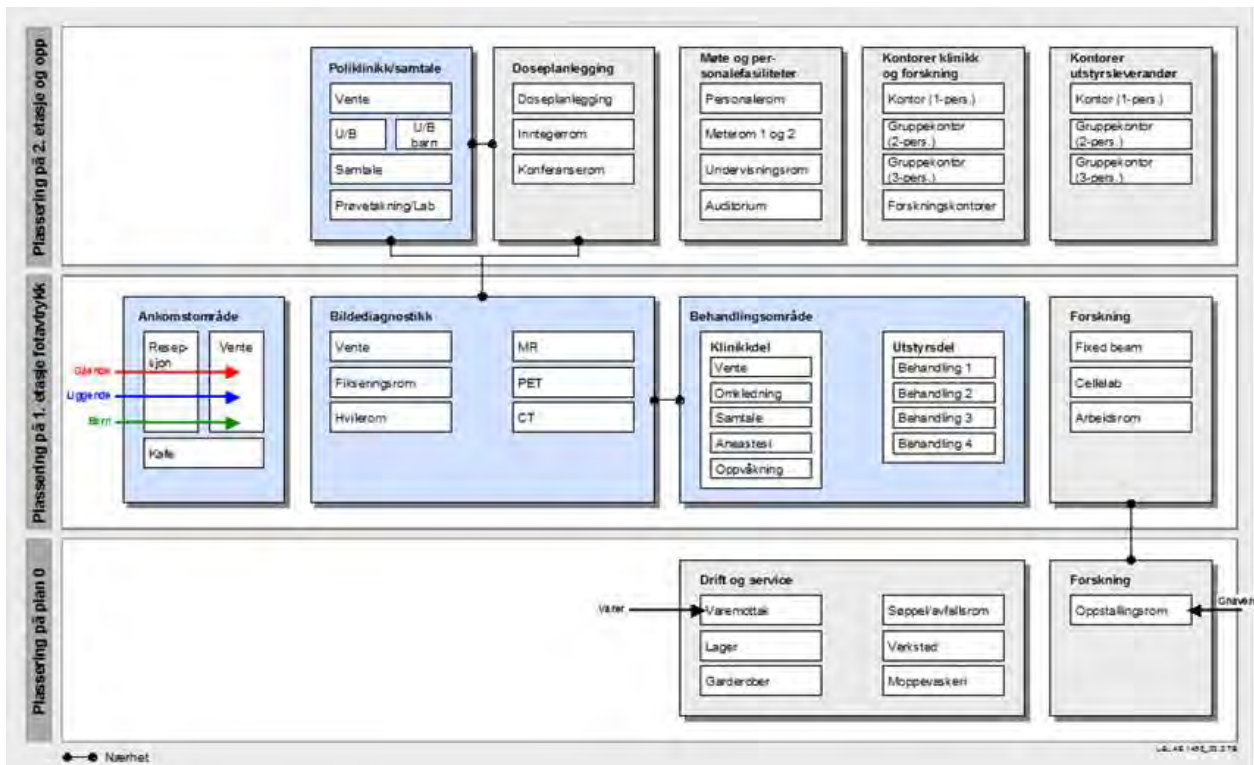
Støtteareal: Støttearealet vil variere i forhold til størrelsen på protonsentret og grad av nærhet til eksisterende sykehus. Anlegget må inneholde rengjøringsrom, moppevaskeri, avfallsrom, diverse lager og rom for transport av varer inn og ut. Det er innarbeidet slike arealer etter erfaring fra tilsvarende prosjekter i Sverige og Danmark, samt erfaringer fra andre norske sykehusprosjekter. Det er også innarbeidet arealer for garderober til ansatte basert på bemanningstabeller.

Drift og service: Det vil være behov for ulike arealer med tanke på utstyrskomponenter og tekniske føringer. Disse omtales i hovedprogram utstyr og overordnet teknisk program. Når det gjelder drift og vedlikehold av utstyr og bygg, vil det være behov for noe funksjonsareal til de ansatte som arbeider med dette, og det er implementert kontorer, pausefasiliteter, lager og verksteder.

Parkering, adkomst og utomhus: Behovet for parkering for ansatte må sees opp mot slike tilbud i eksisterende sykehus. Når det gjelder parkering for pasienter må det beregnes at noen kommer i egen bil, og det tilrettelegges med noen parkeringsplasser nært knyttet til hovedinngang. Det vil også ankomme pasienter med Helsebuss og i sjeldne tilfeller ambulanser.

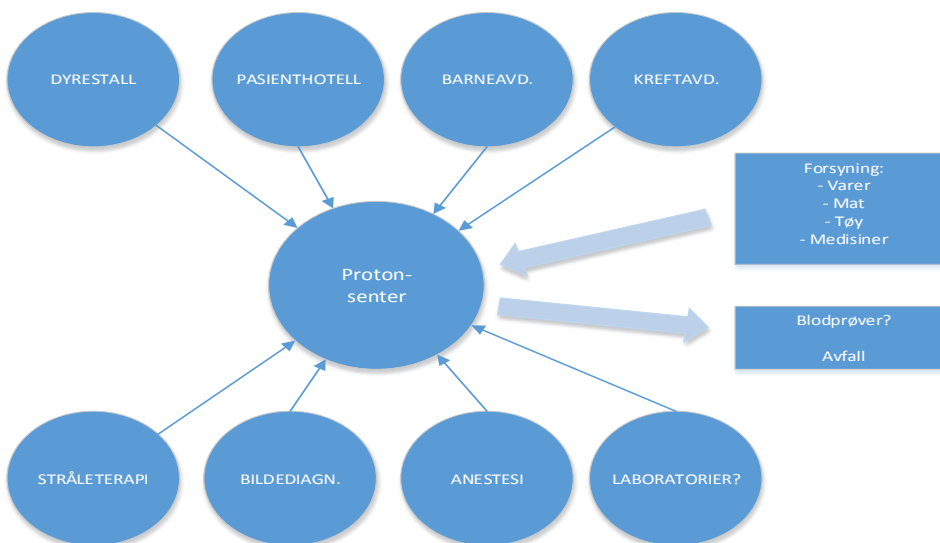
Nærhetsbehov og logistikk

Interne nærhetsbehov: Det er viktig at det er en fornuftig sammenheng mellom de ulike funksjonsområdene for å sikre god pasientflyt og gode arbeidsprosesser. En overordnet vurdering har vært å skille pasienttrafikk fra trafikk av personale og teknisk drift. En beskrivelse av hvilke rom og funksjoner som har umiddelbar nærhet til protonbehandlingsrommene har vært viktig, dette for å kartlegge hvilke arealer som må ligge på bakkeplan, og hvilke funksjoner som kan ligge i andre etasjer.



Figur 14: Interne nærhetsbehov og flytdiagram protonsenters (Referanse: LOHFERT & LOHFERT AS)

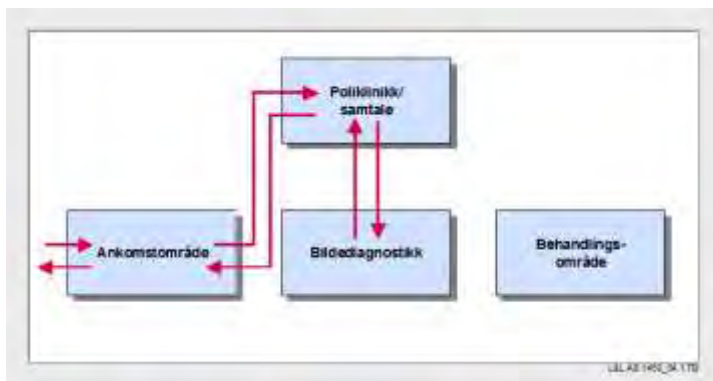
Nærhetsbehov til eksterne aktører: Nærhet til sykehus er vurdert å være til vesentlig nytte både fra et pasientperspektiv, bemanningsperspektiv og på grunn av potensiale for sambruk av flere funksjoner. Særlig viktig er det med nærhet til øvrig klinisk miljø innenfor stråleterapi og kreftbehandling. Det har betydning for grad av støttearealer (Bildediagnostikk, møterom, varemottak etc), om senteret blir et frittstående senter med en viss avstand til eksisterende sykehus, eller om det blir en integrert del av annet sykehus.



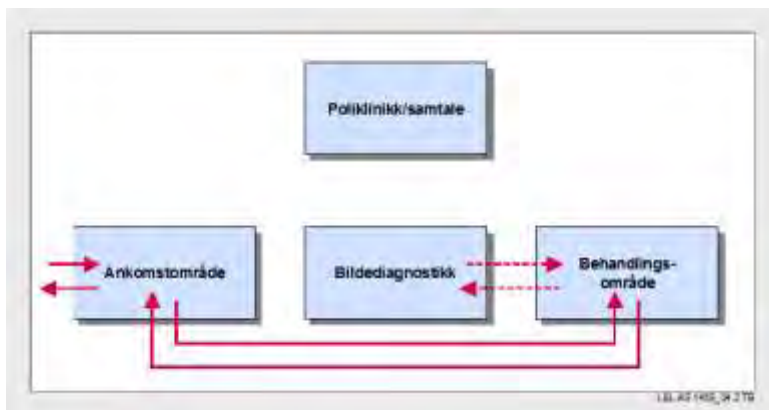
Figur 15: eksterne nærhetsbehov protonsenters (Referanse: LOHFERT & LOHFERT AS)

Pasientflyt

I funksjonsprogrammet er det utarbeidet pasientflytanalyser for to overordnede pasientgrupper. Pasient som kommer til første gangs oppmøte/behandlingsforberedelse og pasient som kommer til protonbehandling. Pasienter som kommer til første gangs oppmøte, har ikke behov for å være i kontakt med selve protonbehandlingsarealene, og kan således ivaretas i en kortere «loop» inn i bygget enn de pasienter som kommer til strålebehandling. Dette har betydning for hvordan de ulike rom og funksjoner skal plasseres i forhold til hverandre. Det tydeliggjør også at bildediagnostikk og særlig poliklinikkareale ikke har direkte nærhetskrav til selve protonbehandlingsrommen, og kan plasseres for eksempel på en annen etasje ved behov.



Figur 16; Flytdiagram, pasient til behandlingsforberedelse



Figur 17; Flytdiagram, pasient til protonbehandling

Flyt personell, varer og avfall

Det anses som en fordel å skille trafikk av personale inn og ut fra trafikk av pasienter og pårørende.

Når det gjelder varer og avfall vil det være ulike behov om dette blir et frittstående senter eller om det blir direkte forbundet med eksisterende sykehus. Ved et frittstående senter må det planlegges med eget varemottak. I konseptfasen har ikke dette i særlig grad blitt detaljert, da plassering av protonsenters ikke er gjort. Det er sett på flyt av dyr til forskning, da disse skal transporteres inn/ut egen inngang og strengt skal skilles fra pasienttrafikk. Det vil i neste fase være behov for å gjøre en mer nøye vurdering av flyt for spesialgods som mat, medikamenter, sterilt gods, dyr til forskning, tunge komponenter, gasser og farlig gods.

Arealer, romprogram og romlister

Funksjonsprogrammet har resultert i en teoretisk beregning av bruttoarealet for et protonsenters i samspill med overordnet teknisk program. Dette er i hovedsak basert på arealstandarder og utnyttelsesgrad. På grunn av tomtenes begrensning har det vært viktig å kartlegge fotavtrykk og hvilke funksjoner som må ligge på første etasje. Det tas forbehold om at det kan forekomme mangler i romlister, og at dette må justeres noe i forprosjektfasen.

Funksjonsprogrammet omfatter programmering av netto funksjonsarealer, men ikke arealer for tverrgående trafikk og teknikk. Tabell 14 viser alle alternativene med arealbehov.

	Sammenstilling av arealer for bygg	Bygg i alt Gantry+forskn.	Bygg i alt fotavtrykk	Bygg i alt m ² netto	Bygg i alt m ² brutto
Alternativ 1: Et nasjonalt senter					
1a	3(4)G + 1F	5	4.700	4.565	10.000
1b	4G + 1F	5	4.700	4.565	10.000
Alternativ 2: To sentre plassert i Oslo og Bergen					
2a	2(3)G + 1F/ 1(2)G+1F	7	7.100	6.810	14.950
2aa	2(3)G + 1F/ 1G +1F	6	6.500	6.170	13.500
2b	3(4)G + 1F /1(2)G +1F	8	7.800	7.525	16.500
Alternativ 3: Fire sentre plassert i Oslo, Bergen, Trondheim og Tromsø					

Tabell 14, sammenstilling av arealer for alle alternativer

Det samlede bruttoareal pr. behandlingsrom og forskningsrom stiger med antall lokaliteter. For en grundigere redegjørelse av arealberegninger og romlister/romprogram for de ulike alternativer henvises det til Funksjonsprogram.

9.1.2 Hovedprogram utstyr

Hovedprogram utstyr (HPU) beskriver utstyrmessige forhold og krav knyttet til Protonsenters, og er basert på arealene i hovedfunksjonsprogrammet (HFP). HPU beskriver også utstyrskonsekvenser av funksjonelle målsettinger som beskrives i HFP, samt det som er beskrevet i tidligere utredninger som nevnt i kapittel 2.2. Programmet belyser også noen utviklingstrekk innen medisinsk teknologi som vil kunne ha konsekvenser for prosjektet.

Utstyrsbehovet ved sykehusutbygginger er i stor grad betinget av planlagte funksjoner, oppgaver/-kapasiteter og romprogram. I HPU er de forutsetninger som foreligger fra HFP lagt til grunn, og samordnet med OTP. HPU er utarbeidet i henhold til "Veileder for Hovedprogram utstyr i sykehusprosjekter" av april 2013 fra Helsedirektoratet.

Funksjonelle målsettinger i HFP angir målsettinger som er knyttet til funksjoner og funksjonelle enheter. Valg av utstyr og utstyrløsninger kan være avgjørende for å oppnå disse målsettingene, herunder mål om mer effektiv drift. Ved større sykehusprosjekt stilles det som regel krav til økt produktivitet, økte inntekter, reduserte driftskostnader med mer. Økte investeringer i utstyr kan begrunnes med målsetting om økte inntekter og reduserte driftskostnader herunder redusert bemanning.

Medisinsk teknisk utstyr (MTU) vil i større utstrekning knyttes opp mot elektronisk pasientjournal (EPJ), elektronisk kurve og andre medisinske serviceapplikasjoner. Dette innebærer at mange integrasjoner mellom

MTU og IKT-infrastrukturen må etableres. Det forutsettes at den regionale IKT-arkitekturen benyttes som grunnlag med eventuelle lokale tilpasninger. Det ligger betydelige utfordringer i denne integrasjonen, som kan ivaretas ved å etablere et samarbeid mellom IKT- og utstyrsprosjekt helt fra oppstarten av prosjektet.

Det er viktig å kategorisere hva som er bygg- og brukerutstyr, hva er bygg og installasjonspåvirkende, og hvem har ansvar for hvilke utstyr. Dette for å sikre at dimensjonering, grensesnitt og ansvar i forhold til utstyr som skal anskaffes er i tatt hånd om, og følges opp i byggeprosessen.

Det er omfattende integrasjonen mellom bygg og utstyr i behandlingsarealene, og utstyret i denne delen av prosjektet legger betydelige sterkere føringer for bygget enn det som er vanlig i et sykehusprosjekt. Det anbefales derfor at anskaffelsen av dette utstyret skjer tidlig i prosessen og før forprosjektet starter.

Behandlingsarealer

I prosjektet er det lagt til grunn at det ikke er eksisterende utstyr som kan overflyttes til nytt bygg.

For en del arealer er det benyttet en kostnad for utstyr beregnet pr. m² brutto areal. Det er bl.a. innhentet kostnader fra andre sykehusprosjekter hvor tilsvarende arealer er sammenlignet. (PNØ og Vestre Viken, prisnivå september 2014).

For noen arealer er det brukt enhetspriser på spesielt kostbart utstyr. Enhetsprisene er innhentet fra sammenlignbare prosjekter.

For utstyr i protonbehandlingsdelen er det innhentet priser fra aktuelle leverandørene. Disse prisene er ikke gitt pr. utstyrsenhet, men er gitt som kostnader for et typisk anlegg for protonterapi. Prisene er gitt med ulike antall behandlingsrom og forskningsrom og er gitt som innspill til konseptfasen. Det betyr at det er ikke innhentet tilbud fra leverandørene så prisene som er gitt er med stor usikkerhet da de vil variere med tekniske spesifikasjoner for det enkelte utstyr, ønsket funksjonalitet og størrelse på de planlagte anleggene. Disse kostnadene varierer mye fra leverandør til leverandør og det er i estimatet brukt en gjennomsnittspris basert på laveste og høyeste estimat. I tillegg er det stor usikkerhet i disse kostnadene i forhold til hvor komplett leveransen er. Kostnadene vil også i stor grad være avhengige av hvilken type akselerator som velges.

Ut fra arealberegninger, funksjonsbeskrivelser og forutsetninger i HPU, er det totale kostnadsoverslaget fra 680 mill. til 1.9 mrd. NOK, inkl. mva. avhengig av valgte løsning.

9.1.1 Overordnet teknisk program

Overordnet Teknisk Program (OTP) er et styrende dokument som gir føringer for hvordan prosjektet skal utredes, analyseres og prosjekteres. Programmet som beskriver ambisjonsnivået for bygningstekniske og installasjonstekniske systemer og løsninger skal bidra til god investeringsøkonomi, god driftsøkonomi samt sørge for et sikkert og godt miljø for pasienter, pårørende og ansatte. Programmet skal i tillegg sørge for at vedtatte miljøkrav nedfelt i Grønt Sykehusbygg – prosjektrapport II blir realisert. Bygningen skal blant annet tilfredsstillende kravene til passivhus (NS3701). I tillegg skal bygget oppnå energikarakter A og grønt oppvarmingsmerke i henhold til energimerkeordningen.

I Overordnet Teknisk Program stilles det en rekke funksjonskrav til bygning og tekniske anlegg. Kravene skal sørge for at en oppnår riktig kvalitet, sikkerhet og kapasitet. I stråledelen av bygget stilles det særskilte krav til bygningskonstruksjonen for å ivareta skjerming og sikkerhet. Det skal planlegges for strålings skjerm rundt syklotron, strålelinjer og behandlingsrom. Tilstrekkelig godkjenning og samarbeid med Statens Strålevern må

sikres fra starten av, både vedrørende skjerming og utslipp. Integrasjon i forhold til eksisterende system skal utredes.

Andre områder som er vektlagt omfatter blant annet:

- Arkitektur
- Konstruksjonsmessige løsninger
- Materialvalg og konstruksjoner som i varetar krav til hygiene, miljøskadelige stoffer - klimagassutslipp og strålingsproblematikk relatert til behandlingsutstyr
- Lyd og vibrasjoner
- VVS-tekniske installasjoner, herunder sanitæranlegg, varmeanlegg, klimaanlegg, - slukkesystemer, kjøleanlegg, gass/trykkluftanlegg og energiforsyning
- Elektroniske installasjoner inkludert strømforsyning, reservekraft og UPS, belysning, brannalarmanlegg, adgangskontrollanlegg, pasientsignalanlegg og bruk av lyd og bilde m.m.
- Tele, automatisering og IKT
- Transportløsninger (Heis, løfteutstyr, avfallshåndtering, AGV)
- Utendørsanlegg (veier, parkering beplantning, ledningsnett og installasjoner for spillvann/avløp, ladestasjoner og utendørsbelysning)

9.2 Forenklet skisseprosjekt

9.2.1 Forutsetninger

Anleggstyper for protonterapi

Det vises til vedlagt skisseprosjekt. Under følger et utdrag fra denne rapporten.

Modellene omfatter anlegg for protonbehandling med varianter av 4, 3 og 2 behandlingsrom til pasientbehandling samt 1 forskningsrom med horisontal stråle.

Behandlingsrom dimensjoneres etter den største geometriske utforming av behandlingsrommene blant de 9 leverandørenes utforminger, tilsvarende leverandører fra 'IBA' eller 'Varian'.

Forskningsrom med horisontal stråle planlegges i korridorareal bak selve behandlingsrommet, tilsvarende leverandør 'IBA'-løsningen.

Partikkelakseleratorene i alle typer dimensjoneres etter syklotron, diameter ca 5m, eller liten synkrotron, diameter ca 7-8m.

De bildediagnostiske modaliteter plasseres som utgangspunkt i samme etasje som behandlingsrommene. Ved en senere detaljplanlegging kan disse vurderes plassert på et annet nivå enn behandlingsnivået, men for å illustrere 'worst case' i forhold til senterets grunnareal, er behandlingsrom og bildediagnostikk plassert i samme nivå i konseptfasen.

Alle varianter vises med indre gårdsrom ved de kliniske støttefunksjonene for å sikre et godt pasient- og dagslysmiljø.

Anlegg for karbonterapi

Et karbonterapianlegg med 2 behandlingsrom med gantry og 1 forskningsrom med horisontal stråle vises som en mulig fremtidig utvidelse av et nasjonalt senter. Gantry i et karbonanlegg vises i størrelsesorden 2 ganger et proton-gantry.

Støttefunksjoner for et karbonanlegg antas å være i samme størrelsesorden som for et protonanlegg. En samordning av støttefunksjoner med et allerede etablert protonanlegg påregnes.

Tomter

De fire tomtene som vurderes er i Oslo og Bergen og er illustrert med:

- OUS Gaustad – anlegg med 4G+1F og 3G+1F behandlingsrom (alt. 1a, 1b, 2aa, 2b)
- Radiumhospitalet – anlegg med 4G+1F, 3G+1F behandlingsrom (alt. 1a, 1b, 2aa, 2b)
- Haukelandsbakken nord – anlegg med 4G+1F og 2G+1F behandlingsrom (alt. 1a, 1b og 2b)
- Haukeland ved Sykepleierhøgskole – anlegg med 4G+1F og 2G+1F behandlingsrom (alt. 1a, 1b og 2b)

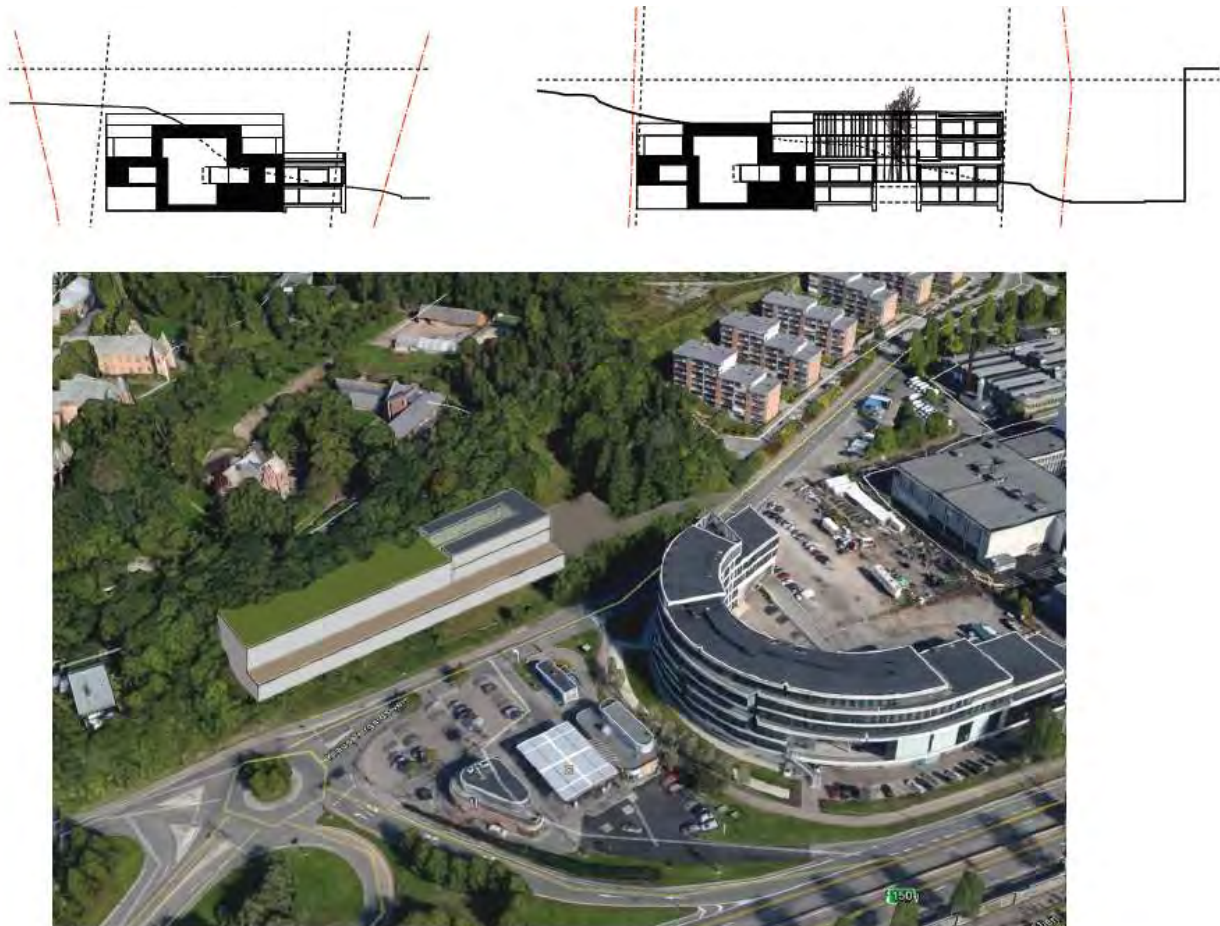
9.2.2 Samlet vurdering

Alle fire tomtene vil kunne tilpasses en utbygging av protonsentre for alle alternativer forutsatt nødvendig tomteerverv. Av de 4 tomtene vurderes Radiumhospitalet i Oslo å være den beste tomten ved valg av et senter. Ved valg av to sentre vil Radiumhospitalet sammen med Haukelandsbakken være det beste alternativet. Radiumhospitalet skårer i gjennomsnitt best på vurdering av tomtens geometriske forhold, tilgjengelighet og logistikk, teknikk, geoteknikk, kliniske og forskningsmessige sammenhenger samt arkitektur og miljø.

For alle tomter vil reguleringsmessige forhold være en usikkerhet med hensyn til gjennomføring.

Radiumhospitalet kommer dårligere ut enn de andre tomtene vedrørende gjennomføring og tidsaspekt. Det vil være større utfordringer i forhold til andre utbyggingsprosjekter og komplisert gjennomføring innenfor et sykehusområde i full drift. Haukelandsbakken kommer best ut i forhold til gjennomføring og tidsaspekt.

9.2.3 Helse Sør-Øst RHF - Gaustad



Figur 18.: HSØ Gaustad, alt. 1a, 1b, 2b – 4G+1F. «Smal-modell».

Tomtens geometriske forhold

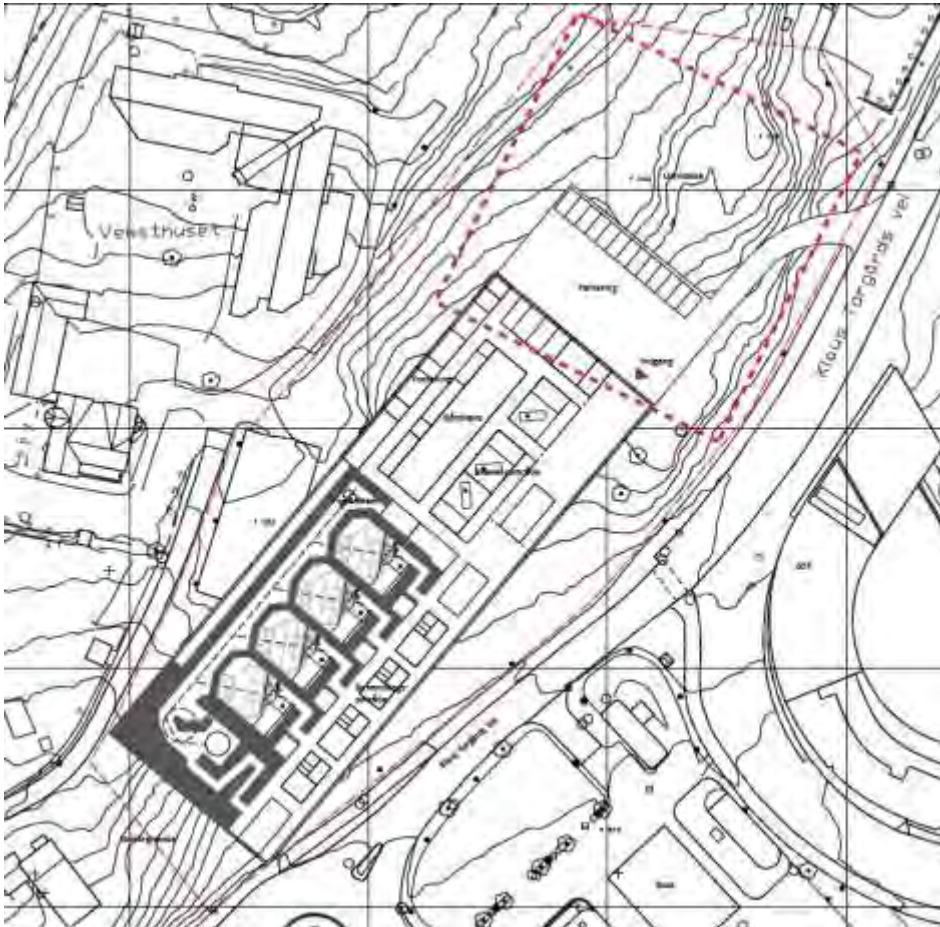
Tomten øst for Gaustad er stor og med god avstand til vernede bygninger ved Gaustad Sykehus. Ingen eksisterende bygninger berøres ved denne plasseringen.

På denne tomten kan man plassere et protonanlegg i henhold alle alternativer. Tomten kan romme både en 'bred' og 'smal' disponering. Men av hensyn til det sterkt hellende terrenget, tilkjøringsforhold og til evt. fremtidige utvidelser bør disponeringen av behandlingsrom og støttefunksjoner være 'smal' modell.

Det sterkt hellende terrenget gjør det naturlig at behandlingsrommenes omfattende betongkonstruksjon etableres inn mot tomtens syd-østvendte skrent. De nødvendige støttefunksjoner, vente- og ankomstarealer vendes dermed naturlig mot sydøst.

Tomten rommer gode muligheter for fremtidige utvidelser, herunder et karbonanlegg. I den forbindelse regnes det med en samordning av støttefunksjoner fra protonanlegget.

Utbygging av eventuelle lokale hotellfasiliteter anses for å være mulige ved påbygging av de kliniske servicefunksjonene.



Figur 19: HSØ Gaustad, alt. 1a, 1b, 2b – 4G+1F. «Smal-modell». Plan 1.

Tilgjengelighet og logistikk

Tomten har gode adkomstmuligheter for biltransport, varetransport og utskifting av tungt utstyr.

Nødvendig parkering for biler, syketransport, kiss and ride, sykler etc. kan etableres på tomten.

Nærmeste T-banestasjon vil være ca. 650m fra senterets hovedinngang.
Nærmeste trikkestopp vil være ca. 550m fra senterets hovedinngang. Et evt. nytt stopp ved Gaustadalléen kan redusere avstanden til inngangen til ca. 400m.

Teknikk

EL-forsyning tilkobles fra Sogn Transformatorstasjon.

Vann forventes å kunne tilsluttes til eksisterende rørføring ved veikrysset Klaus Torgårds vei/Gaustad alléen. Varme forventes å kunne tilknyttes eksisterende rørføring ved rundkjøringen på Klaus Torgårdsvei.

Må eventuelt utredes videre i neste fase.

Geoteknikk

På Gaustad er det stort sett fjell som skal sprenges og fjernes i øvre del av tomten, mens i nedre del vil antagelig utgravingen av tomten treffe på løs leire.

Må utredes videre i neste fase.

Realisering

Tomten eies av Oslo Kommune og er regulert til friområde. Tomten må kjøpes og omreguleres, og friareal må erstattes. Risiko i forhold til disse prosessene må tas med i en samlet vurdering.

Plasseringen inntil høyt trafikkert ringvei for Oslo, og inntil en sterkt trafikkert rundkjøring, vil medføre større investeringer til midlertidige trafikkløsninger og adkomster. Det vil nok også bli aktuelt med noen erstatningsarealer for BUP-bygget og tilliggende service-bygninger ved full utbygging av de største modellene som alternativ 1a, 1b og 2b.

Kliniske og forskningsmessige sammenhenger

På grunn av den relativt store avstanden mellom protonsentret og Rikshospitalets hovedinngang, ca. 650m, vil et senter her fungere som et 'stand alone'-anlegg.

Anlegget må derfor innrettes med alle støttefunksjoner inkludert alle nødvendige logistiske og forsyningsmessige tekniske funksjoner.

Avstand til Rikshospitalet er ca. 650m.

Avstand til Universitetsmiljøet på Blindern er ca. 1 km.

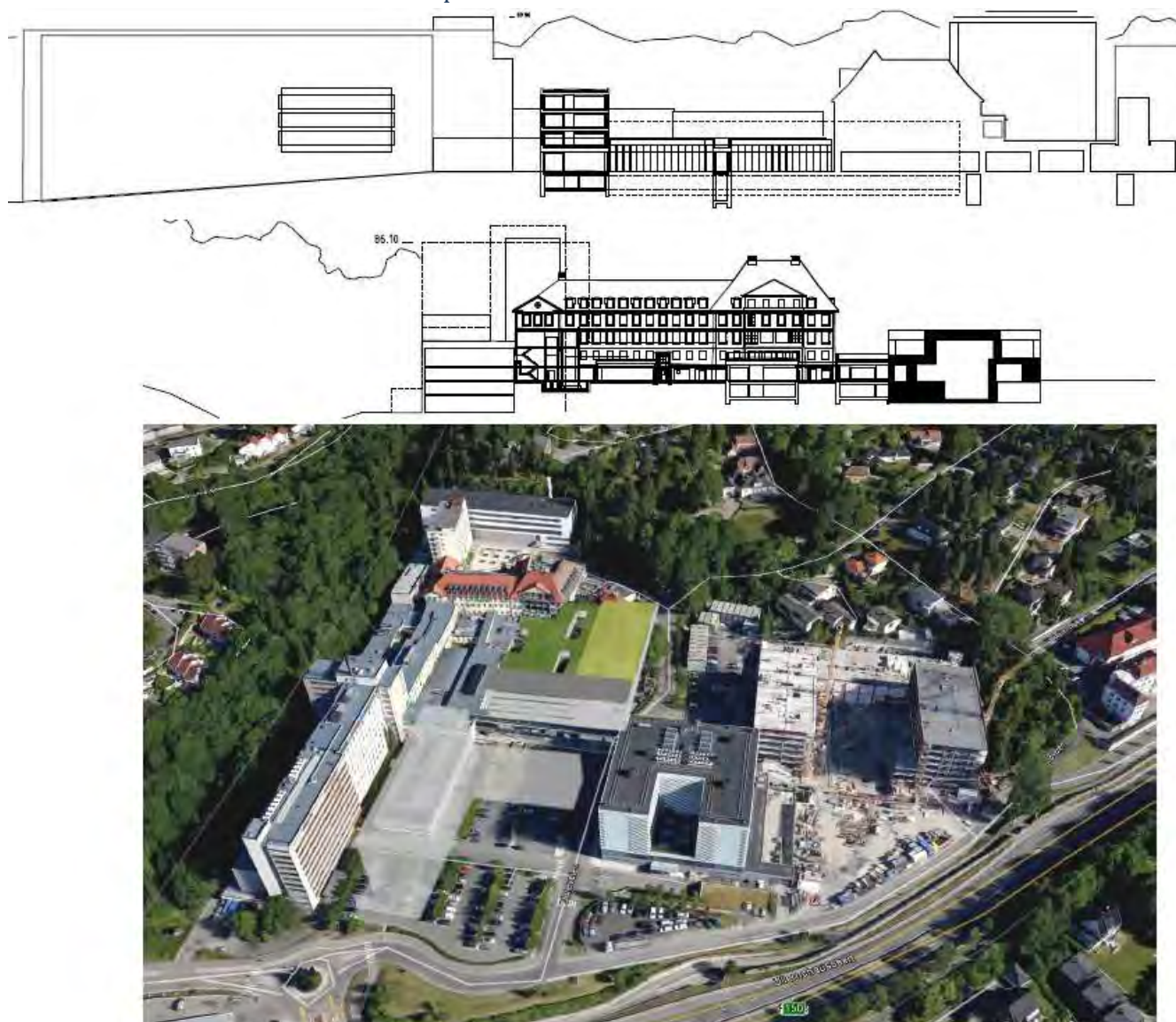
Arkitektur og miljø

Det bakenforliggende Gaustad Sykehus bevaringsverdige bygninger og tilhørende parkmessige kvaliteter er attraktive elementer for denne tomten.

Derimot dominerer de omfattende trafikale anleggene mellom Klaus Torgårds Vei og Torny Segerstedts Vei (Ring 3) de fysiske omgivelser ved ankomst til senteret.

Trafikken som helhet, samt bensinstasjonen og McDonalds på motsatt side av Klaus Torgårds Vei, vil gjøre ankomst og utsiktsforhold mindre attraktive. Sjenerende innsyn til ankomstareal og indre ventearealer fra forbi passerende samt eventuell støy fra trafikken vil kreve særlige skjermende tiltak i utformingen av bygget for å oppnå gode og verdige forhold for pasienter og pårørende.

9.2.4 Helse Sør-Øst RHF - Radiumhospitalet

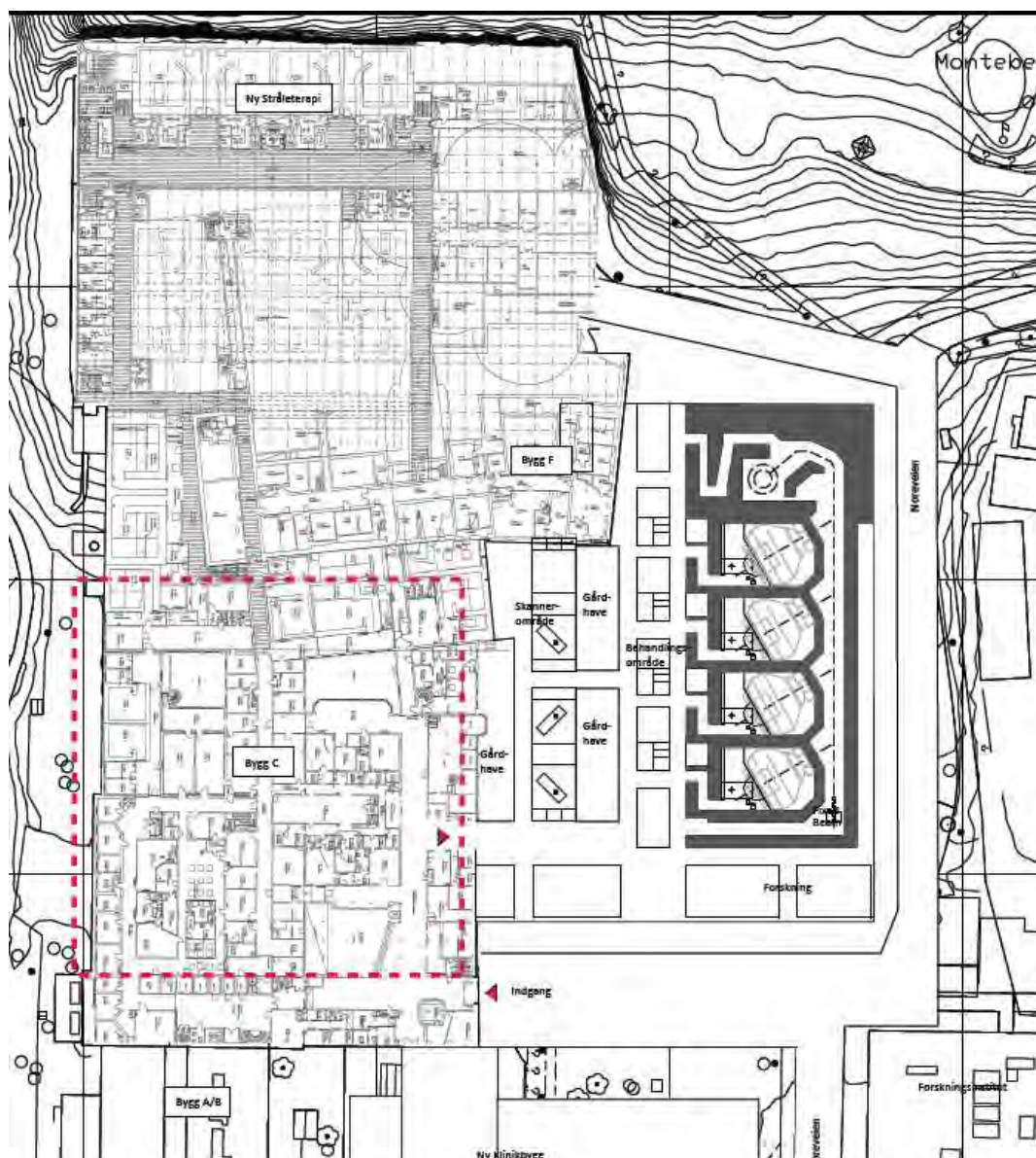


Figur 20.: HSØ Radiumhospitalet, alt. 1a, 1b, 2b – 4G+1F. «bred-modell».

Tomtens geometriske forhold

Etablering av et protonanlegg på Radiumhospitalet må sees i sammenheng med alle utviklingsplaner som finnes for dette sykehuset. Det bør utarbeides en samlet utviklingsplan der alle prosjektene inngår.

Arealet under gårdsplassen ved bygg E, nye stråleterapi, reserveres til utvidelse av det eksisterende foton-behandlingsanlegg (linak). De eksisterende planer viser mulighet for å etablere ytterligere 7 strålerom under gårdsplassen.



Figur 21: HSØ Radiumhospitalet, alt. 1a, 1b, 2b – 4G+1F. «bred-modell». Plan 1.

Ved etablering av et protonanlegg er det derfor nødvendig at flere eksisterende, gamle og slitte, bygninger må rives for å etablere nødvendig areal. Alle alternativer får plass på tomten der bygningene F, G, H og I er lokalisert i dag.

For å få best mulig tilkobling til den eksisterende bygningsmasse, samt beste pasient- og personalflyt plasseres behandlingsrommene mot øst og støttefunksjoner mot vest og bygning C.

Det eksisterer allerede hotelfasiliteter på tomten, så det anses ikke nødvendig med ytterligere hotellutvidelser ved protonsentret.

Mulige fremtidige utvidelser, herunder et karbonanlegg, skal på grunn av tomtens begrensninger ses i sammenheng med fornyelse av bygningsmassen ved bygning C, og det

kommende klinikkbygget mot syd. Tomten og bygningsmassen tillater ikke ytterligere utvidelser uten at ytterligere eksisterende bygningsmasse berøres.

Tilgjengelighet og logistikk

De trafikale forhold, parkeringsforhold etc., kan ikke ses isolert for et protonsentert alene, men må ses i sammenheng med det eksisterende sykehuset og det kommende nye klinikkbygget. I den forbindelse vil det være snakk om omdisponering av hovedinngangen, innkjøring og parkering for hele sykehusets tomt.

Teknikk

EL-forsyning tilkobles fra Smestad Transformatorstasjon. Vann og varme forventes å kunne tilsluttes til hovedforsyning til det eksisterende sykehuset.

Geoteknikk

Det må regnes med at store deler av tomten består av løs masse og leire samt eventuelle utskiftingsmasser etter andre utbyggingsprosjekter. Kun mindre deler av tomtearbeidene vil foregå på fjellgrunn. Tomten for det nye forskningsbygget bidro også til at grunnvannsnivået i området ble merkbart senket, og det må påregnes egne sikringsarbeider for å unngå setningsskader i byggene.

Realisering

Tomten eies av sykehuset og er regulert til sykehusformål. Eventuelle behov for mindre vesentlige reguleringsendringer må sees i sammenheng med totalt utbyggingsbehov på sykehuset.

Utbygging på Radiumhospitalet vil skje i et område med sykehus i drift. Tomten ligger også delvis oppå den tidligere adkomstveien til øvre del av Radiumhospitalet, og en god del kommunaltekniske føringer ligger i tomteområdet. I tillegg er det planer om å bygge ny behandlingsfløy, og dette ligger helt inntil den angitte tomten for protonsentert, og kan bli en utfordring i forbindelse med realisering. Disse to prosjektene bør vurderes i sammenheng.

Eksisterende bygg må rives før realisering og det må vurderes behov for erstatningsareal for eksisterende virksomhet. Store deler av det nye senteret vil ha vegger som grenser inn til eksisterende bygningsmasse, og det må påregnes omfattende sikringstiltak for byggene, og HMS-tiltak for å sikre ansatte og pasienter. Ved videre utvikling av Radiumhospitalet, etter at et protonsentert står ferdig, må løsninger og tiltak vurderes opp mot eventuell risiko for et protonsentert i forbindelse med vanskelige grunnforhold, spunting, sprekkdannelser mm.

Deler av klinikkvirksomheten vil kunne være felles med eksisterende strålebehandling ved Radiumhospitalet, og dette kan være en driftsmessig fordel, men gir utfordringer i forhold til nærhet og ombyggingsprosjekt.

Det må forventes at de begrensede plassforhold og de nødvendige tilpasninger til støy- og vibrasjonsforhold vil kunne medføre en forlenget byggetid og er sjenerende for den daglige driften i eksisterende fasiliteter.

Kliniske og forskningsmessige sammenhenger

Nærhet til sykehusets eksisterende kliniske fasiliteter ses som en betydelig fordel for et nytt protonanlegg her.

Det antas at kliniske støttefunksjoner etableres i fullt omfang, selv om visse funksjoner allerede finnes i det eksisterende sykehuset. Da det øvrige sykehuskomplekset sannsynligvis vil gjennomgå omfattende fornyelser av de sentrale behandlings- og diagnostiske funksjoner, vil et protonsenters drift kreve kliniske støttefunksjoner i fullt omfang.

Flere logistiske funksjoner finnes i det eksisterende komplekset, og kan med fordel betjene et nytt protonsenters her.

Det omfattende kreftforskningstiljøet med eksisterende forskningsfasiliteter, herunder dyrestall i forskningsbygget, vil være særdeles relevant for et senters her.

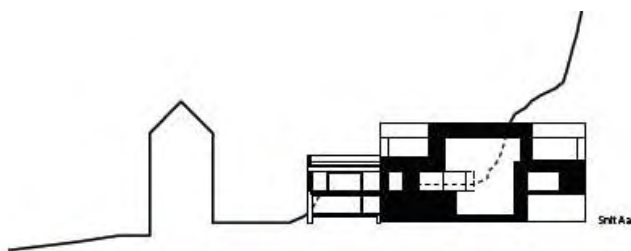
Arkitektur og miljø

Topografi og eksisterende bygningsmasse gir en naturlig skjerming av ankomstforhold og de mer sårbare pasientfasilitetene. Et nytt protonsenters vil dra fordel av disse fysiske forholdene.

Selv om Ullernchausveien er nær, oppleves den ikke som et sjenerende element, hverken visuelt eller støymessig.

Nærhet til Mærradalen mot vest er likeledes en fordel for hele sykehuset.

9.2.5 Helse Vest RHF - Hauklandsbakken nord



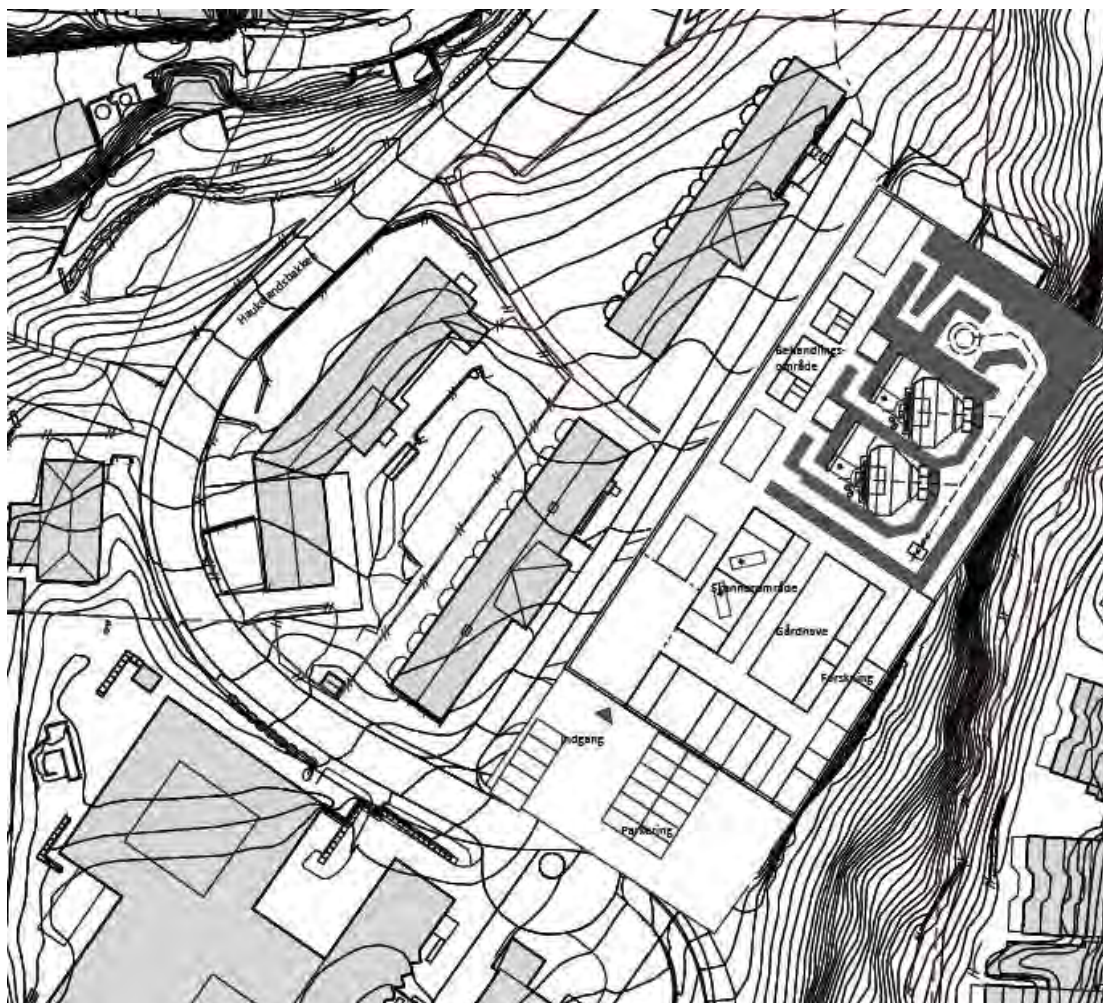
Figur 22: HV ved Hauklandsbakken Nord, alt. 2b – 2G+1F. «Smal-modell».

Geometriske forhold

Tomten ved det eksisterende parkeringsanlegget, som forutsettes fjernet, er relativt lang og smal.

For alternativ 1a og 1b vil det være behov for utvidelse av tomtearealet da anlegget går utover tomtegrensen mot nord. For alternativ 2aa og 2b er det mulig å få plass til anlegget innenfor tomtegrensen.

Selve tomtearealet er relativt flatt og svakt hellende mot nord, og arealet møter en høy bergvegg mot øst. Selve behandlingsrommenes omfattende betongkonstruksjon plasseres naturlig opp mot denne fjellformasjonen. Som følge av dette disponeres de kliniske støttefunksjoner mot syd og vest, hvilket også er hensiktsmessig i forhold til ankomst og tilkjøringsmuligheter.



Figur 23: HV Haukelandsbakken Nord, alt. 2b – 2G+1F. «Smal-modell». Plan 1.

Tilgjengelighet og logistikk

Haukelandsbakken gir kjørende god adgang til senteret.

Parkering kan etableres enten foran hovedinngangen ved rundkjøringen, alternativt langs den vestlige fasade på senteret eller på tomten ved Sykepleierhøgskolen.

Teknikk

EL-forsyning tilkobles Ravneberget Transformatorstasjon. Høyspent strømforsyning kan hentes fra Ravneberget transformatorstasjon, som ligger ca. 300 m øst og opp for selve tomteområdet. Det finnes kun gangvei mellom tomteområdet og transformatorstasjonen, og det ligger nokså sentralt i forhold til et mye benyttet fritids- og rekreasjonsareal.

Vann og varme forventes å kunne tilsluttes til hovedforsyningen til eksisterende sykehus.



Figur 24: HV ved Hauklundbakken Nord, alt. 1a, 1b – 4G+1F. «Smal-modell». Plan 1.

9.2.5.1 Geoteknikk

Tomten ligger i skrånende terreng, og er plassert i enden av en ensidig adkomstvei. Grunnen for denne tomten ser ut til å være fjell, men med innslag av løse masser der tidligere byggeprosjekter har vært gjennomført.

Avstander og eventuelle nødvendige sikringsarbeider må utredes i detalj hvis prosjektet videreføres med denne plasseringen. Det finnes utsprengte arealer på et lavere nivå inne i fjellet, og dette må tas hensyn til ved videre bearbeidelse av alternativet.

Realisering

For tomten finnes det et tilbud om kjøp fra Statsbygg. Dette er ikke tiltrådt men kan tiltres etter avtale.

Reguleringsprosessen avventer konseptrapport og det endelige tomtevalg. Det er positive signaler vedrørende reguleringen, og det er en frist for gjenopptakelse i oktober 2016. Risiko i forhold til reguleringsprosessen må tas inn i en samlet vurdering. Prosess rundt ekstra tomteerverv for alternativ 1a og 1b er ikke avklart.

Plassering i fjellskråning, og noen trange adkomstforhold i nabolaget blir utfordringen i forhold til rigging, utsprenging og transport. Tomten er plassert i enden av bilvei til sykepleieskolen og omkringliggende bygningsmasse.

Tomten ligger i skrånende terreng, og er plassert i enden av en ensidig adkomstvei, og er plassert i et område med både boliger og andre helsefunksjoner. Ekstra investeringer i sikringstiltak, støyreduksjon og vibrasjonskontroll må påregnes.

Tilførsler av elektroforsyninger og forsyninger for kommunaltekniske anlegg blir noe krevende siden det kun er en vei inn til tomten, og det krever omfattende uttransport av sprengstein og stor arbeider i bakken for infrastrukturen.

Kliniske og forskningsmessige sammenhenger

Avstand mellom protonsentret og selve Haukeland Sykehus vil være ca. 450m for gående, ca. 800m for biltransport, så et anlegg her vurderes som et 'stand alone'-anlegg. Anlegget må derfor innredes med alle støttefunksjoner inkludert alle nødvendige logistiske og forsyningsmessige tekniske funksjoner.

Det kan vurderes å etablere enkelte støttefunksjoner i nærliggende Sykepleierhøgskole, men det må vurderes hvilke funksjoner som kan plasseres fysisk adskilt fra selve protonsentret.

Arkitektur og miljø

Tomten ligger høyt hevet over eksisterende sykehus og foranliggende by og havn.

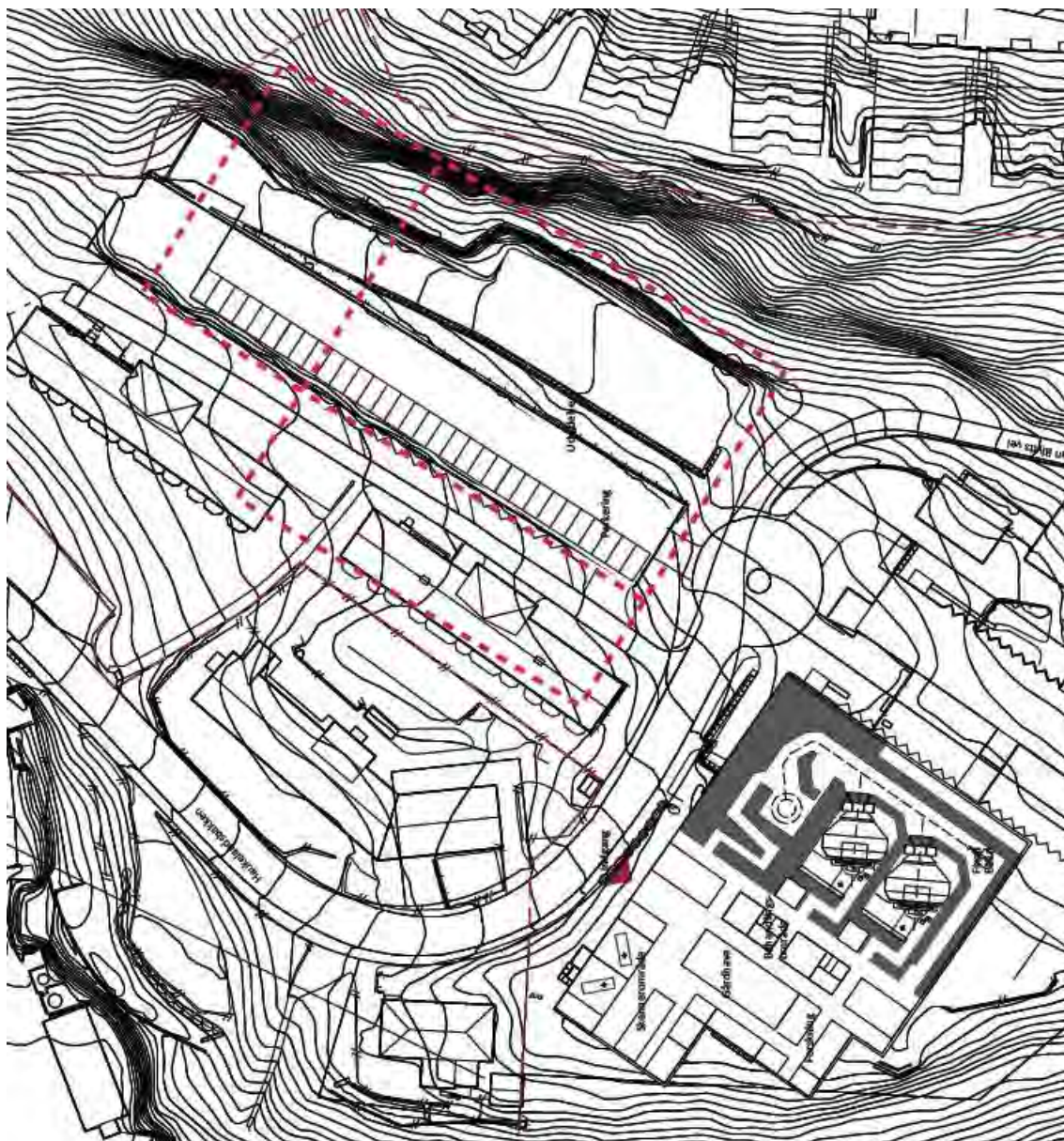
To foranliggende boligblokket mot vest skjermer dessverre for den storslåtte utsikten ut over Bergen by.

Det vil kun være begrenset gjennomkjørende trafikk via Haukelandsbakken, så plasseringen gir god skjerming for innsyn og støy, og vil kunne gi tilfredsstillende og rolige omgivelser for pasienter og besøkende.

9.2.6 Helse Vest RHF – Hauklandsbakken ved sykepleierskolen



Figur 24: HV ved Sykepleierskolen, alt. 2b – 2G+1F. «Bred-modell».



Figur 25: HV ved Sykepleierskolen, alt. 2b – 2G+1F. «Bred-modell». Plan 1.

Geometriske forhold

En forutsetning for tomten er at eksisterende Sykepleierhøgskole fjernes for å gi plass til et protonanlegg. For alternativ 1a og 1b må ytterligere en bygning vest for Sykepleierhøgskolen fjernes, denne tomten eies ikke av Helse Vest HF.

Behandlingsrom plasseres best mot øst så de kliniske støttefunksjonene, og tilhørende ankomst- og ventearealer, kan plasseres mot vest og den fine utsikten. Tomten er relativt plan og vannrett, men en skrent ned mot vest avgrenser tomten.

Tilgjengelighet og logistikk

Haukelandsbakken gir kjørende god adgang til senteret.

Parkering kan sannsynligvis etableres foran hovedinngang ved rundkjøringen, med en mulig risiko for å skyve de største anleggene for langt mot syd. Alternativt er det god plass på parkeringsarealet umiddelbart nord for rundkjøringen.

Teknikk

EL-forsyning tilføres fra Ravneberget Transformatorstasjon.

Man forutsetter å kunne tilknytte hovedforsyningen til det eksisterende sykehus for å få vann og varme.

Geoteknikk

Denne tomten har samme forutsetninger som tomten i parkeringsanlegget, men ligger friere foran sykepleierhøgskolen, og er litt mindre krevende i forhold til sprengning.

Grunnen for denne tomten ser også ut til å stor grad å være fjell, men med løse masser der tidligere byggeprosjekter har vært gjennomført.

I forbindelse med at tomten ligger på en hylle i fjellskråningen over motorveien inn i Haukelandstunellen, må det påregnes særskilte sikringstiltak i forbindelse med utspregning og transport for dette alternativet, med sikring av eksisterende fjellskråning. I tillegg gjelder det også her at det finnes utsprenge arealer på et lavere nivå inne i fjellet, og dette må tas hensyn til ved videre bearbeidelse av alternativet.

Realisering

Tomt ved lærerhøgskolen eies av Helse Bergen HF. Bygg, umiddelbart etter høgskolen eies ikke av Helse Bergen. Tomt bak denne igjen eies av Helse Bergen.

Reguleringsprosessen avventer konseptrapporten og det endelige tomtevalget. Det er positive signaler angående reguleringen, og det er satt en frist for gjenopptakelse oktober 2016. Risiko i forhold til reguleringsprosessen må tas inn i en samlet vurdering.

Det ligger eksisterende bebyggelse på dette tomtearealet, slik at det vil bli nødvendig med en del rivearbeider og tilpasningsarbeider i forhold til den eksisterende bygningsmassen.

Tomten ligger på en hylle i terrenget, og den er i minste laget for de største alternativene 1a og 1b, så det vil medføre en del tilpasningsarbeider i forhold til høyder og omkringliggende installasjoner. Tomten egner seg best for alternativ 2aa og 2b.

I forbindelse med utføringen av selve byggearbeidene kan det bli nødvendig å inndra en del av parkeringsarealet (om ikke hele arealet) for å kunne anskaffe det nødvendige arealet til byggeplassen. Dette vil kunne medføre krav om henvisning til midlertidige P-plasser i nærheten og eventuelt utgifter til anskaffelser disse.

Kliniske og forskningsmessige sammenhenger

Avstanden mellom protonsentret og selve Haukeland Sykehus vil være ca. 450m for gående, ca. 800m for biltransport, så et anlegg vurderes som et 'stand alone'-anlegg.

Anlegget må derfor innrettes med alle støttfunksjoner inkludert alle nødvendige logistiske og forsyningsmessige tekniske funksjoner.

Arkitektur og miljø

Plasseringen gir mulighet for god skjerming mot innsyn og støy, og vil kunne gi tilfredsstillende og rolige omgivelser for pasienter og besøkende. Det vil kun være begrenset gjennomkjørende trafikk via Haukelandsbakken.

Utsiktsmulighetene ut over Bergen by og havn er en stor fordel med denne lokaliseringen.

9.3 Økonomiske analyser

9.3.1 Prosjektkostnad

Det er foretatt en kostnadskalkyle av prosjektet.

Det er utredet en rekke alternativer og løsningsforslag basert på 4 tomter i Oslo og Bergen. Kostnadskalkylen er i utgangspunktet basert på en løsning med 4 behandlingsrom (med gantry) og 1 forskningsrom hvor klinikkdel og behandlingsdelen er kalkulert hver for seg. Det er foretatt kostnadskalkyler for 10 ulike alternativer hvor hver av alternativene består av en klinikkdel og en behandlingsdel.

Prosjektkostnader for de valgte alternativer:

Alternativ	1a 3(4)G+1F HSØ eller HV	1b 4G+1F HSØ eller HV	2aa 2(3)G+1F HSØ 1G +1F HV	2b 3(4)G+1F HSØ 1(2)G+1F HV
Prosjektkostnad - basiskalkyle NOK inkl mva	1 545 413 000	1 668 064 000	2 100 965 000	2 605 518 728
Prosjektkostnad P 50 NOK inkl mva	1 693 552 000	1 814 567 000	2 294 334 000	2 841 618 000
Prosjektkalkyle P 85 NOK inkl mva	1 809 778 000	1 941 252 000	2 432 836 000	3 020 344 000

Tabell 15: Samlet prosjektkostnad.

Samlet kostnadsoppsett prosjektkostnad fremgår av vedlegg for kalkyler og LCC.

Finansieringskostnader er holdt utenfor kalkylen. Finansieringskostnader omfatter i hovedsak antatte byggelånsrenter frem til konvertering av lånet. Finansieringskostnader er kalkulert til å ligge mellom NOK 42-69 mill avhengig av hvilket alternativ som velges.

Prisstigning i byggeperioden er ikke medtatt.

Kalkylen for basisalternativet 1b (4G + 1F) er bygd på input fra Norsk Prishåndbok, men behandlet på 2-siffernivå i henhold til NS 3451/53 og videre korrigeret i forhold til de ulike alternativer og kombinasjoner.

Kostnader for lokasjon er grunnkostnader for alternativet, mens merkostnaden for de ulike tomtealternativer er holdt utenfor og behandlet separat.

Kalkylen for basisalternativet 1b (4G + 1F) for protonbehandlingsområdet er bygget på erfaringstall for

tilsvarende anlegg i Århus og i Sverige selv om dette er kostnader for inntil 3 behandlingsrom/ gantry. Anlegget i Århus er under bygging og anlegget i Sverige er ferdigstilt og er i drift. HR-NOR AS har også fått tilgang til anbudspriser fra NCC for betongarbeider for anlegget i Århus. Kostnadsdifferensen mellom danske (oppgradert til 2016) og norske kroner er ca kalkulert til 1,5.

Forøvrig er det tatt utgangspunkt i kalkyletall fra PET-senteret ved UNN i Tromsø, og PET Radiofarmakaproduksjonen ved St Olav i Trondheim, i tillegg til arealpriser fra konseptfase ved Sykehuset Vestre Viken, samt tall fra Norsk Prishåndbok. Kalkylen er behandlet på 2-siffernivå i henhold til NS 3451/53 og videre korrigeret i forhold til de ulike alternativer og kombinasjoner.

Usikkerhetsanalysen angir et forventet tillegg på basiskalkyle på 8,5 % som gir Prosjektkostnad P-50. Beregningen viser at kostnadene er lavest per behandlingsrom/gantry når dette er samlet på en lokasjon, alternativ 1a og 1b.

Kostnader til Forskningsdel er vurdert til ca 50 mill kroner, mens kostnad per behandlingsrom varierer fra 400 mill kr/rom til 700 mill kr/rom alt avhengig av hvor mange maskiner som installeres.

Ved å redusere protonbehandlingsdelen med 1 behandlingsrom, spares ca.100 mill kr.

Ser vi på kostnader per senter så er 1b rimeligst per maskin mens 2b er dyrest pr maskin.

For Medisinskteknisk utstyr (MTU) er det foretatt tilsvarende beregning fordelt på klinikkdel og behandlingsdel.

Her er det endel kostnader knyttet til administrasjon av MTU for klinikkdelen og det er benyttet 15 %, mens det for behandlingsdelen er benyttet 2 % for administrasjon og 3 % for inntransport, frakt etc da dette ikke inngår i utstyrskostnaden. CT og MR inngår i alle alternativer, mens PETCT bare installeres ved bygg fra 4 eller fler behandlingsrom.

Innredning av et uinnredet behandlingsrom vil koste ca 130 mill kr for et ekstra gantry avhengig av kontraheringstidspunktet.

Korrigerer av kostnader fra Danske og Svenske løsninger til Norske

I Aarhus er den forventede anleggspris for Dansk Center for Partikelterapi (DCPT) med 3G + 1F i alt ca. 790 mill danske kroner (ekskl. moms), hvilket er ca. 1,2 MRD norske kroner (inkl. moms):

Bygg, utstyr, IKT, honorar, administrasjon i alt på ca. 790 mill danske kroner x 1,25 valutakurs x 1,25 moms = 1,2 MRD norske kroner.

I forbindelse med kostnadene vil følgende faktorer påvirke kostnadsnivået.

- Utstyr fra Varian var billigere enn forventet, det er valgt gjennomsnitt av utstyrsleverandører.
- Grunn i Aarhus er en bar mark uten særlige utfordringer (litt vann i jorden, men ikke fjell i Danmark)
- Lavere lønnsnivå i Danmark enn i Norge
- Lavere priser på innkjøp av utstyr i Danmark enn i Norge
- Generelt lavere byggepriser for Klinikk bygg i Danmark enn i Norge

9.3.2 LCC vurderinger

Det er foretatt en LCC-beregning av prosjektet

Livssyklus kostnader omfatter både investeringskostnadene og kostnader til forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling gjennom hele bruksperioden. I beregningen legges det til grunn årskostnader som iht NS 3454 er definert som en annuitet av levetidskostnaden. Levetidskostnaden vil si den diskonterte total kostnaden for kapital og FDVU (kostnader til forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling) over brukstiden. Dette betyr at årskostnader skiller seg fra årlige kostnader ved at den er lik hvert år. Årskostnaden skal legge grunnlaget for et forventet FDVU-budsjett for bygget.

NS 3454 "Livssyklus kostnader for byggverk" beskriver en måte å strukturere kostnader på, beregningsanvisning for utregning av eksempelvis livssyklus kostnad og årskostnad og definisjoner. Beregningene av LCC i prosjektet gjøres i henhold til NS 3454:2013.

For LCC-beregninger er det lagt vekt på de ulike installasjoners levetid. De tekniske installasjoner har stort sett 20-30 års levetid, mens bygg har 60 års levetid etter NS 3454. Her er benyttet 40 års levetid i gjennomsnitt. For MTU er det vesentlige kortere levetider og her er det benyttet 10 år.

Servicekostnader for syklotron og gantry er angitt med stor usikkerhet da innsamlet kostnader varier +/-30 %. Det er her benyttet de tall som er kommet fra MTU-oppsettet med noen justeringer.

Årskostnaden for MTU er dominerende og utgjør ca 65-70% av de samlede årskostnaden.

Årskostnaden for de valgte alternativer:

Alternativ	1a 3(4)G+1F HSØ eller HV	1b 4G+1F HSØ eller HV	2aa 2(3)G+1F HSØ 1G HV	2b 3(4)G+1F HSØ 1(2)G+1F HV
Sum årlig kostnad bygg og teknikk NOK inkl mva	64 343 566	64 931 566	82 683 316	85 990 111
Sum årlig kostnad MTU NOK inkl mva	128 290 014	152 775 905	157 309 752	213 544 233
Samlet årlig kostnad pr. senter NOK inkl mva	193 290 014	217 707 471	239 993 068	299 534 345

Tabell 16: Samlet årskostnader.

Beregnet årskostnad per m2:

Alternativ	1a 3(4)G+1F HSØ eller HV	1b 4G+1F HSØ eller HV	2aa 2(3)G+1F HSØ 1G HV	2b 3(4)G+1F HSØ 1(2)G+1F HV
Sum årskostnad per m2 FDVU NOK inkl mva	6 493	6 493	12 986	12 986
Sum årskostnad per m2 MTU NOK inkl mva	12 895	15 278	25 267	20 511
Total sum årskostnader per m2 NOK inkl mva	19 388	21 771	38 353	33 497

Tabell 17: Samlet beregnet årskostnad per m2.

9.3.3 Usikkerhetsanalyser

Det er gjennomført en usikkerhetsanalyse for prosjektet med deltakere fra prosjektledelsen, RHF'ene og rådgivere. Det vises til vedlagt rapport.

Følgende begreper er lagt til grunn for analysen:

85/15 Estimat (P85-verdi): Estimat som statistisk sett gir 85 % konfidensnivå. I praksis betyr dette at vi har 85% tiltro til at estimatet skal holde.

Forventningsverdi (P50-verdi): Statistisk forventningsverdi som reflekterer forventede tillegg og har en tiltro på 50% mot overskridelse (Median, E(x)).

Basisestimat: Estimat der usikkerhetsfaktorer ikke er medtatt og som reflekterer selve den kalkulerte verdien. (m)

Prosjektreserve: Et fond som prosjekteier bør rå over til å dekke ekstraordinære forhold.

Usikkerhetanalysen sammenfatter resultatene fra kalkyle og usikkerhetsanalyse for de totale projektkostnadene.

Sammenstilling av usikkerhetskalkylen er vist i kapittel 9.3.1.

9.3.4 Økonomisk bæreevne

I bærekraftsanalysen av de ulike alternativene for utbygging av protonsenters er det lagt til at man vil trenge 100% lånefinansiering. 30% er antatt å dekkes av interne lån, mens 70 % er antatt å dekkes av lån fra HOD.

Det er enda usikkert hvilke inntekt et protonsenters vil generere. I basisanalysen for utbyggingsalternativene har vi lagt til grunn en inntekt per pasient som tilsvarer ISF- satsen for fotonbehandling pluss en avansert doseplanlegging. Dette tilsvarer 54 074,- Netto nåverdien er beregnet ut i fra dette. Denne inntekten er trolig lavere enn hva man kan forvente av inntekt knyttet til protonbehandling, nettopp fordi vi med sikkerhet vet at det vil være dyrere å behandle med proton enn foton. Finansieringsordningen for protonterapi er enda ikke klar. Det anbefales å sette i gang et snarlig arbeid med å etablere korrekt DRG-vekt for protonbehandling slik at rette inntekter kan gis allerede ved oppstart. Siden det er stor usikkerhet rundt den fremtidige inntekten for protonbehandling er det gjort følsomhetsanalyser som viser konsekvensen for bærekraften av tre forskjellige

inntekter. I tillegg til basisinntekten (ISF) har vi lagt til grunn en inntekt som er lik driftskostnadene i hvert av utbyggingsalternativene. Vi har også lagt til grunn en inntekt som dekker både drifts- og investeringskostnader. Dette er den inntekten man må ha for å få 0 i netto nåverdi. Inntekten varierer med alternativene, og vises i tabellen under.

<i>hele kroner</i>	Alternativ	1A	1B	2AA	2B	0	0A	0B
	Basisinntekt kalkyle	54 074	54 074	54 074	54 074	58 900	58 900	58 900
	Inntekt for dekket driftskostnad	126 650	135 600	156 900	129 200	804 348	804 348	804 348
	Inntekt for dekket totalkostnad	266 100	278 150	346 600	290 350	804 348	804 348	804 348

Tabell.. Ulike inntektsnivå brukt i analysen-knyttet til protonbehandling

For 0-alternativene er det antatt å være en inntekt fra refusjon for prosedyrekoden som er knyttet til protonbehandling, som i gjennomsnitt tilsvarer 1,4 DRG poeng, som utgjør 58 913,- for å sende pasienter til utlandet for protonbehandling. I snitt koster imidlertid behandlingen 804 348,- per pasient i utlandet, basert på tall fra 2015.

Lånerenten er i avdragsperioden antatt å være 3%. Avdragstiden er 25 år. For netto-nåverdi beregningene er det brukt en diskonteringsrente på 4%, basert på finansdepartementets krav til diskonteringsrente.

Det er estimatene for byggekostnadskalkyle P50, og estimatene for investeringskostnad MTU P50 som ligger til grunn for analysen.

Det er tatt høyde for at en ikke kommer til å klare å drive senteret med full kapasitet fra første dag. Det er lagt inn en gradvis opptrapping, hvor vi antar at det tar 1,5 år per rom å nå full kapasitet. Det er også lagt inn at man fra 2030 utvider kapasiteten og innreder det ekstra rommet som står klart i de alternativene som har denne opsjonen. Det kommer en ny investering da i utstyr, samtidig som antall pasienter behandlet øker.

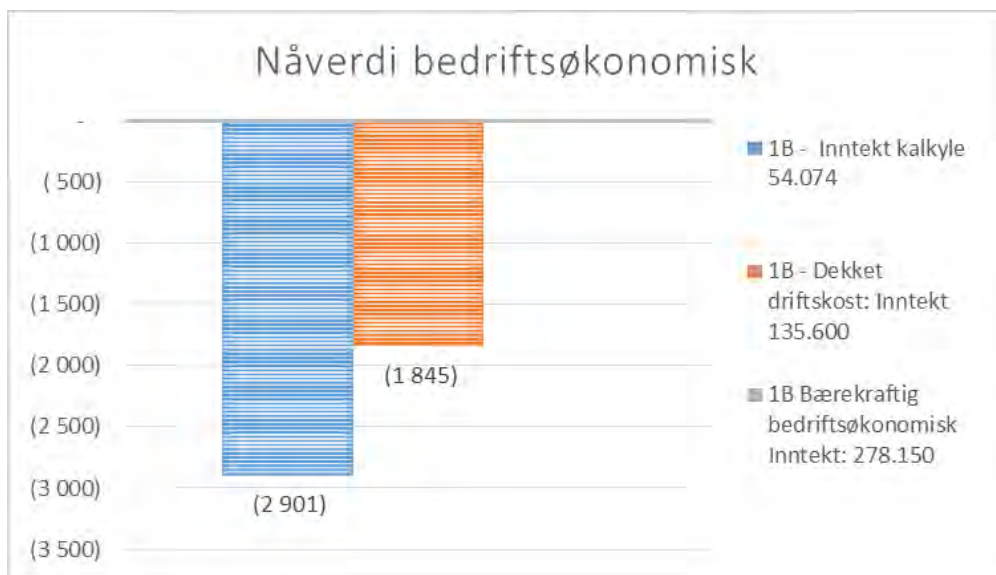
Analyseperioden som er satt i bærekraftsanalysen er avgjørende for resultatet. Det er forsøkt å velge en analyseperiode så nær levetiden for investeringen som mulig. Det vil i et partikkelsenter være stor variasjon i levetiden til de fleste fysiske komponentene i investeringene. Levetid er satt til 28 år, fra andre investeringsprosjekt, hvor det er både bygg og MTU involvert er 28 år funnet som snittlevealder.

Det er gjennomført beregninger per tomtevalg for alle alternativ. Forskjellen i tomtepriser kan vurderes til å ha marginal effekt på alternativene der alternativet med størst forskjell i bedriftsøkonomisk nåverdi grunnet tomtevalg opplevde 0,2% differanse. Derfor benyttes kun et tomtevalg per alternativ i videre sammenstilling og oppsummering.

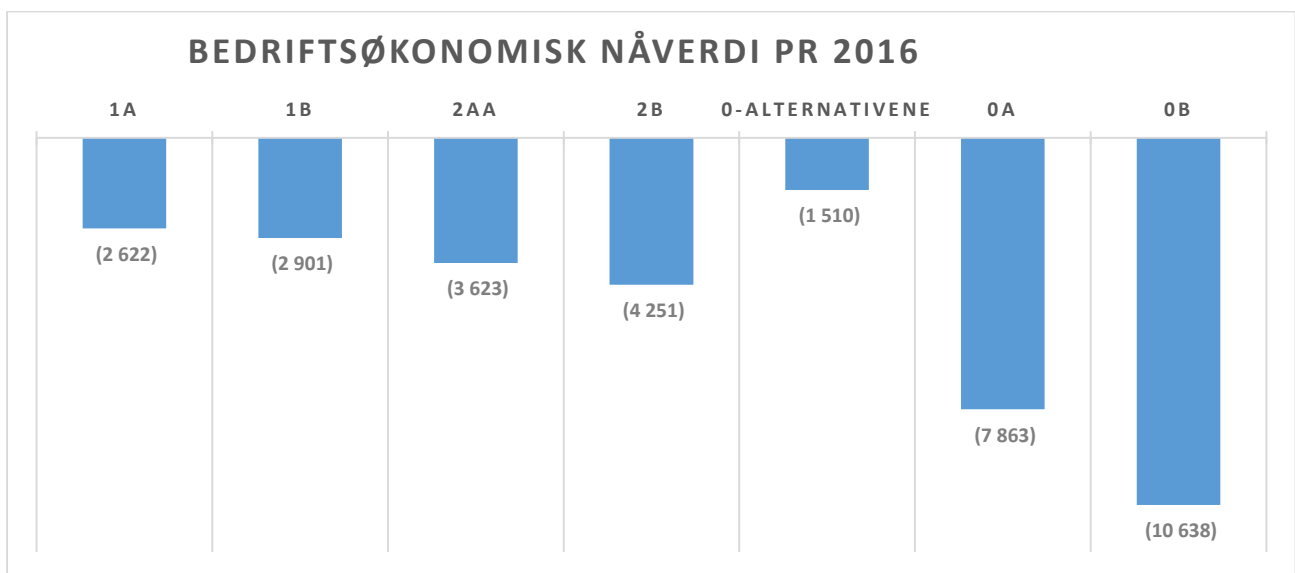
I fra et bedriftsøkonomisk ståsted er det alternativet 0 som fremstår som det mest gunstige alternativet, målt i netto nåverdi (Figur 27). Dette alternativet er imidlertid skiller seg fra de andre da det kun behandler 4800 pasienter ıla analysens levetid mens resten av analysene behandler mellom 23.800 og 41.728 pasienter (Tabell 18). Skulle man av denne grunn ønske å se bort fra alternativ 0 så vil 1a fremstå som det mest gunstige, målt i netto nåverdi. Tosenters løsningsene kommer dårligst ut av løsningsene som utbyggingsalternativ, hvor 2b har lavest netto nåverdi. 0a og 0b kommer dårligst ut av samtlige alternativ. Dette grunnet lav inntekt knyttet til høye kostnader. Bedriftsøkonomisk så fremstår ingen av investeringsalternativene som økonomisk lønnsomme, siden netto nåverdi er negativ for samtlige. Nettonåverdiene vil kunne påvirkes av relativt små skift i forutsetningene, så det bør fokuseres på de mest vesentlige forskjellene som finnes mellom

alternativene. 1a og 1b fremstår som nok de mest gunstige alternativene. Inntekten som ligger til grunn i basisanalysen er lav, og vil trolig være lavere enn det som en reelt må kunne forvente seg av protonbehandling, med tanke på at protonbehandlingen er langt mer kostbar enn fotonbehandling. Driftskostnadene knyttet til protonbehandling vil trolig dekkes via DRG-vekten i ISF, men investeringen gir dårlig nåverdi.

Tabellen under viser bedriftsøkonomisk nåverdi med ulike inntekter per pasient basert på alternativ 1b. Tallene er oppgitt i millioner kroner.



Figur 26: Bedriftsøkonomisk nåverdi med ulik inntekt per pasient, alternativ 1B (Tall i millioner kroner) (Referanse: Deloitte AS)

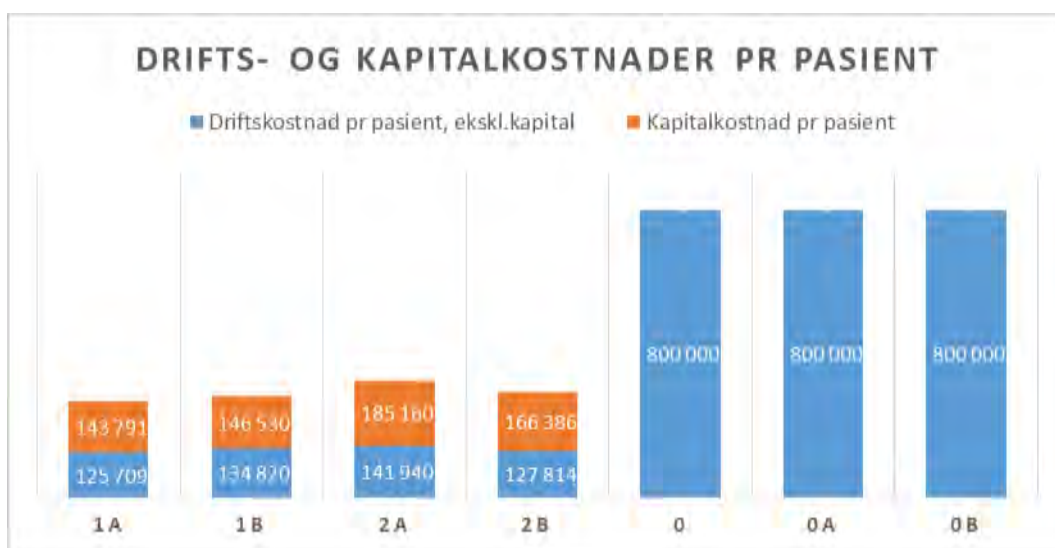


Figur 27: Bedriftsøkonomisk nåverdi per 2016 for samtlige alternativer (Tall i millioner kroner) (Referanse: Deloitte AS)

Alternativ	1A	1B	2AA	2B	0	0A	0B
Hele perioden	28 416	29 376	28 416	41 728	4 800	23 800	32 200
2022	864	1152	864	1152	100	850	1152
2030	1152	1152	1152	1728	200	850	1152

Tabell 18. Totalt antall behandlede pasienter i løpet av analysens varighet (28 år, og per 2022 og 2030).

Et protonsent er et svært utstyrstungt, og stiller store krav til bygningsmassen. Figur 28 viser forholdet mellom kapitalkostnaden og driftskostnaden per pasient. En ser her at kapitalkostnaden er betydelig, og overgår de driftsmessige kostnadene. Tabell 19 viser de totale kostnadene per pasient, fordelt mellom kapitalkostnader og driftskostnader. Merk at dette er snitt kostnadene for hele analyseperioden. Kostnad per pasient varierer med kapasitet, og kapasiteten er ikke antatt å være 100% fra start. En antar at det tar 1,5 år per behandlingsrom å nå full kapasitet. Kostnadene per pasient fremkommet av beregninger gjort for å finne hva inntekten må være for at netto nåverdien ved hvert alternativ skal være lik 0. Når netto nåverdien er null vil man ha kostnadsdekning for behandlingen. Vi kan derfor si at kostnadene ved å behandle en pasient er lik inntekten man må ha per pasient for å gå i null. Ut i fra kostnad per pasient (totale kostnader / maks antall pasienter som kan behandles i alternativet) er det en-senters løsningene som er de mest driftseffektive alternativene. Gjennomsnittskostnaden per pasient er fallende med økende behandlingsskapasitet i en-senters alternativene. Alternativ 2A skiller seg ut som den minst driftseffektive utbyggingsløsningen. 0-løsningene har en driftskostnad tilsvarende kostnaden av pasientbehandling i utlandet. Denne overstiger klart kostnadene ved behandling på eventuelle protonterapisentere bygget i Norge. Alternativ 2B har relativt lavt kostnadsnivå per pasient sammenlignet med 2AA, og ligger nokså nærme 1A og 1B. Dette skyldes at en har tatt høyde for at rommene som er uinnredet i første fase innredes i fra 2030. Kostnadene knyttet til innredningen er liten i forhold til hvor mange ekstra pasienter man klarer å behandle med ny kapasitet.

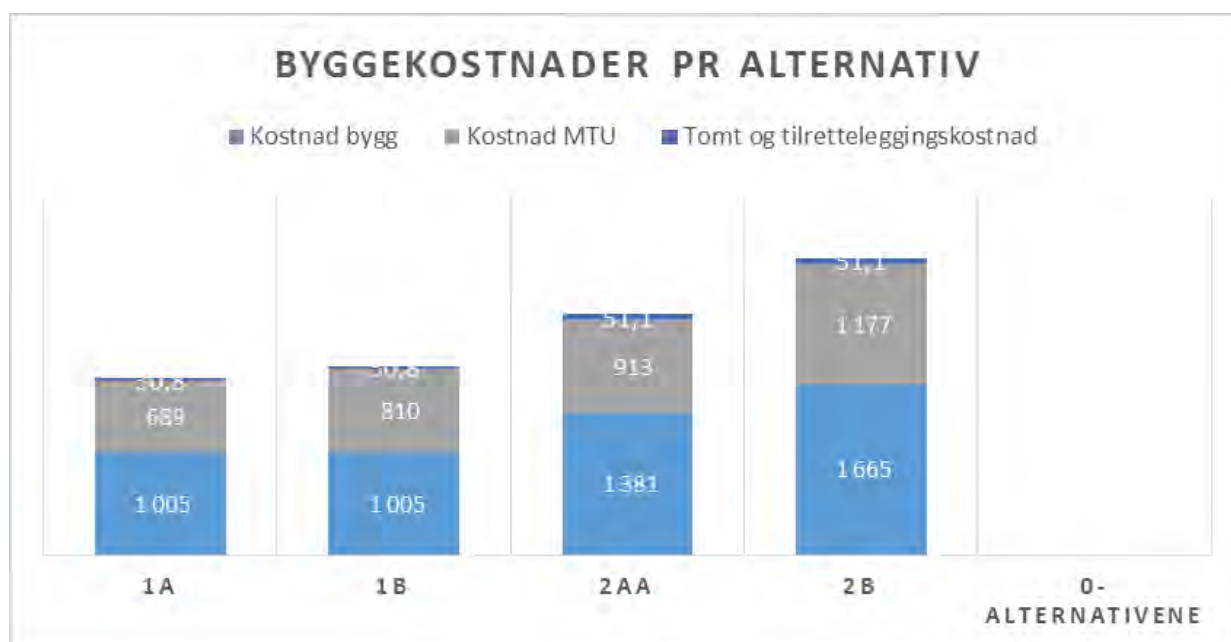


Figur 28. Totale kostnader per pasient for samtlige alternativer (hele kroner) (Referanse: DeloitteAS)

<i>hele kroner</i>	Alternativ	1A	1B	2A	2B	0	0A	0B
Driftskostnad pr pasient, ekskl.kapital		125 709	134 820	141 940	127 814	800 000	800 000	800 000
Kapitalkostnad pr pasient		143 791	146 530	185 160	166 386	-	-	-
Drifts- og kapitalkostnad pr pasient		269 500	281 350	327 100	294 200	800 000	800 000	800 000

Tabell 19: Drifts og kapitalkostnader per pasient, per alternative (hele kroner) (Referanse: Deloitte AS)

Figur 29 viser den totale byggekostnaden per alternativ, fordelt mellom bygg, MTU og tomt og tilretteleggingskostnader. Kostnadene knyttet til selve bygget utgjør litt mer enn 50% av den totale kostnaden, andelen MTU kostnader er altså ganske betydelig.



Figur 29. Totale bygningskostnader pr alternativ, fordelt mellom bygg og MTU. (Tall i millioner kroner) (Referanse: Deloitte AS)

10



Samfunns- økonomisk analyse



10 Samfunnsøkonomisk analyse

Grunnlaget for den samfunnsøkonomiske analysen er det medisinske estimatet på at 12% av pasienter som får strålebehandling vil ha nytte av en behandling med protoner.

Hver av utbyggingsalternativene skal vurderes opp mot tre forskjellige 0-alternativ. I 0-alternativene fortsetter man å behandle kreftpasientene med fotonterapi som i dag, samtidig som man sender et passende antall pasienter til utlandet for protonterapi. I 0-alternativet antar man at man sender 100 pasienter til utlandet i 2022, mens i 0a sender man 864 pasienter til utlandet i 2022, og i 0b sendes 1152 pasienter til utlandet i 2022.

Det er en svært forenklet samfunnsøkonomisk analyse som er gjennomført, og analysen bærer preg av stor usikkerhet på mange områder. Effekten av protonbehandling, eller fotonbehandling er ikke modellert spesielt for denne analysen og det er gjort en rekke antakelser rundt samfunnsøkonomiske effekter. Det er utført en QALY analyse, men på grunnlag av at det finnes svært få studier som bringer frem QALY verdier for ulike diagnosegrupper med og uten proton, er det valgt å trekke ut det som går på kvantifisert QALY og helseeffekt. Det finnes svært lite dokumentasjon på QALY oppnådd med proton og foton i de forskjellige diagnosegruppene men det er viktig å understreke at helsegevinsten ved en mer fordelaktig fordeling av stråledose likevel er veletablert. På grunn av den store usikkerheten rundt nytteverdiene kan man ikke legge særlig vekt på QALY analysen når man tolker resultatene.

Protonterapi handler først og fremst om å redusere bivirkninger og senskader som kan genereres ved fotonstråling, og om å bedre livskvalitetene til de aktuelle pasientene. Det er mange bivirkninger, ofte alvorlige, knyttet til stråleterapi. De mest fryktede bivirkningene av strålebehandlingen er de sene stråleskadene som kommer måneder, og opptil mange år etter at behandlingen er gjennomført. Det viktigste midlet for å redusere senskadene er å få ned stråledosen i normalvevet som ligger rundt svulsten, hvor risikoen for at levende svulstceller som kan gi tilbakefall betraktes som liten. Det er nettopp dette protonterapi kan bidra til. Dessverre er det begrenset med informasjon knyttet til hvor store effektene vil være på bivirkninger og senskader. Det er også usikkert hva som er den beste behandlingen av bivirkninger og senskader. På grunn av dette er det heller ikke regnet på forskjeller i kostnader og besparelser knyttet til bivirkninger, senskader og behandling av disse. Når det gjelder sykehusets kostnader knyttet til behandling av kreftpasienter som får stråleterapi er det få kostnader utenom den direkte behandlingskostnaden som er inkludert. Det er ikke tatt med kostnader knyttet til for eksempel kombinasjonsbehandling (kjemoterapi), eller kostnader knyttet til støttetjenester som lab og radiologi.

Det er også stor usikkerhet rundt hvilke pasienter det er som kommer til å motta protonbehandling i Norge. Partikkelterapi er enda forholdsvis nytt og en vet enda ikke helt hvilke indikasjoner og protokoller som vil bli gjeldende i Norge. Det er heller ikke mulig å si noe om det er pasienter i helt konkrete aldersgrupper som kommer til å bli behandlet med proton. Vi har gjort antagelser for hvilke pasientgrupper som trolig kommer til å behandles, og hvor stor andel av disse som vil være i arbeidsfør alder. Vi har ikke nok informasjon til å gjøre underanalyser av spesifikke pasientgrupper, eller aldersgrupper, noe som er vanlig i økonomiske evalueringer av helsetiltak. Ved en mer inngående og dypere analyse er det mulig at vi kunne ha sett at kostnadseffektiviteten ved protonbehandling kan avhenge av pasient- og aldersgrupper.

10.1 pasientgrunnlag

Ut i fra framskrivningen av pasientgrunnlaget er det estimert et antall pasienter som kan behandles med proton i hver helseregion. Dette vises i tabell 20 under. I den samfunnsøkonomiske analysen er det lagt til grunn at alle barn vil bli prioritert. Det er antatt å være 3% barn som kan være potensielle mottakere av protonbehandling. Av disse 3% er det antatt at 10% er palliative, og at disse da likevel ikke vil være aktuelle for proton, men vil ha god nytte av fotonbehandling og vil heller få det. I samtlige alternativ er det slik at 48 barn får protonbehandling, mens 5 barn får fotonbehandling.

2022	Norge	Helse Sør-Øst	Helse Nord	Helse Midt-Norge	Helse Vest
Pasienter	1780	997	178	232	373
Andel	100%	56%	10%	13%	21%
Antall barn (3%)	53	30	5	7	11

Tabell 20: Antall pasienter som er antatt å kunne få proton behandling

Tabell 21 viser en oversikt over hvor mange pasienter som kan bli behandlet med proton med ulikt antall rom. Dette er under forutsetning av at senteret og alle behandlingsrommene drives med full kapasitet. Resterende pasienter som det ikke er kapasitet til å behandle med proton er antatt å få fotonterapi. Antallet vises i siste kolonne.

Behandlings-rom	Protonbehandling	Fotonbehandling
1	288	1492
2	576	1204
3	864	916
4	1152	628

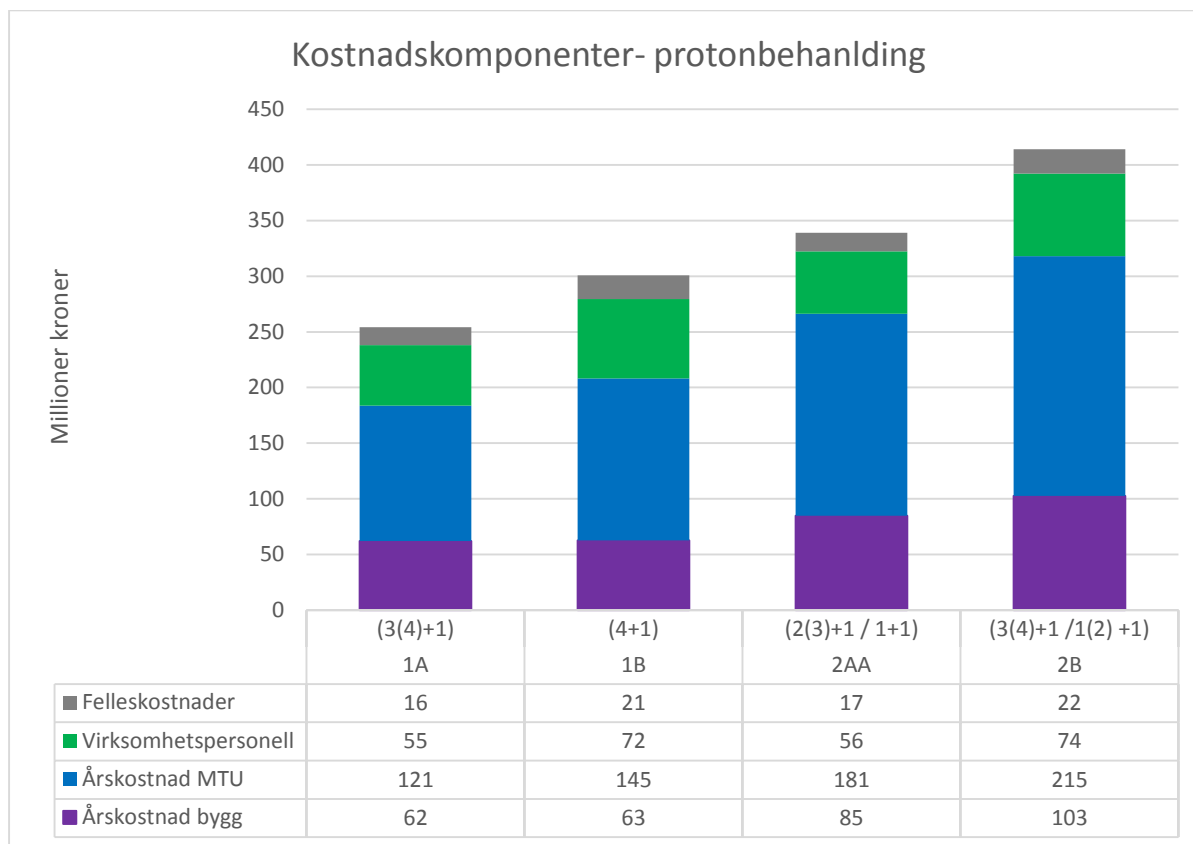
Tabell 21. Antall pasienter som kan behandles med proton og foton i de ulike kapasiteter

Figur 30 gir en oversikt over hvilke kostnader som inngår i den direkte behandlingskostnaden til protonbehandling. Vi ser tydelig at kostnadene til MTU er den store kostnadsdriveren. Den totale kostnaden er høyest ved alternativ 2a og 2b, som er to-senters løsningene. Alternativ 1a er det rimeligste alternativet.

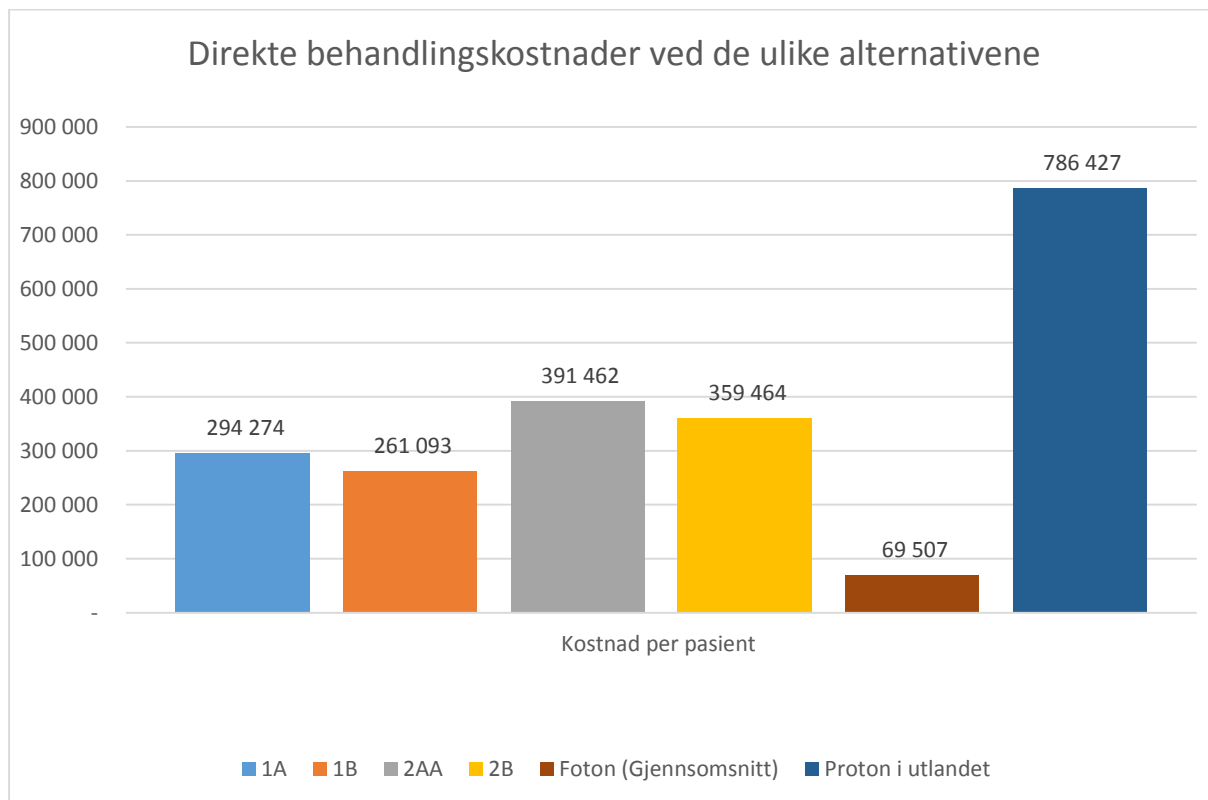
10.2 Direkte behandlingskostnader per pasient

Analysen viser at både direkte behandlingskostnad, og de samfunnsøkonomiske kostnadene knyttet til protonbehandling er høyere enn kostnadene som er knyttet til fotonbehandling. Den direkte behandlingskostnaden per pasient for protonterapi er fallende med økende størrelse på utbyggingsalternativet. Protonterapi er mellom 3,8 og 5,5 ganger dyrere enn fotonterapi. Direkte behandlingskostnad for fotonterapi er estimert til i snitt å være 69 507,- per pasient, mens behandlingskostnad per protonpasient varierer mellom 261 093,- og 391 462,- Behandlingskostnaden er lavest i alternativ 1b, og høyest i alternativ 2a når man ser på utbyggingsalternativene. Behandlingskostnaden for protonterapi i

utlandet er langt høyere og ligger i snitt på 786 427,- per pasient.



Figur 30: Kostnadskomponenter som inngår i den direkte behandlingskostnaden av protonbehandling. Kostnader oppgitt i millioner kroner og er inkl. mva. (Referanse: Deloitte AS)



Figur 31: Direkte behandlingskostnader per pasient. (Referanse: Deloitte AS)

10.3 Samfunnsøkonomisk kostnad per pasient

Kostnader	1a		1b		2aa	2b	0	0a	0b	0+
	3(4)+1 HSØ	3(4)+1 HV	4+1 HSØ	4+1 HV	2(3)+1 HSØ 1 +1 HV	3(4)+1 HSØ 1(2) +1 HV				
Protonterapi	453,6	453,7	582,9	583,1	541,6	679,6	105,8	860,9	1165,0	273,9
Fotonterapi	342,6	342,6	293,3	293,3	342,6	239,3	616,6	347,6	239,3	556,7
Totalt	796,3	796,4	822,3	822,4	884,2	919,0	722,4	1208,6	1404,3	830,6
Protonbeh.	864	864	1152	1152	864	1152	100	850	1152	267
Fotonbeh.	916	916	628	628	916	628	1680	930	628	1513
Totalt	1780	1780	1780	1780	1780	1780	1780	1780	1780	1780

Tabell 22: Samfunnets totale kostnader knyttet til strålebehandling av 1780 pasienter (Millioner kroner)

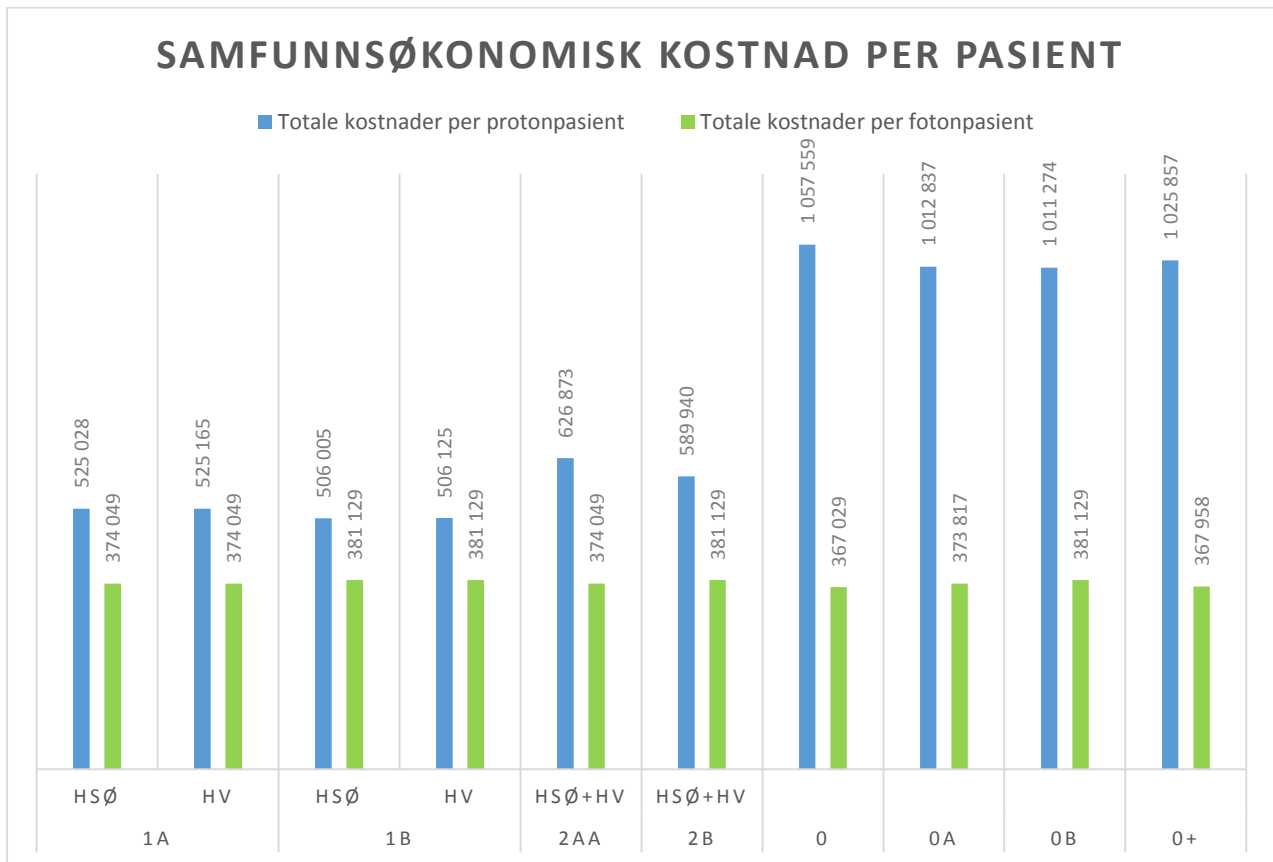
Når man ser på den samfunnsøkonomiske kostnaden per pasient er forskjellene mellom proton- og fotonterapi mindre. Protonterapien er fortsatt mer kostbar, men er da bare mellom 1,3 og 1,7 ganger dyrere i utbyggingsalternativene. I alternativ 1b) er det 124 876,- kroner dyrere å behandle en protonpasient sammenlignet med en fotonpasient. I sykelønn utgjør dette en forskjell på rett i overkant av to måneders sykemelding. Det vil si at i det en fotonpasient er sykemeldt i 2,4 måneder lengre enn en protonpasient, vil den

samfunnsøkonomiske kostnaden for protonbehandling være lavere per pasient enn kostnaden for fotonbehandling per pasient. Målt i antall døgn i sykeseng ved en kreftavdeling vil den samfunnsøkonomiske merkostnaden ved protonbehandling kontra fotonbehandling være innspart i det en fotonpasient må ligge 14 døgn eller mer enn protonpasienten. Det skal altså ikke store forskjeller i effekten av behandling til før protonbehandling kan sees på som mer samfunnsøkonomisk lønnsomt enn fotonterapi.

Den totale samfunnsøkonomiske kostnaden for å behandle 1780 pasienter er lavest i 0-alternativet (722 mnok), men i dette alternativet blir det ikke behandlet mer enn 100 pasienter med proton. Ut av utbyggingsalternativene er det 1a) som har lavest total kostnad (796 mnok), her blir 864 pasienter behandlet med proton. Det er liten forskjell i total kostnad mellom 1a) og 1b). For 26 millioner mer får en i 1b) behandlet 288 flere pasienter med proton. To-senters alternativene er noe mer kostbar, og en få ikke behandlet flere pasienter med proton enn man gjør i 1a) og 1b). Alternativ 2aa) er det rimeligste av to-senters løsningene (884 mnok). Alternativ 0a og 0b fremstår som de mest kostbare alternativene av alle, og total kostnaden for å behandle 1780 pasienter er over en milliard norske kroner. Grunnen til dette er at en i disse alternativene sender relativt mange pasienter til utlandet for proton behandling, og det er svært kostbart.

Om en sammenligner utbyggingsalternativene opp mot de ulike 0-alternativene finner man at utbyggingsalternativene vil gi en merkostnad for samfunnet sammenlignet med alternativ 0. Merkostnaden er lavest for alternativ 1a) (73,8 mnok i HSØ), og høyest i alternativ 2b) (196,5 mnok). Merkostnaden er forbundet med et høyere antall pasienter behandlet med proton. Helsegevinsten bør derfor totalt sett være større i utbyggingsalternativene enn i 0-alternativet. Når en sammenligner utbyggingsalternativene opp mot 0a og 0b vil man ved samtlige utbygningsalternativ oppnå en kostnadsbesparelse. Den største besparelsen henter man i alternativ 1a) (412 mnok), mens den minste besparelsen er knyttet til 2b) (290 mnok) sammenlignet med 0a. Sammenlignet med 0b er det bare alternativ 1b og 2b en behandler like mange med proton som i null alternativet, en kan derfor si at kostnadsbesparelsen går på bekostning av et redusert antall pasienter behandlet med proton.

Merkostnaden ved å innrede et ekstra rom i eksisterende bygg er relativt liten, mens økningen i kapasitet vil være betraktelig. Marginalkostnaden ved å behandle en ekstra pasient vil være ca. 62 400,-



Figur 32: Samfunnsøkonomisk kostnad per proton- og fotonpasient ved hvert alternativ. (Referanse: Deloitte AS)

Flere av studiene som også måler nytteeffekten av protonbehandling versus fotonbehandling peker på at protonbehandling er forbundet med reduserte sannsynlighet for bivirkninger, for å få andre sykdommer og sannsynlighet for å få sekundærcancer. Det nevnes for eksempel at brystkreftpasienter har en viss risiko for å utvikle ischemisk hjertesykdom, andre kardiovaskulære lidelser eller lungebetennelse. At protonterapi kan forhindre eller redusere sannsynlighet for slike sykdommer gjør at en vil spare samfunnet for relativt store behandlingskostnader, kostnader knyttet til sykefravær og uførhet. Reduksjon i slike type sykdommer vil øke den samfunnsøkonomiske lønnsomheten av protonsenters. Mange barn med Medulloblastoma opplever både hørselstap, tap av IQ og mangel på veksthormoner ved fotonbehandling. Å for eksempel redusere antall barn med hørselstap vil spare samfunnet for mange kostnader, og ikke minst øke livskvaliteten og livsfunksjonen hos de pasientene det gjelder. For barn er det også gjort funn på at omlag halvparten av de som overlever fotonterapi har store helseplager. Mange av barna har store bevegelsesinnskrenkninger og får som voksne redusert arbeidsevne. Produktivitetstapet er derfor stort og mangeårig knyttet til barn og unge som får fotonterapi. Enhver forbedring for barn og unge som øker sannsynlighet for at de kan komme i arbeid vil være med på å øke samfunnsøkonomisk lønnsomhet av investeringen. Protonterapi er forventet å ha spesielt god effekt for barn, da indre organer som fortsatt er i utvikling kan slippe store mengder stråling. Dessverre har vi ikke nøyaktige behandlingskostnader for disse lidelsene og aspektet rundt dette er ikke kvantifisert i analysen, men man bør ha dette «med i bakhodet» når man tolker resultatet av den samfunnsøkonomiske analysen.

11



Evaluering Valg av alternativ



11 Evaluering, valg av alternativ

11.1 Kriterier for vurdering og valg av alternativ

Iht. veileder for tidligfaseplanlegging i sykehusprosjekter skal det foreligge en likeverdig dokumentasjon av alternativene i konseptfasen som gir grunnlag for evaluering og anbefaling av det "beste" alternativet. Evalueringen skal vise om et investeringsprosjekt bør gjennomføres eller om nullalternativet bør velges.

Basert på kriteriene angitt i tidligfaseveilederen er det besluttet følgende evalueringskriterier for prosjektet:

Det skilles mellom:

1. Kvalitative - ikke prissatte nytteeffekter
 2. Kvantitative – prissatte nytteeffekter
-
1. Kvalitative (ikke prissatte nytteeffekter):
 - Måloppnåelse, riktig prioritering i forhold til målhierarki
 - Herunder prosjektmål, prosjektets samfunns mål og effektmål. Pasientsikkerhet. Likebehandling i form av tilgjengelighet, kapasitet og kvalitet, målgruppe, avgrensning i forhold til andre behandlingsformer
 - Rekruttering og fag- og kompetanseutvikling
 - Herunder bemanning, kompetanseutvikling, forskning
 - Generalitet og fleksibilitet
 - Herunder fleksibilitet til å møte endringer i behov knyttet til demografi, epidemiologi og behandlingsmetoder. Mulighet for kombinasjon av annen type stråle- og kreftbehandling. Innfasing av andre regionale anlegg mm.
 - Mulighet for samhandling
 - Herunder nasjonalt, mellom regioner, internt i regionen, mot primærhelsetjenesten, mot andre land.
 - Lokalisering og tomt
 - Herunder tomtens og byggets egnethet i form av: tilgjengelighet, utvidelse og utvikling over tid, ytre miljø, myndighetsforhold, logistikk, FDVU, konsekvenser av investeringen på eiendomsdriften. Utvikling av omkringliggende virksomhet.
 - Gjennomføringsmulighet og tidsaspekt
 2. Kvantitative (prissatte nytteeffekter):
 - Økonomisk bæreevne, finansielt handlingsrom. (Investeringskostnad, driftskostnad, bærekraft, samfunnsøkonomisk analyse)
 - Utvidelser og innfasing av andre anlegg

Følgende vekting av kriteriene gjelder for prosjektet:

<i>Kvalitative Kriterier</i>	Vekting %
Måloppnåelse, riktig prioritering i forhold til målhierarki	25 %
Rekruttering og fag- og kompetanseutvikling	15 %
Generalitet og fleksibilitet	15 %
Mulighet til samhandling	15 %
Lokalisering og tomt	15 %
Gjennomføringsmulighet og tidsaspekt	15 %
Sum	
<i>Kvantitative Kriterier</i>	
Samfunnsøkonomisk nytte	60 %
Økonomiske bærekraft	40 %
Sum	100 %

Tabell 23: Evalueringskriterier med vekting

Vekting av kvalitative kriterier

Det er for prosjektet vurdert at det viktigste kriteriet vil være å oppfylle prosjektets mål iht. oppgitt mandat. På bakgrunn av dette er *måloppnåelse, riktig prioritering i forhold til målhierarki* vektet høyest. De øvrige kriteriene har fått likeverdig vekting da vi mener alle kriteriene er relevante for prosjektet.

Vekting av kvantitative kriterier

Normalt for investeringsprosjekter vil økonomisk bærekraft telle mer enn samfunnsøkonomisk nytte. Innføring av protonbehandling vil være en ny form for strålebehandling som ønskes etablert på nasjonalt hold der Helse og Omsorgsdepartementet er bestiller ovenfor RHF'ene. Det er sannsynlig at det enkelte RHF ikke vil ha bærekraft til å bære kostnader ifm investering eller drift av et slikt anlegg og vil være avhengig av tilskudd til både investering og drift. For samfunnet sin del kan et slikt prosjekt ha en nytteverdi og på bakgrunn av dette er samfunnsøkonomisk nytte vektet høyere enn økonomisk bærekraft.

11.2 Rangering og vurdering av alternativene, anbefaling

I dette kapitlet følger en oppsummering av de kvalitative og kvantitative vurderinger av de ulike alternativene. Når det gjelder vurdering av de ulike tomtene henvises det til kapittel 9.2 forenklet skisseprosjekt.

Samlet sett er det enighet i prosjektgruppen om at:

- To sentre er bedre enn ett senter.
- Ved valg av ett stort nasjonalt senter foretrekkes Oslo fremfor Bergen.
- Radiumhospitalet foretrekkes fremfor Gaustad.

Det er noe sprikende resultat mellom den kvalitative og den kvantitative evalueringen. To senter koster litt over 1 milliard kroner mer å bygge enn ett senter, samtidig viser den kvalitative evalueringen flere fordeler med en utbygging av to sentre:

- To sentre med høyest kapasitet gir høyest kapasitet, flest behandlede pasienter, flere som unngår langtidsbivirkninger og lever lengre med kreft. Høyest kapasitet gir også mer likebehandling av pasienter, flere kan prioriteres til protonbehandling.
- To sentre gir bedre tilgjengelighet til flere pasientene, samt at dette er et riktig steg på veien mot full regionalisering av behandlingstilbudet.
- To senter med høyest kapasitet gir en fremtidig fleksibilitet i forhold til utvidelse av behandlingstilbudet.
- To sentre gir gode synergieffekter mellom fagpersoner og muligheter for samarbeide og fagutvikling innenfor drift, forskning, mellom regionene, nasjonalt og internasjonalt. Dette er en fordel også med tanke på effektiv og god utarbeidelse av behandlingsprotokoller og pasientrekruttering.
- To sentre ivaretar og bygger videre på allerede godt etablerte fagmiljøer innenfor partikkelterapi og protonbehandling både i Oslo og Bergen.

Likedan innstiller prosjektgruppen på at dersom det skulle det bli utbygd kun ett protonsentre i første omgang, så vurderes Oslo og Radiumhospitalet som det beste alternativet, dette på grunn av:

- Oslo scorer best på tilgjengelighet for størst andel pasienter.
- Oslo har landets største fagmiljø på stråleterapi med 17 eksisterende fotonbehandlingsrom, landets største fagmiljø per tumorgruppe, og Radiumhospitalet har det største fag og forskningsmiljøet innen kreft og strålebehandling i Norge.
- Ett senter i Oslo vil være riktiger enn ett senter i Bergen med tanke på senere innfasing av andre regionale anlegg. Ett senter i Bergen vil gi en overkapasitet i Helse Vest ved en eventuell utbygging i de andre regionene.
- Radiumhospitalet er det eneste alternativet som vil innlemme protonsentret i eksisterende sykehusbygg. Dette har store fordeler for pasienter i forhold til direkte nærhet til kjemoterapi, kreftpoliklinikk og sengeområder, samt for selve utbyggingen da det er mulighet for å tenke sambruk på funksjoner som er kostnadsdrivende og plasskrevende å bygge. Et integrert protonsentre vil også gjøre det lettere for fagpersoner å bevege seg mellom enhetene ved behov.
- Hvis alternativ med maksimal kapasitet blir valgt i Haukelandsbakken i Bergen er det behov for ytterligere tomteerverv.

Dette gir følgende rekkefølge prioriterte alternativ:

1. Alt. 2b: To sentre, med maksimal kapasitet. Foretrukket lokalisering er Radiumhospitalet i kombinasjon med Haukelandsbakken nord.

2. Alt. 2aa: To sentre med redusert kapasitet. Foretrukket lokalisering som i punkt 1 over.
3. Alt. 1b: Ett senter med maksimal kapasitet. Foretrukket lokalisering Radiumhospitalet.
4. Alt. 1a: Ett senter med redusert kapasitet, foretrukket lokalisering Radiumhospitalet.

11.2.1 Evaluering av kvantitative kriterier

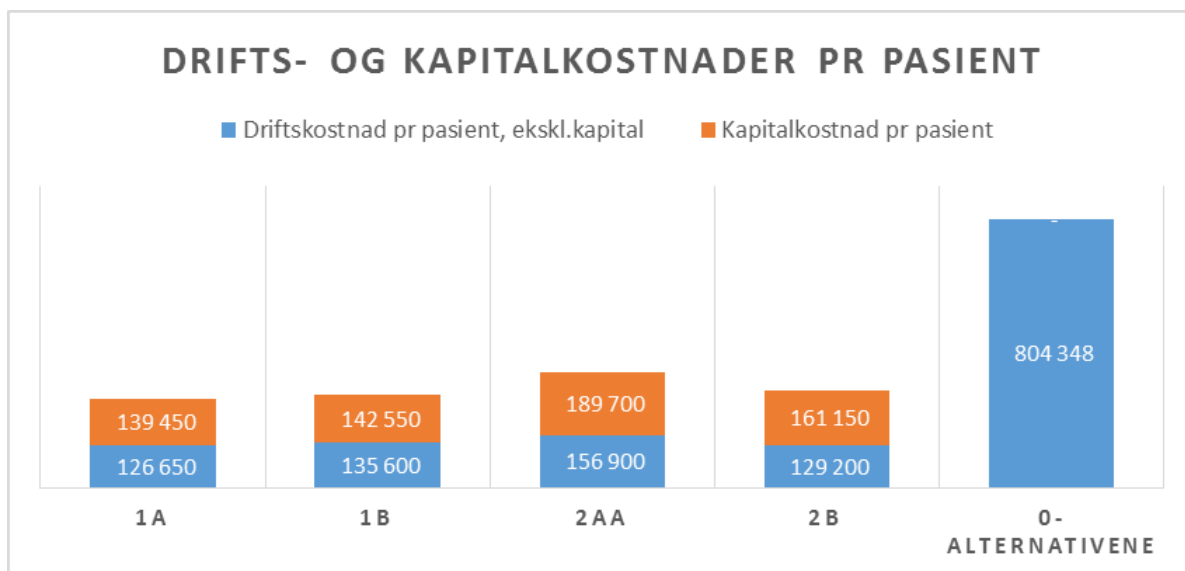
I forhold til den **kvantitative evalueringen** har prosjektgruppen kommet med en samlet anbefaling, rangert etter prioritering:

Ett nasjonalt senter med størst behandlingskapasitet kommer best ut mht økonomisk bæreevne og samfunnsøkonomi. Deretter kommer senteret med lavest investeringskostnad:

1. **Alt. 1a og alt 1b: Ett senterløsningene ansees som økonomisk likeverdige med noe høyere score for alt 1b.**
2. **Alt. 2b: To sentre, med maksimal kapasitet.**
3. **Alt. 2aa: To sentre med redusert kapasitet.**

For de kvantitative vurderingene har det blitt evaluert på økonomisk bæreevne og samfunnsøkonomisk analyse.

Når det gjelder økonomisk bæreevne, så er alternativene evaluert ut fra de totale kostnader, drifts- og kapitalkostnader per pasient. Se figur 34.



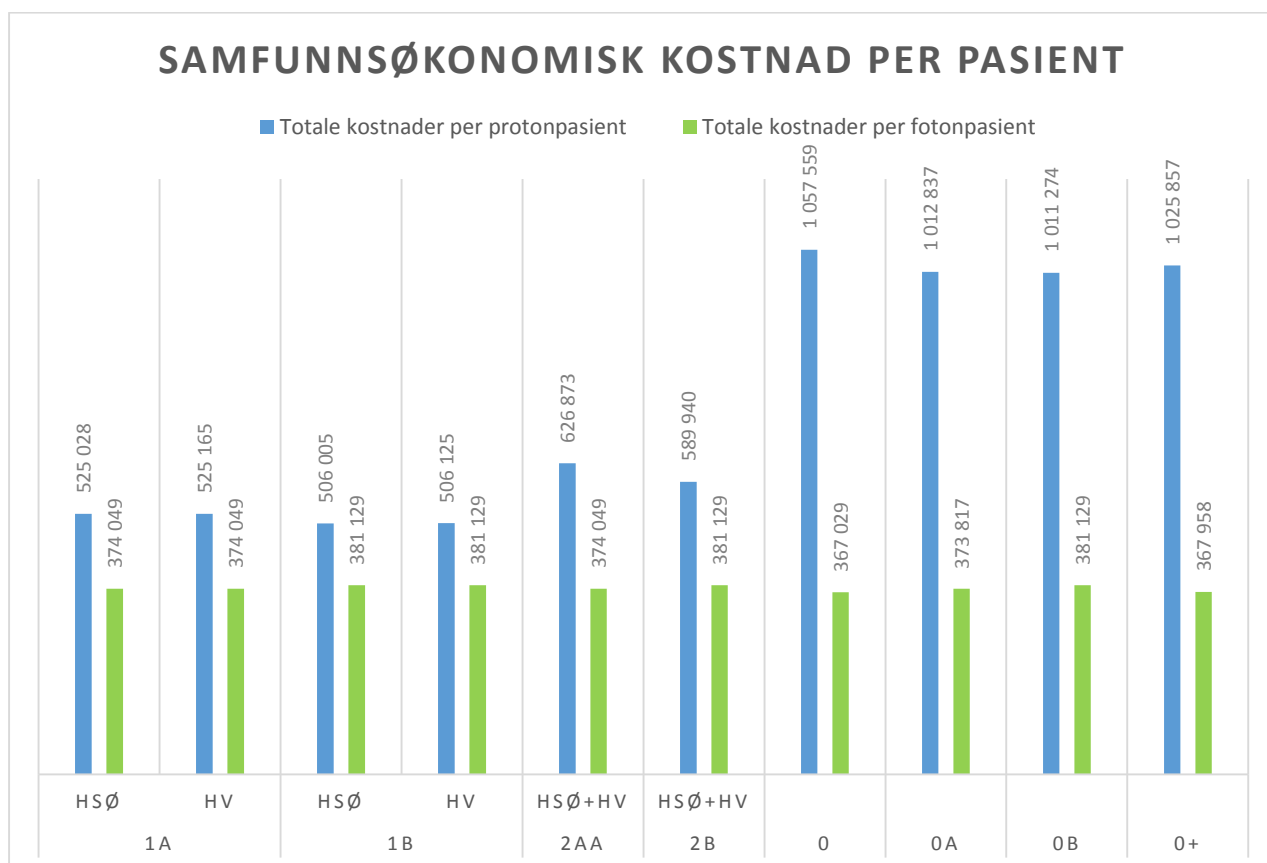
Figur 34: Drifts- og kapitalkostnad per pasient

Totalt kostnader per pasient viser at det er en-senterløsningene som er de mest driftseffektive alternativene, og dermed scorer høyest på bærekraft. Gjennomsnittskostnaden per pasient er fallende med økende behandlingskapasitet i en- senteralternativene, mens 2aa skiller seg ut som den minst driftseffektive utbyggingsløsningen. 0 alternativene har total kostnad per pasient som langt overstiger total kostnadene for alle de andre alternativene, da er det heller ikke tatt med kostnader til reise og opphold.

Alternativene får følgende prioritert rekkefølge evaluert på økonomisk bærekraft: alternativ 1a, 1b, 2b og 2aa.

For å kunne gjøre en korrekt vektning av de ulike alternativer mangler det en vedtatt inntekstberegning for protonbehandling, og prosjektets bærekraft vil være vanskelig å vurdere helt realistisk før dette er på plass.

I vurderinger rundt den samfunnsøkonomiske analysen, så har samfunnsøkonomisk kostnad per pasient vært underlaget for evalueringen. Se figur 35.



Figur 35: Samfunnsøkonomisk kostnad per pasient

Her er det sett på differansen i forholdet mellom totale kostnader per protonpasient og fotonpasient. Merkostnaden per protonpasient er beregnet til å være lavest i alternativ 1b – ca 114 000 kr, noe høyere i 1a – ca 140 000. Av to senter-alternativene kommer 2b best ut med ca 210 000 kr i merkostnad og 2a scorer lavest med ca 270 000 kr i merkostnad per protonpasient.

For 0 alternativene er den samfunnsøkonomiske kostnaden per pasient langt høyere enn i alle andre alternativ.

Alternativene får følgende prioritert rekkefølge evaluert på økonomisk bærekraft: alternativ 1b, 1a, 2b og 2aa.

I den samlede evalueringen av økonomisk bærekraft og samfunnsøkonomisk analyse ligger alternativ 1a og 1b relativt likt, 1a har marginalt lavere kostnad men også lavest kapasitet i forhold til å behandle pasienter. Slik

sett er er det vektet likeverdige i fht de kvantitative evalueringskriteriene. 1b har ett ekstra rom utstyrt og klart til bruk fra oppstart og kan behandle ca 290 flere pasienter med protoner per år. Derfor kommer samlet sett alternativ 1b best ut.

To senter-alternativene scorer noe lavere grunnet større total kostnader, alternativ 2b kommer bedre ut enn alternativ 2aa, dette begrunnes ut fra høyere behandlingsskapasitet.

Samlet vurdering av de kvantitative evalueringskriterier gir følgende prioritert rekkefølge for de ulike alternativene: 1a og 1b vurderes som likeverdige, videre kommer 2b bedre ut enn 2aa.

Den aller dyreste behandlingsskostnaden per pasient er knyttet til protonbehandling i utlandet, med reise/kost og opphold holdt utenfor. Sammenlignet med 0-alternativet er alle utbygningalternativ kostnadseffektive.

Alternativ		Plassering/tomt	Bygg	Økonomisk bæreevne	Samfunns økonomisk	Sum
Dagens Alternativ	0			0,60	0,60	1,00
Ett nasjonalt senter	1a	HSØ Radium	3(4)+1F	1,60	2,40	4,00
		HSØ Gaustad	3(4)+1F	1,60	2,40	4,00
		HV Parkeringsplass	3(4)+1F	1,60	2,40	4,00
Ett nasjonalt senter	1b	HSØ Radium	4+1F	1,60	2,40	4,00
		HSØ Gaustad	4+1F	1,60	2,40	4,00
		HV Parkeringsplass	4+1F	1,60	2,40	4,00
To flerregionale senter	2aa	HSØ Radium	2(3)+1F	0,80	1,20	2,00
		HV Parkeringsplass	1+1F			
		HSØ Gaustad	2(3)+1F	0,80	1,20	2,00
		HV Parkeringsplass	1+1F			
To flerregionale senter	2b	HSØ Radium	3(4)+1F	1,20	1,80	3,00
		HV Parkeringsplass	1(2)+1F			
		HSØ Gaustad	3(4)+1F	1,20	1,80	3,00
		HV Parkeringsplass	1(2)+1F			

Fig 36. Oppsummering av kvantitative kriterier

11.2.1 Evaluering av kvalitative kriterier

I forhold til den kvalitative evalueringen er anbefalingen som følger prosjektgruppen kommet med en samlet anbefaling, rangert etter prioritering:

1. **Alt. 2b: To sentre med maksimal kapasitet. Foretrukken lokalisering Radiumhospitalet og Haukelandsbakken**
2. **Alt. 2aa: To sentre, med redusert kapasitet. Foretrukken lokalisering Radiumhospitalet og Haukelandsbakken**
3. **Alt. 1b: Ett senter med maksimal kapasitet. Foretrukket lokalisering Radiumhospitalet.**
4. **Alt. 1a: Ett senter med redusert kapasitet. Foretrukket lokalisering Radiumhospitalet.**

Plassering	Tomt	Bygg	Mål oppnåelse	Rekruttering og fag-kompetanse	Generalitet og fleksibilitet	Mulighet for samhandling	Lokalisering/t omt	Gjennomførings mulighet og tidsaspekt	sum
			0,31	0,25	0,11	0,21	0,00	0,00	0,89
HSØ	Radium	3(4)+1F	0,81	0,45	0,53	0,45	0,43	0,23	2,89
HSØ	Gaustad	3(4)+1F	0,81	0,40	0,45	0,45	0,38	0,30	2,79
HV	Parkeringsplass	3(4)+1F	0,75	0,40	0,38	0,42	0,30	0,53	2,77
HSØ	Radium	4+1F	0,88	0,45	0,53	0,45	0,43	0,23	2,95
HSØ	Gaustad	4+1F	0,88	0,40	0,45	0,45	0,38	0,30	2,85
HV	Parkeringsplass	4+1F	0,81	0,35	0,38	0,42	0,30	0,53	2,78
HSØ	Radium	2(3)+1F							
HV	Parkeringsplass	1+1F	0,81	0,50	0,15	0,48	0,38	0,38	2,69
HSØ	Gaustad	2(3)+1F							
HV	Parkeringsplass	1+1F	0,81	0,50	0,49	0,48	0,35	0,45	3,08
HSØ	Radium	3(4)+1F							
HV	Parkeringsplass	1(2)+1F	0,88	0,55	0,60	0,48	0,38	0,45	3,33
HSØ	Gaustad	3(4)+1F							
HV	Parkeringsplass	1(2)+1F	0,88	0,55	0,49	0,48	0,35	0,45	3,19

Figur 37: Oppsummering av kvalitative kriterier.

Samfunns mål og effektmål for protonbehandling er at flere skal overleve lengre med kreft, få mindre langtidsskader og økt livskvalitet. Dagens situasjon med utsendelse av pasienter til utlandet har lav mål oppnåelse i forhold til dette. Det er mange pasienter som vi vet kunne ha nytte av protonbehandling som av ulike grunner ikke blir sendt til behandlingen selv om det er ledig kapasitet. Generelt vil de utbyggingsalternativene med høyest kapasitet, altså flest behandlingsrom score høyest på dette punktet. Jo flere rom, jo flere pasienter som vil få protonbehandling og jo flere vil leve lengre med kreft, få reduserte senskader og bedre livskvalitet. I tillegg har to sentre høyere mål oppnåelse enn ett da flere pasienter vil få lettere tilgjengelighet til en regionalisert behandling, noe som er et viktig prinsipp i kreftbehandlingen.

For pasientsikkerhet anses dagens tilbud som tilfredsstillende, selv om det kan være vanskelig og tungvint med overføring av pasientopplysninger til utlandet. Samtidig er det liten mulighet til å påvirke behandlingen. Det har vært ulike innspill i forhold til om bygging av ett eller to sentre vil påvirke pasientsikkerheten. Ett senter kan ses på som tryggere, da det kanskje vil være lettere å gjennomføre en kvalitetsmessig god doseplan med kun ett senter å samarbeide med for regionene. Fagkompetansen er kongruent og samlet. På den andre siden vil det ved etablering av to sentre parallelt være flere fagpersoner som blir gode på protonbehandling i Norge, noe som muligens gjør det lettere å utarbeide gode behandlingsprotokoller raskt. I tillegg vil det ved to sentre være lettere å overføre pasienter mellom senterne hvis det skulle bli nedetid på utstyret, dette er en tilnærmet teoretisk problemstilling – utstyret har over 90% opptid.

Når det gjelder tilgjengelighet og likebehandling vil alternativet med to sentre ha absolutt høyest score på tilgjengelighet, dernest kommer ett senter i Oslo, da 56 % av landets befolkning tilhører Helse Sør- Øst. Ett senter gjør det muligens lettere å standardisere behandlingen, men hvis det utarbeides felles protokoller etc. vil ikke dette være et tema. To sentre kan score høyere på kvalitet, da det kan tenkes at jo flere som arbeider med proton i Norge, jo større nasjonalt miljø av fagpersoner og derav bedre kvalitet.

I forhold til bemanning og kompetanseutvikling, kan det tenkes at det er lettere å rekruttere til ett senter av gangen enn til to som skal opp å gå samtidig. Det har vært diskusjoner om det er vanskeligere å rekruttere til et stort senter i Helse Vest enn i Helse Sør- Øst. Dette på bakgrunn av at Oslo universitetssykehus i dag har 17 fotonbehandlingsrom mens Haukeland universitetssykehus har 6. Dette tilsier et større, eksisterende fagmiljø

rundt strålebehandling i Oslo enn i Bergen, og kan dermed gi en fordel i forhold tilgjengelighet på personale. På den andre siden kan det tenkes at dette ikke er et problem gitt den lange tidshorizonten til senteret skal stå ferdig, det er god til å drive utdanning og rekruttering.

Oslo universitetssykehus har landets største fagmiljø per tumorgruppe, og tomtevalg på Radiumhospitalet vil gi direkte nærhet til det største fagmiljøet innen kreft og strålebehandling i Norge. Det kan gi fordeler med tanke på kompetanseoverføring og rotasjon av personale fra eksisterende stråleterapiklinikk. Haukeland har også et solid og bredt fagmiljø. Gaustad har nærhet til Rikshospitalet med et bredt fagmiljø innenfor mange områder og nærhet til forskermiljø på UIO, men det er ikke stråleterapi der.

Selv om det ikke finnes protonbehandling i Norge i dag, så foregår det en del forskning innenfor området. Det vil derimot være mye lettere å bygge opp et forskningsmiljø hvis det finnes infrastruktur for dette i eget land. Forskning anses som svært viktig innenfor partikkelterapi og protonbehandling, da det fortsatt er mange usikkerheter omkring indikasjonsområdene. Ett senter med ett forskningsrom vil ha mindre kapasitet enn to, og kan dermed gi mindre forskning. I forhold til lokalisering er det ikke avklart hvilken region som har best og størst miljø i Norge i dag innfor protonforskning. Innad i OUS har Radiumhospitalet bedre måloppnåelse enn Gaustad på grunn av nærhet til kreftforskningsinstituttet, bred klinisk virksomhet inkl. stråleterapi og stor pasientmengde. Pågående forskning ved to sentre vil ha gode synergieffekter ved at to forskningsmiljø kan samarbeide. To sentre gir mulighet for ulik forskningsprofil og dermed potensielt flere arenaer for samhandling med utlandet. Likeledes har høy kapasitet best måloppnåelse på grunn av flere pasienter til kliniske studier.

Når det gjelder fleksibilitet er nullalternativet bra, avtale om utenlands-behandling kan reforhandles og stadig tilpasses i forhold til hvilket behov som eksisterer. To sentre med høyest antall behandlingsrom har høyest måloppnåelse, i forhold til fleksibilitet, jo flere behandlingsrom jo mer reservekapasitet og derav best tilpasningsdyktig i forhold til endringer. De ulike tomtene har ulik grad av muligheter for videre utbygging, også med tanke på senere karbonbehandling. I så måte er Gaustad og Haukelandsbakken mer fleksibel enn Radiumhospitalet hvor det allerede er trangt.

I forhold til andre behandlingsmetoder og annen type strålebehandling, så vil det senteret som har direkte nærhet til andre behandlingsmetoder som kjemoterapi, kreftpoliklinikk og sengeområder ha best måloppnåelse. Det vil si at Radiumhospitalet er det beste alternativet da det der er mulighet for direkte nærhet til andre kliniske funksjoner og fotonbehandling, byggene kan lett kobles sammen. Haukeland med 450 meter til Haukeland Universitetssykehus, har bedre kvaliteter enn Gaustad med 650 meter til Rikshospitalet, både på grunn av at tomten ligger nærmere eksisterende sykehus, men også for at det i motsetning til Gaustad/Rikshospitalet finnes stor kreftavdeling og fotonbehandling på Haukeland.

Ved å vurdere de ulike alternativer i forhold til regionalisering og innfasing av andre regionale anlegg vil ett senter i HSØ ha høyere måloppnåelse enn ett senter i HV da ett senter i Bergen vil gi en overkapasitet i HV ved en eventuell utbygging i de andre regionene. To sentre scorer høyere enn ett senter da dette er et steg nærmere full regionalisering fra starten av. Alternativet med høyest kapasitet 4+2 vil være det beste utgangspunktet for regional innfasing.

Når det gjelder samhandling kan det tenkes at det er enklere for de regioner uten protonbehandling å forholde seg til ett nasjonalt senter fremfor to regionale, særlig hvis disse ikke har like kriterier og prosedyrer for inkludering og behandling av pasienter. To sentre gir derimot større mulighet for samhandling nasjonalt med

flere miljøer i forhold til vurdering av pasienter til behandling, og to sentre scorer høyt på samhandlingsmuligheter mellom de to regioner som har protonbehandling. Uansett bør retningslinjene for nasjonal eller flerregional behandlingstjenester legge til rette for like forutsetninger for samhandling mellom regionene uavhengig om det blir ett eller to sentre. 0 alternativet disponerer for utstrakt samhandling med andre land, dette gjøres også i dag. Det kan være lettere å koordinere internasjonalt samarbeid fra ett senter, enn fra to, hvorav det kan tenkes at HSØ får noe bedre score grunnet at det der er større miljø innenfor fotonbehandling, noe som igjen kan bidra til større kontaktflate med utlandet. To sentre vil samlet ha større nasjonalt fagmiljø innenfor protonbehandling enn ett, og vil kunne gi en større kontaktflate mot internasjonale miljøer.

Under følger en tabell som oppsummerer kommentarene ifm evaluering av kvalitative kriterier:

Kvalitative evalueringskriterier	0 alternativet	Alternativ ett senter – herunder lokalisasjon	Alternativ to sentre	Generelle kommentarer
Måloppnåelse				
Samfunns mål/effekt mål <ul style="list-style-type: none"> Økt overlevelse og lengre overlevelse med kreft Økt livskvalitet for kreftpasienter og pårørende. Økt grad av helbredelse Redusere langtidsskader Bidra til at flere kan leve et fullverdig liv. 	Utenlandsbehandling har en lav måloppnåelse da flere pasienter ikke kan gjennomføre behandling selv om kapasitet er tilstede.	Jo mindre kapasitet/færre behandlingsrom, jo mindre måloppnåelse.	Alternativ med best kapasitet/flest behandlingsrom gir best måloppnåelse – flere får tilbud. To sentre gir lettere tilgjengelighet og er nærmere en full regionalisering av behandlingen.	Samfunns mål og effekt mål er slått sammen.
Resultat mål: <ul style="list-style-type: none"> Faglig godt grunnlag som gir tilstrekkelig sikkerhet for valg av alternativ Gi en medisinsk og økonomisk vurdering av hvilke pasientgrupper 	Konsekvenser av 0 alternativet er ikke godt utredet. Vanskelig å vurdere konsekvenser.	Godt nok grunnlag.	Godt nok grunnlag.	
Pasientsikkerhet: <ul style="list-style-type: none"> Ved oppstart av nye metoder, innkjøring ved avvik. Overføring av helseopplysninger mellom regioner og utlandet. 	Lav måloppnåelse ved at det er vanskeligere med overføring av helseopplysninger, det er ulikt juridisk rammeverk samt liten mulighet til å påvirke behandlingen. Dagens tilbud er tilfredsstillende.	Kan være lettere å fatte beslutninger. Lettere å gjennomføre en desentral doseplanlegging på ett sted enn to i en oppstarts fase. Enklere med overføring av pasientopplysninger ved ett senter. HV og HSØ står likt i forhold til dette.	Med to sentre vil det være flere som arbeider med proton i Norge. Lettere å utarbeide protokoller raskt. Høyest måloppnåelse på backup ved nedetid – lite sannsynlig problemstilling	Ved oppstart av evalueringen ble innhold i kriteriet definert. For evalueringen er det lagt som en forutsetning at anbefalt samarbeidsmodell fungerer.
Likebehandling: <ul style="list-style-type: none"> Tilgjengelighet Kvalitet Målgruppe Avgrensning andre behandlingsformer 	Mindre bra tilgjengelighet.	Ett senter gjør det enklere å standardisere behandling, flere sentre større risiko for at pasienter behandles ulikt.	Bedre tilgjengelighet for en større del av befolkningen. To sentre i HV og HSØ gir 23% pasienter fra andre regioner.	For evalueringen er det lagt som en forutsetning av samarbeid nasjonalt er likt organisert ved ett og to sentre.

		<p>På bakgrunn av befolkningsunderlag vil et senter i HSØ ha bedre tilgjengelighet. Ett senter i HSØ gir 44% pasienter fra andre regioner. Ett senter i HV gir 79% pasienter fra andre regioner.</p>	<p>Flere fagpersoner, flere pasienter, større miljø – bedre kvalitet.</p>	
--	--	--	---	--

Tabell 24: Måloppnåelse

Kvalitative evalueringskriterier	0 alternativet	Alternativ ett senter – herunder lokalisasjon	Alternativ to senter	Generelle kommentarer
Rekruttering/fag og kompetanseutvikling				
Bemanning	Liten konsekvens for bemanning.	<p>Lettere å rekruttere til ett senter av gangen. Det er diskusjon om det er vanskeligere å rekruttere til et stort senter i HV enn i HSØ. OUS har i dag 17 foton behandlingsrom, Helse Bergen har 5 –tilsier et større, eksisterende fagmiljø rundt strålebehandling i OUS, og gir dermed ett senter i HSØ større måloppnåelse på tilgjengelighet på personale.</p> <p>HV mener dette ikke skal skille alternativene da rekruttering ikke er et problem når det er så lang tid til senteret skal stå klart.</p> <p>Innad i HSØ kan Radiumhospitalet ha høyere måloppnåelse på rekruttering enn Gaustad på grunn av direkte nærhet til sykehus, men liten forskjell da alle uansett er ansatt i OUS. Driftsmessig har Radiumhospitalet høyere måloppnåelse enn Gaustad da det vil være enklere med rotasjon av personale.</p>	Behov for flere ansatte ved to sentre. Det må tas høyde for ved å utarbeide planer for rekruttering og ansettelse svært tidlig.	
Kompetanseutvikling	På grunn av langvarige utredninger omkring proton i Norge drives	HSØ har bredere fagmiljø per tumorgruppe enn HV	Best måloppnåelse ved to sentre. Mange som arbeider med	Utfordring å ha tilstrekkelig kompetanse fra dag

	det kompetanse-utvikling idag.	Innad i HSØ har Radiumhospitalet bedre måloppnåelse enn Gaustad grunnet direkte nærhet til det største fagmiljøet innen kreft og strålebehandling.	proton og utveksler kompetanse og erfaring stimulerer hverandre.	1, må bygges opp over tid.
Forskning	Delrapport fra arbeidsgruppe 1 redegjør for pågående forskning i Norge idag, - men i langt mindre grad enn ved å ha dette i eget land.	Ett senter med ett forskningsrom vil ha mindre kapasitet enn to, og kan dermed gi mindre forskning. HSØ har større og flere forskermiljøer enn HV i dag, flere publikasjoner – uenighet omkring dette. Innad i OUS har Radiumhospitalet bedre måloppnåelse enn Gaustad på grunn av nærhet til kreftforskningsinstituttet, bred klinisk virksomhet og stor pasientmengde. Direkte nærhet til eksisterende sykehus og forskermiljø har høyest måloppnåelse - Gaustad og Haukelandsbakken har lik måloppnåelse – er stand alone senter.	To sentre har vil ha gode synergieffekter ved at to forskningsmiljø kan samarbeide. To sentre gir mulighet for ulike forskningsprofil og dermed potensielt flere arenaer for samhandling med utlandet. Høy kapasitet har best måloppnåelse på grunn av flere pasienter til kliniske studier.	

Tabell 25: Rekruttering, fag- og kompetanseutvikling.

Kvalitative evalueringskriterier	0 alternativet	Alternativ ett senter – herunder lokalisasjon	Alternativ to senter	Generelle kommentarer
Elastisitet/Fleksibilitet				
Demografi/epidemiologi	Avtale om utenlandsbehandling kan reforhandles og tilpasses i forhold til behov. Kriteriet er vurdert utfra dagens situasjon med 100 personer i 2022. Utføres ikke i kombinasjon med kontrollerte studier som for øvrige alternativer.	Et senter med flest behandlingsrom (gantry) er mest tilpasningsdyktig i forhold til endringer.	To sentre har høyest måloppnåelse, da flest behandlingsrom har mest reservekapasitet og er mest tilpasningsdyktig i forhold til endringer. To sentre har også best fordeling av kapasitet i forhold til befolkningsantall.	
Behandlingsmetoder <ul style="list-style-type: none"> Nærhet til andre behandlingsmetoder som kjemoterapi, kreftpoliklinikk, senger mm 	Lav måloppnåelse mht mulighet for endringer og kombinasjoner med andre behandlingsmetoder.	Radiumhospitalet har direkte nærhet til kreftpoliklinikk, kjemoterapi, senger og andre sykehusfunksjoner.	Se kom under ett senter.	Sentre med direkte nærhet til sykehus har høyest måloppnåelse.

		<p>Dette gir høyere måloppnåelse enn stand-alone sentre som Gaustad og Haukelandsbakken.</p>		
<p>Kombinasjon annen type strålebehandling</p> <ul style="list-style-type: none"> Fotoner og karbonioner 	<p>Liten fleksibilitet mht tilgang på fotonbehandling /boosterbehandling. Stor fleksibilitet for tilgang til karbonioner.</p>	<p>Radiumhospitalet og Haukelandsbakken har høyere måloppnåelse enn Gaustad med nærhet til fotonbehandling. Senter med flest behandlingsrom for fotoner vil ha høyere måloppnåelse da det her vil være lettere å absorbere ekstra pasienter.</p>	<p>To sentre har høyere måloppnåelse enn ett da det vil være høyere samlet tilgjengelighet på behandlingsrom for fotoner. Radiumhospitalet og Haukelandsbakken scorer høyere enn Gaustad og Haukelandsbakken.</p>	<p>Alle alternativ for innenlands behandling har lik mulighet for kombinasjon med karbonioner.</p>
<p>Innfasing av andre regionale anlegg</p>	<p>Uegnet.</p>	<p>Ett senter i HSØ har høyere måloppnåelse enn ett senter i HV da dette vil gi en overkapasitet i HV ved full regionalisering.</p>	<p>To sentre har høyere måloppnåelse enn ett senter da dette er et steg nærmere full regionalisering. Alternativ med høyest kapasitet 4+2 vil være det beste utgangspunktet for regional innfasing.</p>	

Tabell 27: Elastisitet og fleksibilitet

Kvalitative evalueringskriterier	0 alternativet	Alternativ ett senter – herunder lokalisasjon	Alternativ to sentre	Generelle kommentarer
Samhandling				
Nasjonalt	<p>Det er i dag etablert en nasjonal samarbeidsgruppe som avklarer hvilke pasienter som skal sendes ut, vurderer kun etablerte indikasjoner.</p>	<p>Det kan være enklere for de regioner uten protonbehandling å forholde seg til ett nasjonalt senter fremfor to.</p>	<p>To sentre gir større mulighet for samhandling nasjonalt med flere miljøer med nærhet til pasienten og vurdering av behandling.</p>	
Regionalt	<p>Gir liten gevinst for samhandling mellom regionene.</p>		<p>To sentre har høyest måloppnåelse da dette fremmer samarbeid mellom de regionene som har protonbehandling. Noe mer krevende for regioner uten protonbehandling og forholde seg til to steder.</p>	<p>Nasjonalt eller flerregional behandlingstjeneste bør legge like forutsetninger for samhandling mellom regionene uavhengig ett eller to sentre.</p>
Internt i regionen	<p>Gir liten gevinst for samhandling internt i regionen.</p>			<p>Forutsetter som i dag ettersom alt skal gå via regionsykehusene. Alle likeverdige.</p>

Primærhelsetjenesten	Dagens situasjon fungerer tilfredsstillende.			Forutsetter som i dag ettersom alt skal gå via regionsykehusene. Alle likeverdige.
Andre land	0 alternativet disponerer for utstrakt samhandling med andre land. Vurderes som god.	Det kan være lettere å koordinere internasjonalt samarbeid fra ett senter. HSØ har større miljø innenfor fotonbehandling og kan bidra til større kontaktflate med utlandet.	To sentre vil ha større fagmiljø totalt på protonbehandling i Norge og vil gi en større kontaktflate mot internasjonale miljøer.	

Tabell 28: Samhandling

Lokalisering/tomt	Haukelandsbakken	Gaustad	Radiumhospitalet	Generelle kommentarer
Tomtens egnethet: <ul style="list-style-type: none"> • Areal • Topografi • Mulighet for fremtidig utvikling over tid 	Tomt for liten for alt 1a og 1b, tomteerverv må vurderes. Liten utvidelsesmulighet (karbon) – må i så fall benytte tilleggende tomt «sykepleieskolen».	God størrelse. Gode utvidelsesmuligheter.	Kan romme alle størrelser, best med alt 2aa. Utvidelsesmulighet for (karbon) medfører riving av eksisterende bygg. Må sees sammen med øvrige utbyggingsplaner.	Skisser tar utgangspunkt i den største leverandøren mht fotavtrykk.
Trafikk og tilkjørsel: <ul style="list-style-type: none"> • Parkering for biler og sykler • Offentlig kommunikasjon • Varetransport inn/ut 	Noe avstand til øvrig klinisk virksomhet. Noe avstand til offentlig kommunikasjon. Lite tilgjengelig adkomst, blindvei og boligområde.	Tett på ringvei, tungt trafikkert område Gode parkeringsmuligheter i området. Godt kollektivtilbud.	Tett til øvrig klinisk virksomhet Godt kollektivt tilbud God logistikk/ integrert i sykehuset	
Teknikk: <ul style="list-style-type: none"> • Forsyninger/ driftssikkerhet • Forvaltning, drift og vedlikehold • konsekvens for eiendomsdrift 	Tomten er plassert i enden av bilvei til sykepleieskolen og omkringliggende bygningsmasse.	EL-forsyning kan hentes fra Sogn Transformatorstasjon.	Kan benytte eksisterende infrastruktur. Eksisterende infrastruktur kan også skape utfordringer ifm bygging og full sykehusdrift i byggeperioden. Krevende utbygging. Krever gode rokadeplaner. Tomten ligger delvis oppå den gamle adkomstveien til øvre del av Montebello, og en god del kommunaltekniske føringer ligger i tomteområdet.	Må utredes videre i neste fase.

<p>Grunnforhold:</p> <ul style="list-style-type: none"> Fjell eller løsmasser Grunnvann Bortkjøring av masser 	<p>Grunnen antas i overvekt fjell med innspill av løse masser fra tidligere byggeprosjekter. Plassering i fjellskråning og trange adkomstforhold gir utfordringen for rigging, utsprenging og transport. Tilførsler av forsyninger for kommunaltekniske anlegg noe krevende med kun en vei inn til tomten. Omfattende uttransport av sprengtstein og store arbeider i bakken for infrastrukturen. Tomten er plassert i et område som er omgitt av både boliger og andre helsefunksjoner, behov for ekstra investeringer til sikringstiltak, støyreduksjon og vibrasjonskontroll.</p>	<p>På Gaustad er det stort sett fjell som skal sprenges og fjernes i øvre del av tomten, mens i nedre del vil antagelig utgravingen av tomten treffe på løs leire, som ble resultatet da rundkjøringen i universitetskrysset ble etablert. Dybden for enkelte leirgroper ved fundamentene til Ringveien var opp til 13 m, mens arbeider på nordsiden av rundkjøringen i Universitetskrysset har pågått i forholdsvis fast fjell.</p>	<p>Det må regnes med at store deler av tomten består av løs masse og leire, evt. Utskiftingsmasser etter andre utbyggingsprosjekter, og kun mindre deler av tomtearbeidene vil foregå på fjellgrunn. Tomten for det nye forskningsbygget bidro også til at grunnvannsnivået i området ble merkbart senket, og det må påregnes egne sikringsarbeider for å unngå setningsskader i byggene. Store deler av det nye senteret vil også ha vegger som grenser inn til eksisterende bygningsmasse,</p>	<p>Må utredes videre i neste fase.</p>
<p>Reguleringsforhold: Eksisterende bygg som må fjernes Byggeprosess, byggeplass og adkomst i byggeperioden</p>	<p>Reguleringsprosess igangsatt, stoppet i påvente av prosessen. Riving av p-anlegg. Fullføre kjøpsavtale. Behov for ekstra tomteerverv/ekspropriering for alt 1a og 1b.</p>	<p>Regulert til friluftsområde. Langvarig og komplisert reguleringsprosess. Tomt eies av Oslo kommune.</p>	<p>Mindre vesentlig reguleringsendring mht utnyttelse. Må sees i sammenheng med øvrig utbygging. Integreert og krevende byggeprosess, trang adkomst i byggeperiode. Mye må rives.</p>	
<p>Nærhet annen klinisk virksomhet:</p> <ul style="list-style-type: none"> Mulighet for kobling til relevante kliniske funksjoner Utvikling av omkringliggende virksomhet 	<p>Stand aloneanlegg. Ca 450 m til Haukland Universitetssykehus for gående, 800 m med bil.</p>	<p>Stand aloneanlegg. Ca 650 m til Rikshospitalet for gående.</p>	<p>Bra, men mindre nærhet til andre kliniske miljøer utover kreftmiljøet.</p>	
<p>Arkitektur:</p> <ul style="list-style-type: none"> Muligheter for å utforme attraktive og verdige fysiske rammer for pasienter, pårørende og personale. Arkitektoniske potensiale i forhold til form, indre rom, dagslys, fasade, og skjerming for innsyn 	<p>Tomten ligger høyt hevet over eksisterende sykehus, byen og havnen. Eksisterende boligblokker i forkant skjerner for utsikten. Tomten på gamle sykepleierskolen er flott mht utsikt og beliggenhet. Plasseringen gir god skjerming for innsyn og støy og vil kunne gi</p>	<p>God beliggenhet i grønne omgivelser med nærhet til gamle Gaustad sykehus. Dominert av nærhet til trafikale anlegg, bensinstasjon og McDonalds som vil gjøre ankomst og udsiktsforhold mindre attraktive. Behov for skjerming mot innsyn og støy.</p>	<p>Topografi og eksisterende bygningsmasse gir en naturlig skjermning av ankomstforhold og de mere sårbare patientfasiliteter.</p>	

<ul style="list-style-type: none"> Pasientsikkerhet og arbeidsmiljø 	tilfredsstillende og rolige omgivelser for pasienter og besøkende.			
--	--	--	--	--

Tabell 29: Lokalisering og tomt

Gjennomføringsmulighet/tidsaspekt	Haukelandsbakken	Gaustad	Radiumhospitalet	Generelle kommentarer
Gjennomføringsmulighet	Noe kompliserte grunn- og adkomstforhold.	Usikkerhet mht regulering. Plasseringen inntil høyt trafikkert ringvei og rundkjøring, gir behov for større investeringer til midlertidige trafikkløsninger. Behov for erstatningsarealer for BUP-bygget og tilleggende servicebygninger ved full utbygging av 4+1-modellen (alt 1a, 1b, 2b).	Begrenset med angrepspunkt i byggeperiode. Behov for rokadeareal – stor usikkerhet. Det må påregnes omfattende sikringstiltak for byggene, og HMS-tiltak for å sikre ansatte, pasienter, pårørende og skoleelever.	
Tidsaspekt	Vurderes som god for parkeringsplass, men behov for lengre tid for Sykepleierskolen. Tomten er klar for alt 2aa og 2b. For alt 1a og 1b må tomt erverves/eksproprieres	Må omreguleres – tar tid.	Lengre byggetid grunnet rivninger og rokader.	

Tabell 30: Gjennomføringsmulighet og tidsaspekt



12



*Plan for videre
arbeid*



12 Plan for videre arbeid

Tidligfaseveilederen angir at det som del av konseptfasen skal beskrives en plan videre arbeid. Dette kapittelet redegjør for plan for det videre arbeidet.

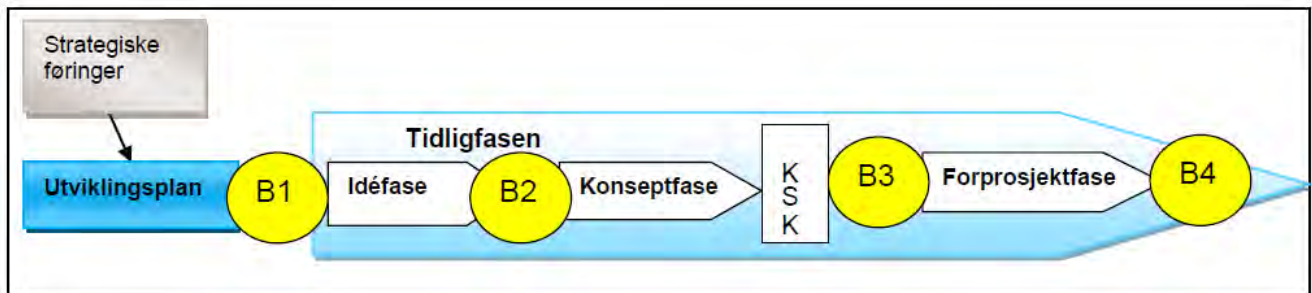


Fig. 38. Faser og beslutningspunkter i tidligfasen.

I henhold til veilederen vil det være naturlig å starte forprosjektet etter ferdig konseptfase og beslutning B3 – Godkjenning av anbefalt løsning.

Det anbefales at videre utbygging av et eller to protonanlegg i Norge gjennomføres som et nasjonalt prosjekt der felles ressurser, utvikling og erfaringer tilføres begge prosjektene samt gir mulighet for å spare byggherren for administrative utgifter. På bakgrunn av HOD sin endelige avgjørelse av alternativ, må RHF, berørte HF og Sykehusbygg utarbeide endelig organisering av det videre arbeidet. Det videre arbeidet må gjennomføres i tråd med gjeldende regime for store investeringsprosjekt med tilhørende beslutningsstruktur i HF og RHF. Mandat, ansvar- og beslutningsmatrise må utarbeides. Alle beslutninger knyttet til investeringer og drift må sees i sammenheng med det ansvar som pålegges det aktuelle HF og RHF.

Det spesielle med planlegging av protonanlegg er at valg av leverandør må skje tidligere i planprosessen enn ved andre byggeprosjekt. Bygget for behandlingsdelen må tilpasses protonanlegget og det valgte utstyret med tanke på stråleskjerming, dimensjoner av strålelinjer, betongtykkelse, utforming av arealer, takhøyder, belastninger og inntransportmuligheter for å nevne noen momenter. Disse forholdene vil variere fra leverandør til leverandør. Valg av utstyr er førende for bygget slik at kontrahering av leverandør for dette utstyret bør skje før oppstart av forprosjekt og før kontrahering av leverandør for bygget. Det vil være nødvendig å kjøre en konkurranse så tidlig at leverandøren av utstyret til protonanlegget kan benyttes som rådgiver i forbindelse med utvikling og detaljering av prosjektet.

Da bygging av et protonanlegg stiller spesielle krav til både bygg og utstyr, og dette er en ny type behandling som ikke er etablert i Norge fra før, er prosjektet avhengig av godt samspill mellom byggherren, driftsorganisasjonen, rådgivere og leverandører for både bygg og utstyr. I Danmark valgte byggherren å bruke konkurransepreget dialog som anskaffelsestype og prosjektutviklingen skjedde i samarbeid med leverandørene for bygg og utstyr. I forslag til plan for videre arbeid er erfaringer fra tilsvarende prosesser fra blant annet Sverige og Danmark lagt til grunn.

I henhold til veileder for tidligfaseplanlegging i sykehusprosjekter skal forprosjektrapporten med konseptrapporten gi grunnlag for beslutning om investeringsprosjekt. Beslutning må skje i henhold til

prosjektets definerte ansvarsmatrise. Ved eventuelt vedtak om konsept og innfasing av protonanlegg i forbindelse med Statsbudsjettet for 2017 ligger det også et vedtak om investering. Som et kontrollpunkt mot besluttede myndigheter anbefales det at vedtak om beslutning om gjennomføring, B4, gjennomføres i to prosesser og utføres i forbindelse med kontrahering av leverandør 1 – utstyr (B4.1) og etter forprosjekt (B4.2).

12.1 Mål for neste fase

Som beskrevet under innledningen over vil ikke prosjektet følge planprosessen angitt i veileder for tidligfaseplanlegging i sykehusprosjekter. For gjennomføring av protonsenters vil anskaffelse av leverandører for utstyr skje før oppstart av forprosjektet og beslutning for gjennomføring vil være todelt B4.1 og B4.2. Resultatmål for neste fase frem til og med forprosjektet og beslutning B4.2 er skissert under:

1. Forprosjektet skal gi grunnlag for å beslutte gjennomføring av det valgte alternativet.
2. Forprosjektet skal bygge på konseptrapporten med underliggende delutredninger samt eventuelle tillegg og endringer.
3. Forprosjektet skal gi en oppdatert prosjektkostnad, kostnadsramme og beregning av driftkostnader for bygget.
4. Forprosjektet skal gi en spesifisert fysisk løsning for bygg og utstyr, det skal utarbeides romfunksjonsprogram (RFP), utstysprogram, skisseprosjekt skal videreutvikles og de bygningsmessige og tekniske løsninger skal detaljprosjekteres.
5. I mellomfasen før oppstart av forprosjektet skal det besluttes entreprisemodell og gjennomføringsmodell
6. I mellomfasen før forprosjektet skal det besluttes valg av leverandør utstyr. Utstyr til protonbehandlingsdelen er svært spesialisert og bygget skal tilpasses utstyret, valg av leverandør må skje før oppstart forprosjektet.
7. Gjennom forprosjektet skal det etableres samarbeidsarenaer mellom byggherre, rådgivere og leverandør, med særlig fokus på gjennomføring av to parallelle byggeprosjekter hvis alternativ 2 blir valgt, med ett senter i Bergen og ett i Oslo.
8. Forprosjektet skal sikre medvirkning fra fagpersoner som skal bruke bygg og utstyr, samt fra pasientorganisasjoner som skal være fremtidige brukere av tjenesten.

12.2 Fremdriftsplan for videre arbeid

Valg av gjennomføringsmodell for videre arbeid og anskaffelse av leverandør 1-utstyr og leverandør 2-bygg vil være avgjørende for prosjektets fremdrift og beslutningsunderlag. Det er for prosjektet skissert to mulige gjennomføringsmodeller. Valg av gjennomføringsmodell bør gjøres senest primo 2017 for å holde skissert fremdrift. Valg av gjennomføringsmodell må vurderes utfra kompleksitet, markedssituasjon og andre relevante forhold.

Gjennomføringsmodell A:

- Anskaffelse leverandør 1- utstyr: Konkurranspreget dialog
- Anskaffelse leverandør 2- bygg: Totaltentreprise med samspill

Gjennomføringsmodell B:

- Anskaffelse leverandør 1- utstyr: Konkurranspreget dialog
- Anskaffelse leverandør 2- bygg: Byggherrestyrte utførelsesentreprise(r)

Valg av modell gir ulike resultater mht:

- Beslutningsunderlag for beslutning B4.2: Modell A gir tilbud fra leverandør 2-bygg som underlag for beslutning. For modell B vil kalkyle utarbeidet av rådgivere ligge til grunn for beslutning med den usikkerhet dette gir.
- Klinisk drift: Modell A gir mulighet for klinisk drift oktober 2022. Modell B gir mulighet for klinisk drift juni 2023.

Prinsipiell fremdrift for modell A:

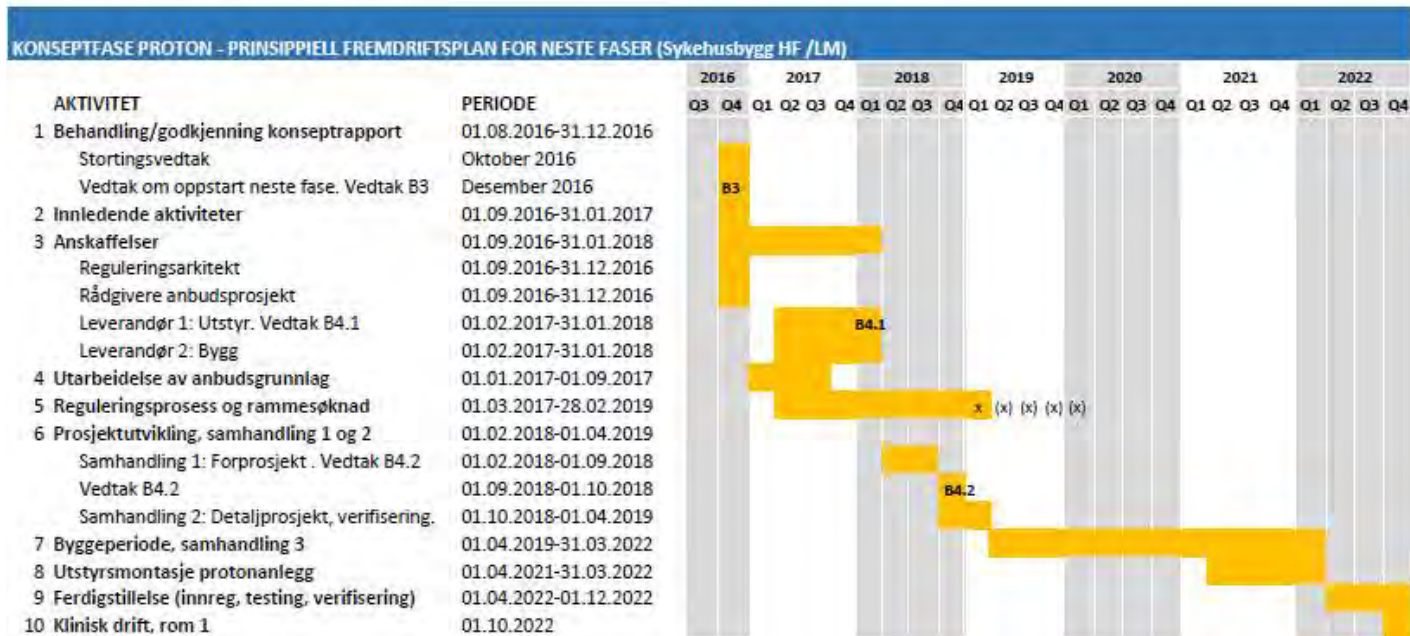


Fig. 39. Prinsipiell fremdriftsplan for videre arbeid- -Modell A. basert på totalentreprise med samspill for leverandør 2 bygg.

Prinsipiell fremdriftsplan for modell B:

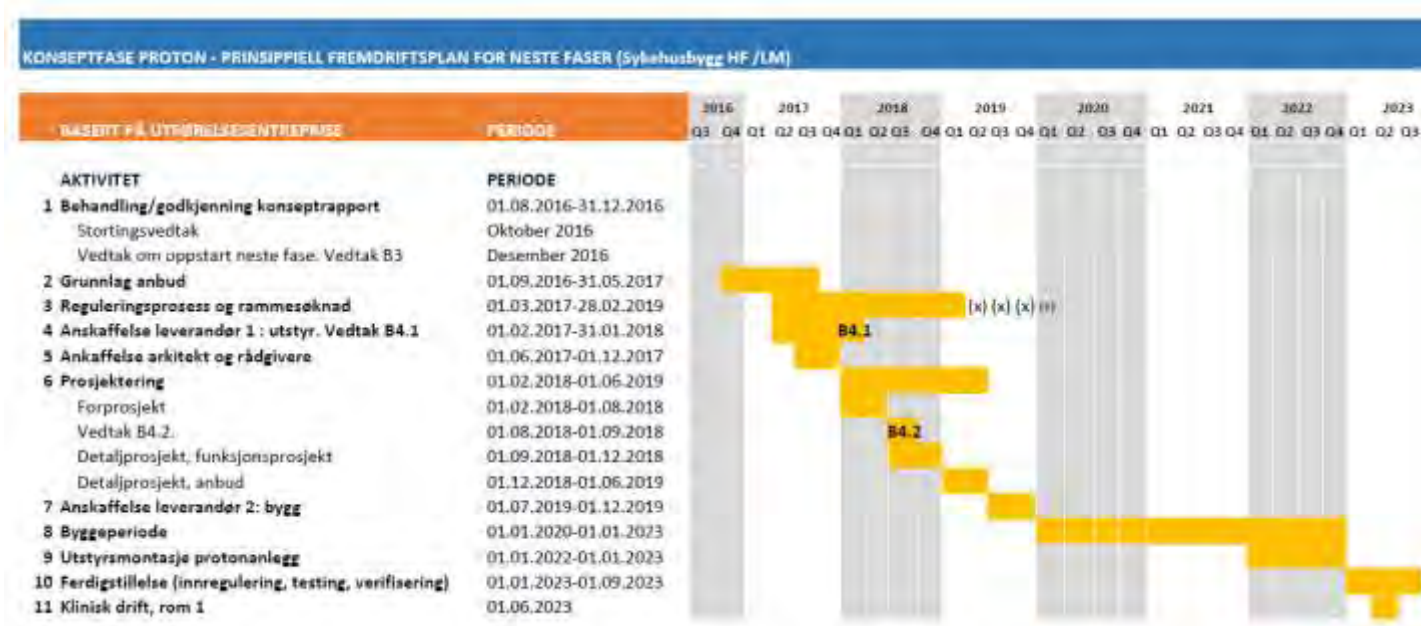


Fig. 39. Prinsipiell fremdriftsplan for videre arbeid – Modell B: basert på utførelsesentrepriser for leverandør 2 bygg.

For videre beskrivelse er gjennomføringsmodell A lagt til grunn.

12.2.1 Behandling godkjenning konseptrapport

Konseptfaserapporten skal gi grunnlag for at endelig konseptvalg og innfasing av protonanlegg kan bli vedtatt i forbindelse med statsbudsjettet for 2017. Ved et positivt vedtak i Stortinget i oktober-november 2017 kan oppstart om neste fase i prosjektet behandles av Helse- og Omsorgsdepartementet og de fire regionale helseforetakene i løpet av desember 2016/ januar 2017. Valg av konsept og lokalisering av et eller to protonanlegg må også forankres i styrene til aktuelle helseforetak før saken sendes til Helse- og omsorgsdepartementet 1. august 2016.

12.2.2 Innledende aktiviteter

Det anbefales at perioden der konseptrapporten er til behandling i Stortinget høsten 2016 benyttes til å forberede neste fase med forbehold om at prosessen kan bli stoppet. Dette gjelder aktiviteter som etablering overordnet prosjektorganisering, oppstart anskaffelse av programmeringsarkitekt, utarbeidelse av konkurransegrunnlag øvrig rådgivere, utarbeide fremdriftsplaner, budsjett, avklare grunnlagsdokumenter, samt avklare videre utredningsbehov for det aktuelle prosjektet tilpasset aktuell tomt. For Radiumhospitalet bør denne perioden benyttes til å samkjøre prosjektene, starte opp utviklingsplanarbeidet for sykehuset og vurdere ulike gjennomføringsmodeller tilpasset driften av sykehuset.

Det anbefales i tillegg at denne perioden benyttes til å orientere seg i markedet mht leverandører. Dette gjelder å innhente nødvendig og oppdatert informasjon fra alle leverandører gjennom befaringer. Denne inputen bør komme før en anskaffelsesperiode av leverandører starter opp.

12.2.3 Anskaffelser

Det er behov for følgende anskaffelser iht Lov om Offentlige Anskaffelser:

- Reguleringsarkitekt

- Arkitekter og Rådgivere
- Leverandør 1 – Utstyr
- Leverandør 2 – Bygg
- Leverandør 3 – Øvrig utstyr

Reguleringsarkitekt

Det er behov for reguleringsarkitekt i forbindelse med avklaring av myndighetsforhold, prosess og tidsplaner. Reguleringsprosessen er på prosjektets kritiske linje der det for noen av tomtene er større usikkerhet knyttet til denne prosessen enn for andre tomter.

Reguleringsarkitekten bør ha god kunnskap om lokale forhold og større reguleringsoppdrag. Tilpasning av valgt konsept til aktuell tomt kan vurderes å ligge i dette oppdraget. Dersom Radiumhospitalet vil være aktuell tomt, kan ytelsen for denne leveransen også inneholde utarbeidelse av helhetsplan for Radiumhospitalet.

Eksisterende rammeavtaler kan vurderes benyttet til denne anskaffelsen.

Arkitekt og rådgivere

Anskaffelse av rådgivere og arkitekter kan inndeles i to hovedanskaffelser:

1. Prosjektering fullføring skisseprosjekt og gjennomføring forprosjekt (med opsjon på videre arbeid).
2. Rådgivning programmering, utstyrsplanlegging, utredning og øvrige prosjektstøttefunksjoner.

For kategori 1 er det behov for arkitekt og diverse rådgivere til:

- Tilpasning av valgt alternativ til aktuell tomt, inkl videre bearbeidelse av skisseprosjektet
- Vurdering av geotekniske forhold for aktuell tomt
- Geotekniske grunnundersøkelser
- Vurdering av tilførsel og kapasitet for teknisk infrastruktur
- Oppmåling og nivellering av aktuell tomt
- Miljøkartlegging av bygg som skal rives
- Bistand til utarbeidelse av anbudsgrunnlag for leverandør 2 – bygg

Ved valg av Radiumhospitalet som tomt bør tilleggsutredninger som utarbeidelse av helhetsplan for Radiumhospitalet tillegges denne ytelsen.

Leverandør 1 – utstyr

De ulike leverandørene tilbyr forskjellige løsninger og teknikker og det vil være vanskelig å spesifisere grunnlag for kontrakt i forkant.

Det anbefales å kjøre anskaffelsen som en konkurransepreget dialog, eventuelt som konkurranse med forhandling. Danskene har benyttet konkurransepreget dialog for anskaffelse av både utstyr og bygg til Dansk Center for Partikkelterapi. Konkurransepreget dialog tar ca 12 måneder fra utarbeidelse av konkurransegrunnlaget til innstilling av leverandør. Denne ytelsen ligger på prosjektets kritiske linje med hensyn til fremdrift.

I henhold til Direktoratet for forvaltning og IKT (Difi) er konkurransepreget dialog velegnet for anskaffelser av denne type anlegg som protonanlegg:

«Anskaffelsesprosedyre til bruk ved særlig komplekse anskaffelser. Gjør dialog med leverandører mulig på et tidlig stadium av anskaffelsen. Formålet er at oppdragsgiver skal få kunnskap om hvilke løsninger markedet kan tilby, før det så gis konkurrerende tilbud.

Ved konkurransepreget dialog kan oppdragsgiver i en innledende prosess med utvalgte tilbydere identifisere og fastslå hvordan behovene best kan oppfylles, både med hensyn til tekniske løsninger, rettslige og finansielle forhold og prosjektgjennomføring. Dialogen foretas individuelt for å optimalisere den enkelte tilbyders løsning ut fra de angitte behov. Normalt er det ikke anledning til å avsløre løsninger eller andre fortrolige opplysninger overfor de øvrige tilbyderne, men dersom disse aksepterer det kan slik informasjon benyttes for å bedre deres løsninger. Når løsningen er fastslått kan det gjennomføres en endelig tilbudskonkurranse.»

På dette tidspunktet vil man kunne konkretisere utstyrskostnaden med betydelig større sikkerhet. Det vil da være naturlig å fremme vedtak B4.1 om ny sak for respektive beslutningsnivå. Enten som orienteringssak eller til vedtak, alt etter hvilket handlingsrom som gjelder.

Illustrasjonen under viser tilsvarende prosess for Dansk Center for Partikkelterapi.



Figur 41: Anskaffelse leverandør utstyr, (Referanse:Dansk Center for Partikkelterapi).

Anskaffelse av leverandør 2 - bygg

Som beskrevet tidligere er det ønskelig at leverandør 2-bygg anskaffes på et tidlig tidspunkt slik at prosjektutviklingen skjer gjennom samspill mellom byggherren, driftsorganisasjonen, rådgivere og leverandør.

Denne anskaffelsen kan gjennomføres som en totalentreprise med samspill. Totalentreprisen kan gjennomføres som en entreprise, eller delt i 2; en for bygg og en for tekniske anlegg. Valg av entrepriseform må vurderes utfra kompleksitet, markedsituasjon og andre relevante forhold. Anbudsgrunnlaget bygger på en funksjonsbeskrivelse for de viktigste forholdene ved prosjektet. På det grunnlaget utvikler hver konkurrerende

entreprenør sammen med byggherren sine arkitekter og rådgivere, et prosjekt som tegnes ut og spesifiseres så langt at det kan prises. Om byggherren ønsker et tak på entreprisekostnaden, legger han taket inn i konkurransegrunnlaget for den funksjonsbeskrevne entreprisen.

Leverandør 2 bygg kontraheres først for samhandling 1. Etter samhandling 1 kontraheres leverandøren for hele leverandørkontrakten.

Anskaffelse av leverandør 3 – Øvrig utstyr

Anskaffelse av øvrig medisinsk teknisk utstyr tilpasses prosjektets fremdriftsplan.

Strategi ved anskaffelser av to sentre

Ved eventuelt valg av to sentre som konsept, vil det være fordeler med å anskaffe samme leverandører for utstyr og bygg for begge prosjektene. Dette er begrunnet gjennom:

- Gir byggherren og hans administrasjon reduserte kostnader og personell ressurser til prosessgjennomføring og administrasjon i anskaffelsesperioden, samhandlingsfasen og gjennomføringsfasen.
- Forenkler prosessen med hensyn til konkurransepreget dialog vedrørende antall tilbydere og antall varianter i dialogperioden.
- Gir mulighet for å utføre en felles samhandling mellom byggherre, utstyrsleverandør, rådgivere og entreprenør for begge sentre. Gjelder tilpasninger mellom bygg, utstyr, tekniske løsninger, serviceløsninger mm. Denne fordelene blir enda større ved valg av samme utstyrsleverandør, det vil da kun være de to tomtene som skiller leveransen.
- Kan gi rom for rabatter i forbindelse med anskaffelsen.

Ulempen ved å velge samme leverandør for utstyret for begge sentre kan være den reduserte muligheten til å vurdere valg av kompakte anlegg for sentervarianter med inntil 2 behandlingsrom med gantry.

En forutsetning for å velge samme leverandør er at prosjektene gjennomføres innenfor sammen tidsperioden.

12.2.4 Utarbeidelse av anbudsgrunnlag for leverandør 1 og 2

Det skal utarbeides anbudsgrunnlag for leverandør 1 – utstyr og leverandør 2 - bygg. For å sikre standardisering og en nasjonal tilnærming bør alle regioner og aktuelle helseforetak involveres i prosessen som deltakere fra en prosjektgruppe, arbeidsgruppe eller referansegruppe. Det bør etableres en arbeidsgruppe med kompetanse innen innkjøp, jus og teknologi og brukermiljø. I tillegg er det aktuelt å benytte rådgivere til å bistå utarbeidelse av anbudsgrunnlaget.

12.2.5 Reguleringsprosess og rammesøknad

Myndighetsforholdene på de ulike tomtene er forskjellige og behov for myndighetsavklaringer vil variere avhengig av hvilke tomt som velges. Reguleringsprosessen ligger på prosjektets kritiske linje med hensyn til fremdrift. Reguleringsprosess med rammesøknad vil normalt ta inntil 2 år, men i verste tilfelle kan denne prosessen ta lengre tid. Dette er forhold som er viktig å avklare tidlig slik at den øvrige fremdriften kan tilpasse seg denne prosessen.

12.2.6 Prosjektutvikling samhandling 1 og 2

Når leverandør 1 utstyr er valgt og leverandør 2 bygg er kontrahering for samhandling starter

samhandlingsperioden:

- Samhandling 1: Forprosjekt. Vedtak B4.2
- Samhandling 2: Detaljprosjekt og verifisering

I samhandling 1-forprosjekt, utvikles prosjektet tilsvarende nivå som et forprosjekt med tilpasning av konseptet til aktuelle tomter med situasjonsplaner, etasjeplaner, snitt, fasader, utredning bæresystem og tekniske løsninger, brann- og sikringsprosjekt, alternativs vurderinger og nødvendig myndighetsforhold.

På dette tidspunktet vil man kunne konkretisere byggkostnaden med betydelig større sikkerhet. Det vil da være naturlig å fremme vedtak B4.2 om ny sak for respektive beslutningsnivå. Enten som orienteringssak eller til vedtak, alt etter hvilket handlingsrom som gjelder.

I samhandling 2-detaljprosjekt utvikles prosjektet som grunnlag for bygging inkludert nødvendige godkjenninger fra byggherren.

Utviklingen av prosjektet skjer i samarbeid mellom oppdragsgiver, driftsorganisasjonen, leverandørene med deres rådgivere. Det må legges opp til nødvendig medvirkning fra medvirkningsorganisasjonen både i forbindelse med samhandling 1 og 2.

12.2.7 Byggeperiode og utstyrsmontering

I byggeperioden ferdigstillelse behandlingsdelen før klinikkdelen. Det er satt av ca 2 år byggeperiode før montering av utstyr til protonanlegget fra leverandør 1 kan igangsettes. Denne monteringen trenger ca 1 år i tillegg kommer validering.

Ved valg av 2 senter kan det vurderes en liten tidsforskyvelse mellom bygging av senter 1 og 2 på for eksempel ½ år. Dette for å innhente nødvendig erfaring fra gjennomføringen av det første senteret til det andre uten å miste nødvendig tid.

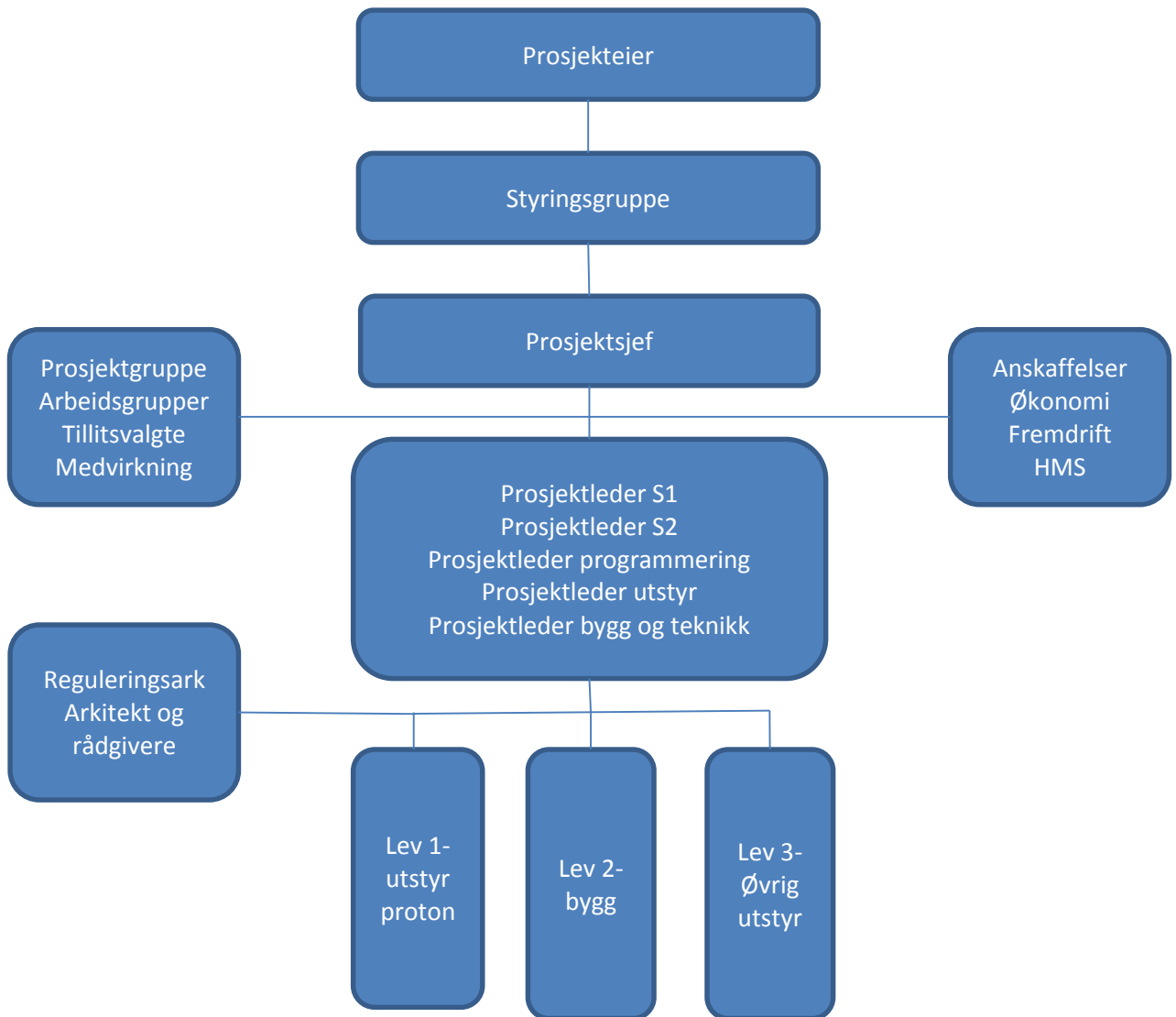
Ved valg av Radiumhospitalet må parallell gjennomføring av et protonsentersenter og et eventuelt klinikkbygg legges til grunn for vurdering av faseplaner, midlertidige omlegginger og gjennomføring.

12.2.8 Ferdigstillelse- innregulering, testing, verifisering

Det er satt av 9 måneder til ferdigstillelse, testing og verifisering der 3 av disse månedene går etter klinisk drift. Gjelder for både bygg og utstyr.

Klinisk drift, rom 1 er satt til 01.10.2022. Alle rommene er klargjort for klinisk drift i 2022, men av erfaring tar det ca 1,5 år pr rom før alle rommene vil være i full drift.

12.3 Organisering



Figur.42: Forslag til organisasjonskart for neste faser

Prosjektet foreslås gjennomført som et felles nasjonalt utbyggingsprosjekt med felles prosjektorganisasjon for både et eller 2 protonsentere. På bakgrunn av HOD sin endelige avgjørelse av alternativ, må RHF, berørte HF og Sykehusbygg utarbeide endelig organisering av det videre arbeidet. Det videre arbeidet må gjennomføres i tråd med gjeldende regime for store investeringsprosjekt med tilhørende beslutningsstruktur i HF og RHF. Mandat, ansvar- og beslutningsmatrise må utarbeides. Alle beslutninger knyttet til investeringer og drift må sees i sammenheng det det ansvar som pålegges det aktuelle HF og RHF.

Det er under kapittel 12.2.3. beskrevet noen fordeler med hensyn til gjennomføring av prosjektutvikling og gjennomføring med en prosjektorganisasjon og samme leverandører for utstyr og bygg for både 1 og 2 sentre.

Sammensetting av styringsgruppe, prosjektgruppe og arbeidsgrupper bør revurderes opp mot valgt konsept og lokalisering, men det vil være en viktig suksessfaktor å videreføre noe av den kompetansen som er

opparbeidet om prosjektet og protonterapi frem til nå. Representanter for alle regioner anbefales fortsatt være med samt representanter fra det/de aktuelle HF'ene som blir berørt.

Følgende arbeidsgrupper foreslås etablert som en del av prosjektet eller innenfor det enkelte RHF:

- Arbeidsgruppe tomter
- Arbeidsgruppe teknikk og utstyr
- Arbeidsgruppe organisering, samarbeid
- Arbeidsgruppe kompetanse og rekruttering
- Arbeidsgruppe indikasjoner og protokoller
- Arbeidsgruppe forskning
- Arbeidsgruppe økonomi og oppgjørformer

Det bør nedsettes en medvirkningsorganisasjon for prosjektet med representater fra tillitsvalgte, vernetjenesten og brukerorganisasjonen. Medvirkningsorganisasjonen må både favne den nasjonale interessen som prosjektet har, samt konsekvenser for det enkelte HF som blir berørt.

12.4 Mandat for neste fase

Mandat for neste fase utarbeides endelig av beslutningstaker, men prosjektets skisse til mandat er dekket gjennom innholdet i dette kapittelet.

12.5 Suksesskriterier for videre arbeid

Følgene suksesskriterier for er foreslått for videre arbeid:

- Gjennomføring av prosjektet som et nasjonalt, felles prosjekt
- Tydelig mandat og oppgaveforståelse
- Rask prosjektetablering
- Parallell prosjektgjennomføring og organisasjonsutvikling
- Tilstrekkelig tid til gjennomføring
- Gode samhandlingsprosesser

13 Vedlegg

Nivå 2:

- HFP/DFP
- HPU
- OTP
- Forenklet skisseprosjekt
- Kalkyler og LCC
- Bærekraftanalyse
- Samfunnsøkonomisk analyse

Nivå 3 (ikke vedlagt):

- Rapport fra AG1 – Forskning
- Rapport fra AG2 – Samarbeid og organisering
- Rapport fra AG3 – Indikasjoner, kapasitet og dimensjonering

KONSEPTFASE – ETABLERING AV PROTONBEHANDLING

UTREDNINGER

*Hovedfunksjonsprogram og
delfunksjonsprogram*



Funksjonsprogram Protonsenter

Hovedfunksjonsprogram og delfunksjonsprogram

DOKUMENTNUMMER: 00-000000000-00-00-00							
Prosjekt	Hovedfunksjon	Disiplin	Prosess	Dokumenttype	Løpenr.	Revisjon	Side

UTARBEIDET AV		
Mona Nyberg		

DOKUMENTSTATUS					
13.06.16		Godkjent av Styringsgruppen			

BEHANDLINGSPROSEDYRE			
Oversendt for behandling	Forventet dato for behandling	Instans	Dato for behandling

REFERANSEDOKUMENTER	
Navn	utgitt
Idefaserapport, 4 regionale og nasjonal	
Delrapport arbeidsgruppe 1, Forskning	
Delrapport arbeidsgruppe 2 Organisering og støtterom	
Delrapport arbeidsgruppe 3 Kapasitet og dimensjonering	

Dato: 27.05.2016

INNHALDSFORTEGNELSE nr 2

INNHALDSFORTEGNELSE.....	3
1 SAMMENDRAG	
2 INNLEDNING	
2.1 Avgrensning	
2.2 Bakgrunn og alternativer som skal vurderes	
2.3 Medvirkning og metode	
3 DEFINISJONER OG FORKLARINGER.....	
3.1 Konseptfase og programmering	
3.2 Hovedfunksjonsprogram - HFP	
3.3 Delfunksjonsprogram - DFP	
3.4 Arealutnyttelsesprinsipper	
3.4.1 Standardisering, generalitet og fleksibilitet	
3.4.2 Elastisitet	
4 BEHANDLINGSKAPASITET	
4.1 Pasientgrunnlag	
4.1.1 Standardindikasjoner og kontrollerte studier	
4.1.2 Variabler i pasientunderlaget	
4.2 Framskrivning av pasientgrunnlag	
4.3 Behandlingsmønster	
4.3.1 Antall fraksjoner	
4.3.1.1 Variabler i antall fraksjoner	
4.3.2 Behandlingstid per pasient	
4.3.2.1 Variabler i behandlingstid per pasient	
4.3.3 Åpningstider	
4.3.3.1 Variabler i åpningstid	
5 BEMANNING	
5.1 Bemanning klinisk drift	

Dato: 27.05.2016

5.2 Bemanning forskning

5.2.1 Bemanning forskningsrom

5.2.2 Bemanning klinisk forskning

5.3 Bemanning teknisk drift

5.4 Bemanning drift at strålebehandlingsutstyret

6 HOVEDFUNKSJON BEHANDLING

6.1 Akselerator og strålelinje

6.2 Behandlingsrom proton

6.3 Støtteareal behandlingsrom proton

7 HOVEDFUNKSJON KLINIKK

7.1 Ankomstområde og ekspedisjon

7.2 Poliklinikk og samtaleområde

7.2.1 Undersøkelse og samtale

7.2.2 Laboratorie og prøvetagning

7.2.3 Kjemoterapi

7.2.4 Medisinrom og støtterom

7.3 Bildediagnostikk

7.3.1 PET

7.4 Areal for anestesi og oppvåkning

8 HOVEDFUNKSJON FORSKNING

8.1 Klinisk forskning

8.2 Forskningsinfrastruktur

8.2.1 Forskningsrom

8.2.2 Delfunksjon full løsning

8.2.3 Delfunksjon enkel løsning

8.2.4 Forskning på karbonioner

Dato: 27.05.2016

9 HOVEDFUNKSJON ADMINISTRASJON OG MØTEROM

9.1 Doseplanlegging

9.2 Kontorer og møterom

10 HOVEDFUNKSJON STØTTEAREAL, DRIFT OG SERVICE

10.1 Hotellkapasitet

10.2 Støtteareal

10.3 Drift og service

10.4 Parkering, adkomst og utomhus

11 NÆRHETSBEHOV OG LOGISTIKK.....

11.1 Nærhetskrav internt i protonsentere

11.2 Nærhetskrav til eksterne aktører

11.3 Pasientflyt

11.3.1 Pasient til behandlingsforberedelse

11.3.2 Pasient til protonbehandling

11.4 Flyt personell, varer og avfall

11.4.1 Flyt personell

11.4.2 Flyt varer og avfall

11.4.3 Flyt dyr som inngår i forskning

12 AREALER, ROMPROGRAM OG ROMLISTER

Dato: 27.05.2016

1 Sammendrag

Et protonsenters skiller seg fra ordinære sykehusprosjekter ved at det kun skal dekke behovet til en bestemt pasientgruppe og utelukkende er tilbud om en svært spesialisert behandlingsform innenfor spesialisthelsetjenesten, i konseptfasen for «Etablering av partikkelterapi og protonbehandling» er det derfor utarbeidet et funksjonsprogram som integrerer hovedfunksjonsprogram, HFP og delfunksjonsprogram, DFP.

Funksjonsprogrammet er utarbeidet med grunnlag i de tidligere fasers utredninger, delrapporter fra arbeidsgrupper i konseptfasen, medvirkning fra prosjektgruppe og erfaringsinnhentning fra studiebesøk ved norske stråleterapisentre og utvalgte protonsentre i Europa. Prosessledelse har vært Sykehusbygg HF.

Dagens situasjon er gjort rede for og det er beskrevet hvordan det er gjort beregninger på pasientgrunnlag ut fra ulike estimater, samt foretatt framskrivning av pasientgrunnlaget til 2022 og 2030. Det er i programmets første del sett på ulike omstillingsfaktorer som åpningstider, antall behandlinger per pasient og behandlingstid per pasient. Ut fra dette er det gjort beregninger på behov for antall protonbehandlingsrom. Mange variabler med hver sine usikkerheter har gjort at det samlet sett er en god del usikkerhet i kapasitetsestimaterne for denne behandlingsformen. Det er konkludert med følgende beregningsfaktorer:

1. Pasientunderlag 12%
2. Framskrevet med 2% til år 2022 og 2030
3. Antall fraksjoner per pasient = 26
4. Behandlingstid per pasient = 25 minutter
5. Åpningstid = 13 timer per dag/ 240 dager i året

Beskrivelse av kompetansebehov og bemanningsstruktur er utarbeidet, og basert på dette er det utarbeidet beregninger av rom og arealer som kontorer, møterom og garderober.

Funksjonsprogrammet inneholder en beskrivelse av de ulike funksjonsområder i et protonsenters, og det er redegjort for rombehov, pasientflyter og arbeidsprosesser. Det er utarbeidet romlister og arealbehov, samt belyst nærhetsbehov mellom funksjoner og rom.

Dato: 27.05.2016

2 Innledning

Et protonsenters skiller seg fra ordinære sykehusprosjekter ved at det kun skal dekke en pasientgruppe, og kun gi tilbud om en svært spesialisert behandlingsform innenfor spesialisthelsetjenesten. Senteret skal være en nasjonal eller en flerregional behandlingstjeneste og skal sikre et likeverdig tilbud til hele Norges befolkning uavhengig av bosted.

Konseptrapport for etablering av partikkelterapi og protonbehandling baserer seg på flere underliggende dokumenter, hvor hvert nivå bygger på hverandre

Funksjonsprogrammet skal sammen med andre førende dokumenter beskrive de forutsetninger som ligger til grunn for prosjektet. I det følgende er det gitt en beskrivelse av et protonsenters i sin helhet, samt en beskrivelse av ulike underfunksjoner det er delt inn i. Dette er underlag som igjen ligger til grunn for program, skisser, utstyrsprogram, arealberegninger og romlister.



Figur 1: Nivå dokumentstruktur konseptfase partikkelterapi og protonbehandling

Funksjonsprogrammet baserer seg således blant annet på de ulike delrapporter, og består både av Hovedfunksjonsprogram, HFP og Delfunksjonsprogram, DFP. Dette er i tråd med «Veileder for tidligfaseplanlegging av sykehusprosjekter».

2.1 Avgrensing

Funksjonsprogrammet beskriver ikke økonomiske analyser eller driftsøkonomiske konsekvenser. Dette fremkommer i egen delrapport «Økonomiske analyser».

Funksjonsprogrammet beskriver heller ikke utredninger rundt de aktuelle tomter, dette fremkommer av Forenklet skisseprosjekt.

2.2 Bakgrunn og alternativer som utredes

Sykehusbygg HF har fått i oppdrag av de regionale helseforetakene om å lede arbeidet med konseptfase for «Etablering av partikkelterapi og protonbehandling». Konseptrapport skal være ferdig sommeren 2016.

Det har i flere år vært gjort et utstrakt arbeid for å beskrive behovet for protonbehandling i Norge, og følgende dokumenter ligger til grunn for konseptfasen:

Dato: 27.05.2016

- Utredning i regi av Helsedirektoratet 2010
- Planlegging av norsk senter for partikkelterapi, juni 2013
- Idefaserapport - Regionale sentre for protonterapi, samlerapport og regionale utredninger, november 2014
- Ekstern kvalitetssikring av idefase protonterapi, juli 2015
- Samfunnsøkonomisk analyse av tiltak vedrørende regionale sentre for protonterapi i Norge, Juli 2015
- Prosjektplan konseptfase, januar 2016

I Idefasen ble det arbeidet med en utredning av etablering av protonbehandling i alle helseregioner innen 2022. Med bakgrunn i blant annet tilbakemeldingene fra den eksterne kvalitetssikringen og den samfunnsøkonomiske analysen utført av Ernest & Young i 2015, ba foretaksmøtet 10. desember 2015 om at følgende alternativer utredes i konseptfasen:

O alternativ – Ingen utbygging

Alternativ 1 – Etablering av et protonanlegg innen 2022, i Helse Sør-Øst, eller i Helse Vest.

Alternativ 2 – Etablering av to protonanlegg, i Helse Sør-Øst og i Helse Vest innen 2022.

For begge alternativer skal det utredes minimum to alternativer for planlagt behandlingsskapasitet.

For nærmere redegjørelse for protonterapi som behandlingsmåte, de ulike alternativer og for vurdering og evaluering av disse henvises det til konseptrapporten.

2.3 Medvirkning/metode

Med medvirkning menes her medvirkning både fra de som bruker tjenesten (pasientrepresentanter), og de som bruker hus og utstyr, de ansatte. Medvirkningen fra ansatte og fagpersoner har i konseptfasen vært ivaretatt av prosjektgruppens medlemmer.

Det har ikke vært nedsatt øvrige medvirkningsgrupper, dette på grunn av den korte tidsfrist som har lagt til grunn for konseptfasen, samt at prosjektgruppen har vært sammensatt av fagpersoner innenfor kreftbehandling og stråleterapi.

Flere av de har deltatt i tidligere utredningsfaser av protonbehandling. Prosjektgruppen har vært sammensatt med 2 representanter fra hver av de fire helseregionene.

I tillegg til prosjektgruppen ble det etablert 5 arbeidsgrupper hvor representanter fra prosjektgruppen har deltatt sammen med andre fagpersoner.

Det har vært gjennomført studiebesøk til følgende protonsenter i drift:

Skandionklinikken – Sverige, Trento – Italia og Essen – Tyskland.

I tillegg har det vært avholdt befaring til byggeplass i Århus- Danmark, samt erfaringsoverføringer fra stråleterapeuter og fysikere ved eksisterende fotonterapibygg på Radiumhospitalet og Ullevål sykehus.

Dato: 27.05.2016

Ved disse befaringer og studiebesøk har det blant annet vært fokus på pasientflyt, organisering, arbeidsprosesser, utstyr, bygg og romfunksjon.

Når det gjelder medvirkning fra de som bruker tjenesten, pasientene og de tillitsvalgte, så har det vært avholdt informasjonsmøter i hver enkelt RHF. Generalsekretær for Kreftforeningen, Anne Lise Ryel sitter også i prosjektets styringsgruppe.

I det videre så menes med medvirkning, medvirkning fra de som bruker hus og tjenester.

Dato: 27.05.2016

3 Definisjoner og forklaringer

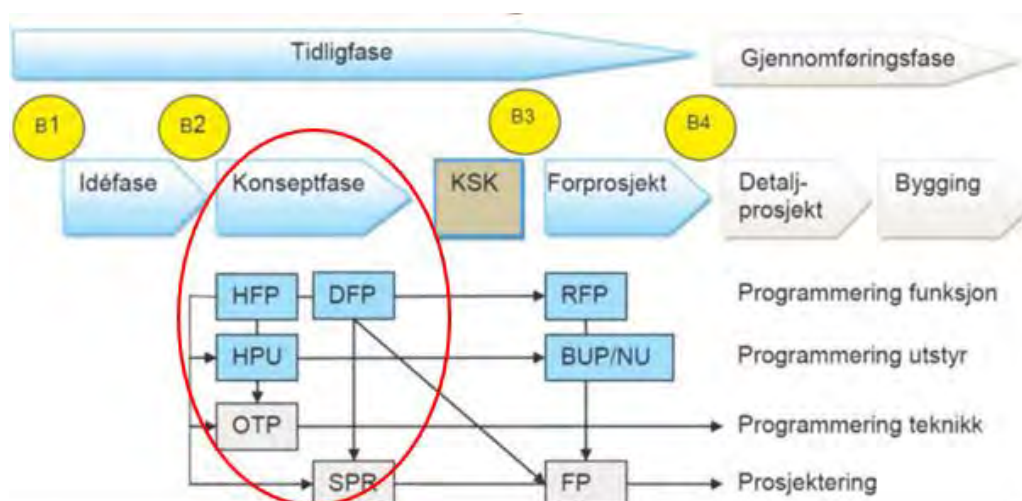
I dette kapitlet redegjøres det for begreper som brukes i funksjonsprogrammet.

3.1 Konseptfase og programmering

Konseptfasen for partikkelterapi og protonbehandling bygger på Idefaserapport fra 2013. I konseptfasen skal forslagene til alternative løsninger fra idefasen utredes i detalj. Og utredningene skal være tilstrekkelig detaljerte og omfattende til å kunne gi grunnlag for å velge et alternativ og dokumentere konsekvenser av valget som gjøres. Det henvises til Konseptrapport for nærmere beskrivelse av dette.

I det videre omhandler dette dokumentet programmeringsdelen av konseptfasen. I programmeringsfasen av et byggeprosjekt defineres funksjonelle, tekniske og utstyrsmessige krav til bygget som et underlag for prosjektering. Funksjonsprogrammeringen innebærer blant annet beregning av fremtidig aktivitet med tilhørende behov for funksjoner, kapasitet, rom og arealer. For protonsentre er det i konseptfasen utarbeidet et integrert hovedfunksjonsprogram, HFP og delfunksjonsprogram, DFP. Det er også utarbeidet et overordnet teknisk program, OTP og et hovedprogram utstyr, HPU.

Figuren viser en illustrasjon av de dokumenter som ligger til grunn for konseptfasen.



Figur 2 Illustrasjon av tidligfase sykehusprosjekter med konseptfase uthevet

Dato: 27.05.2016

3.2 Hovedfunksjonsprogram (HFP)

I følge veileder for tidligfaseplanlegging i sykehusprosjekter så skal utarbeidelse av HFP omfatte:

- Dokumentasjon og beskrivelse av dagens situasjon, samt krav til og konsekvenser av fremtidig utvikling og endring
- Innsamling og kvalitetssikring av data om aktivitet, kapasitetsbehov og arealbehov
- Beskrivelse av fremtidig driftsmodell med driftsøkonomiske konsekvenser
- Beregning av prosjektkostnad og økonomisk bæreevne

HFP er ment å gi grunnlag for utarbeidelse av delfunksjonsprogram, utstyrprogram og overordnet teknisk program.

For konseptfase protonbehandling er det valgt å utarbeide et funksjonsprogram som inneholder elementer fra HFP, det vil i det følgende bli belyst aktivitetsdata og beregninger av kapasitet og arealbehov.

De resterende områder som i veilederen ligger under HFP vil bli belyst og omtalt i selve konseptrapporten.

3.3 Delfunksjonsprogram (DFP)

Delfunksjonsprogrammet er en konkretisering og detaljering av funksjonskrav og rombehov beskrevet i Idefaserapporten, samt en utarbeidelse av romlister og arealbehov.

Et protonsenters har ansvar for kun en spesialisert behandlingsmåte, og har flere delfunksjonsområder som alle har en viktig plass i behandlingen av pasientene. Dette kapitlet inneholder en beskrivelse av disse. Kartlegging av krav til funksjonalitet er viktig for å kunne planlegge bygget på en best mulig måte for pasienter og personale.

I det følgende gjennomgås hovedfunksjonsområdene:

- Protonbehandlingsenhet
- Klinikkenhet
- Forskningsenhet
- Administrasjon og undervisning
- Drift og servicearealer
- Trafikkarealer og utomhus

Det beskrives spesielle krav knyttet til de ulike funksjonsområder. Det er utarbeidet flytanalyser for pasienter, samt for dyr til en eventuell forskningsdel. I tillegg beskrives nærhetsbehov mellom funksjoner og rom.

DFP danner grunnlaget for videre arbeid i neste fase. I forprosjektfasen vil det bli utarbeidet mer detaljerte tegninger og beskrivelser av tekniske løsninger for bygg og funksjonsområder på romnivå. Det vil da bli utarbeidet et romfunksjonsprogram (RFP), som har en mer detaljert beskrivelse av kravene til hvert enkelt rom, samt et utstyrprogram som viser krav til utstyr i rommene.

Når det gjelder inndeling av funksjoner og navn på rom, så har ikke klassifikasjonssystemet for helsebygg blitt

Dato: 27.05.2016

brukt. Dette fordi et protonsenters har i motsetning til et sykehus, få standard funksjonsområder og mange spesialiserte rom. Der det har vært naturlig er det brukt standardiserte benevnelser på rom.

3.4 Arealutnyttelsesprinsipper

Arealutnyttelsesprinsipper som generalitet, standardisering, elastisitet og fleksibilitet er retningslinjer for hvordan arealrammene skal disponeres i ett bygg når programkravene skal tegnes ut. Når det gjelder et protonsenters så avviker dette fra ordinære sykehusbygg ved at det er færre funksjonsområder, og det er ikke så opplagt at disse prinsippene kan følges. Skissering av rom og bygning er svært avhengig av å tilpasses det spesielle utstyret som skal inn. Det vil arbeides videre med disse prinsippene i de arealer hvor det er mulig, så som poliklinikkrom og kontor og møtearealer.

3.4.1 Standardisering, generalitet og fleksibilitet.

En bygnings generalitet handler om den evnen den har til å møte vekslende funksjonelle krav uten å måtte forandre egenskaper. For protonsenters har dette vært arbeidet med i de arealer hvor det har vært mulig, så som poliklinikkarealer og kontor og møterom. Et protonsenters er en svært spesialisert bygning tilpasset det særegne utstyret som behandlingsmetoden krever. For nærmere beskrivelse av dette henvises det til HPU.

3.4.2 Elastisitet

En bygnings elastisitet handler om evnen en bygning har til å møte vekslende behov for arealer, det vil si muligheten til å enten dele opp bygget i egne bruksenheter eller å øke kapasitet ved å bygge ut. Dette er ikke like enkelt for et protonsenters som for andre bygg, rommene til protonbehandlingsutstyret er massive betongbunkere, hver enkelt akselerator har en maksimal logistisk kapasitet og det vil ved en eventuell utbygging kreve store og tunge bygningsmessige prosesser som vil være forstyrrende for eksisterende drift.

Dato: 27.05.2016

4 Behandlingskapasitet

Behandlingskapasitet er et begrep som beskriver hvor mange pasienter som kan få behandling med protonterapi i Norge. Dette er direkte knyttet til antall protonbehandlingsrom som bygges og utstyres. Dimensjonering av antall behandlingsrom for protonterapi i Norge baserer seg på flere variabler:

1. Pasientgrunnlag
2. Framskrivning av pasientgrunnlag
3. Antall behandlinger/fraksjoner pr. pasient
4. Behandlingstid per pasient
5. Åpningstider

I arbeidet som har vært gjort i fasene før konseptfasen, har det blitt innhentet informasjon både fra utstyrleverandører og fra ulike sentre over hele verden. Dette er viktig underlagsmateriale ved beregning av behandlingskapasitet. I konseptfasen er dette underlaget gjennomgått, kvalitetssikret og oppdatert med ny kunnskap der dette er aktuelt.

Det har vært mange diskusjoner omkring hvordan antall pasienter skal omregnes til antall rom, og det har vært drøftinger omkring åpningstid, antall dager per år, antall fraksjoner og hvor mange minutter i behandlingsrom. Disse drøftingene redegjøres det for i dette kapitlet.

Prosjektgruppen har konkludert med følgende forutsetninger:

1. Pasientunderlag 12%
2. Framskrevet med 2% til år 2022 og 2030
3. Antall fraksjoner per pasient = 26
4. Behandlingstid per pasient = 25 minutter
5. Åpningstid = 13 timer per dag/ 240 dager i året

Disse forutsetningene gir følgende matematiske beregning av behovet for antall behandlingsrom i 2020 og 2030, det er også vist 250 dager per år i tabellen:

Pasienter pr time	Åpningstid	Pasienter pr dag	Dager (240/250)	Alternativ	Pasientgrunnlag 2022	Antall rom 2022	Pasientgrunnlag 2030	Antall rom 2030
2,4	13	31,2	250	12 %	1779	5,9	2084	6,9
2,4	13	31,2	240	12 %	1779	6,2	2084	7,2

Figur 3: Kapasiteter ved framskrivning til 2030, 25 min/pasient, 26 fraksjoner, 2% økning per år i pasientunderlag. 240 og 250 dager per år.

Dato: 27.05.2016

Det er hele tiden lagt vekt på at små endringer i forutsetningene vil gi relativt store endringer i behovet for antall rom. For å belyse dette er det i det følgende valgt å synliggjøre noen alternative beregningsalternativer ved noen endrede forutsetninger. Antall dager per år er i alle tabeller synliggjort med alternativene 240 og 250.

4.1 Pasientgrunnlag

Pasientgrunnlag er et begrep som viser til beregning av hvor mange pasienter som vil ha nytte av protonterapi, basert på det totale antallet pasienter som får konvensjonell stråleterapi i Norge. Per 2015 er det et mål om at ca. 50% av kreftpasientene i Norge bør tilbys stråleterapi, dette er nedfelt i Nasjonal Kreftplan.

Tallene for stråleterapipasienter i Norge er pasientdata hentet fra Statens Strålevern og det norske stråleterapimiljøet og viser antall for faktiske, unike stråleterapipasienter i Norge i perioden 2001 – 2015.

Årstall	Antall stråleterapi pasienter	Årsvekst [%]
2001	7212	
2002	7714	7,0
2003	8443	9,5
2004	9316	10,3
2005	9832	5,5
2006	10012	1,8
2007	10488	4,8
2008	11020	5,1
2009	10625	-3,6
2010	11292	6,3
2011	11701	3,6
2012	11683	-0,2
2013	12184	4,3
2014	12650	3,8

Figur 4. Oversikt over totalt antall stråleterapipasienter i Norge, tall fra Statens strålevern

I konseptfasen har det også vært arbeidet med pasientdata fra Norsk pasient register – NPR, som inneholder opplysninger om alle pasienter som venter på eller har fått behandling i spesialisthelsetjenesten. Disse dataene viste seg å være vanskelig å omsette, da de ikke nødvendigvis skiller på antall oppmøter for bestråling. Det ble i stedet valgt å benytte pasientdata fra Statens Strålevern.

Statens Strålevern har tall på antall faktiske, gjennomførte bestrålingssekvenser, og er således et mer realistisk utgangspunkt for beregning av pasientunderlag.

Prosjektgruppen har valgt å benytte tall fra Statens Strålevern som utgangspunkt for alle beregninger i konseptrapport og funksjonsprogram.

Internasjonale estimater per 2015 angir at om lag 12-15% av pasienter (alle aldersgrupper) som i dag får konvensjonell strålebehandling, vil ha en kvalitetsmessig bedre behandling ved bruk av protonterapi.

Dato: 27.05.2016

Disse prosentandelene har blitt oversatt til i å gjennomsnitt tilsvare at om lag 240-300 pasienter per 1 million innbyggere bør tilbys protonbehandling hvert år. For en nærmere redegjørelse for dette henvises det til konseptrapporten.

En kvalitetsmessig bedre behandling innebærer bedre sykdomskontroll, mindre bivirkninger, mindre senskader samt redusert risiko for å utvikle stråleindusert kreft.

Disse estimatene er et gjennomsnitt av underlag fra tilsvarende prosjekter i andre land og avviker fra rapporten «*Planlegging av Norsk senter for partikkelterapi*» fra 2013 hvor det ble anslått at 8- 11% av pasientene ville dra nytte av protonterapi. Allerede i Idefasen ble 8- 11% ansett som et for konservativt estimat. Hovedårsaken til økningen, er at antall indikasjoner har blitt flere som følge av den teknologiske utviklingen som gir en sikrere doseleveranse og dermed mindre skader på normalvev. Basert på klinisk erfaring kan andelen være enda høyere.

I konseptfasen er det blitt bedt om å utrede to alternative scenarier for dimensjonering av behandlingsskapasitet med protoner i Norge. Det har vært arbeidet med flere scenarier for estimering av andelen stråleterapipasienter som bør tilbys protonterapi, og det er i det videre 12% som er anslått som det medisinske estimatet for beregninger på kapasitet. Det vises også kapasitetsberegninger på et ambisøst estimat på 17%, men dette estimatet ligger ikke til grunn for de alternativer som presenteres i konseptrapporten.

Begge scenariene er forankret i en medisinskfaglig vurdering av det fremtidige behov for protonbehandling. Variasjonen scenariene mellom reflekterer et spenn i utviklingen fremover som det må tas høyde for i planleggingsfasen.

Til sammenlikning har Nederland benyttet 17% som et realistisk estimat i sine siste utredninger. Sverige og Danmark vurderer at ca. 15% av pasienter som henvises til stråleterapi, kan være aktuelle for protonbehandling. For mer utdypende sammenligning med andre land henvises det til konseptrapporten.

4.2 Framskrivning av pasientgrunnlag

Det er gjort framskrivninger av pasientgrunnlaget basert på en antatt årlig vekst av pasientgruppen på bakgrunn av forventet projisert økning i kreftforekomst. Tallene er fremskrevet både til 2022 og 2030. År 2022 er planlagt som oppstartsår for drift av protonsenter i Norge.

Økningen i kreftforekomsten i befolkningen skyldes i hovedsak vekst i befolkningen, men også relativt sett flere eldre.

Fra starten av var protoner forbeholdt de pasienter hvor gevinsten intuitivt var størst, nemlig barn som hadde god sjanse til å overleve kreftsykdom og som måtte leve lenge med eventuelle senskader. Dette har endret seg, og i de senere år er det en utvikling som går imot at alle pasienter med forventet sykdomskontroll og risiko for langtidsskader er aktuelle for protonbehandling. Dette betyr at også middelaldrende og eldre med

Dato: 27.05.2016

kreft bør vurderes for protonbehandling. Den projiserte økningen i kreftforekomst de kommende årene (Kreftregisteret) forventes derfor å gi en nær proporsjonal økning i behovet for protonkapasitet.

På bakgrunn av dette er det realistisk, å anta en årlig vekst på 2% for antall pasienter som vil ha behov for stråleterapi i Norge frem mot 2030. Det er derfor valgt å benytte 2 % framskrivning ved beregning av kapasitet innenfor protonbehandling.

Dette er en forsiktig estimering, men kan forsvares på grunn av at protoner i første omgang, vesentlig forventes å tilbys kurative pasienter, og ikke som palliasjonsbehandling.

Veksten av pasienter vil øke raskt utover 2% hvis også pasienter med mulig langtidsoverlevelse ved tumorkontroll skal tilbys protoner i fremtiden.

Som beskrevet i kapittel 4.1 kan man beregne et omtrentlig antall pasienter til protonbehandling ved å benytte antall pasienter til konvensjonell stråleterapi som utgangspunkt. Tabellen under viser framskrivning med 2% årlig vekst.

Det er gjort beregninger ut fra begge de medisinske estimatene på hvor mange av de ordinære stråleterapipasientene som vil kunne ha nytte av protonbehandling. Utgangspunkt er tatt i pasienttall fra Statens strålevern i 2014, og framskrevet både til 2022 og 2030.

	2014	2022	2030
Totalt antall stråleterapi pasienter	12650	14822	17366
	2014	2022	2030
Protonterapi pasienter estimat 12%	1520	1780	2080
Protonterapi pasienter estimat 17%	2150	2520	2950

Figur 5: Oversikt over antall stråleterapipasienter, framskrevet til 2022 og 2030, omregnet til antall protonterapipasienter ut fra 12% og 17% estimat. Tall for 2014 fra Statens Strålevern

Ved en fordeling av pasientunderlaget på de ulike helseregionene legges det til grunn at Helse Sør-Øst, Helse Nord, Helse Midt og Helse Vest er ansvarlig for henholdsvis 56%, 10%, 13% og 21% av befolkningen i Norge. Figur 6 og figur 7 viser protonterapipasienter pr helseregion for henholdsvis år 2022 og 2030 for 12% og 17% estimat.

Det legges til grunn at projisert befolkningsutvikling fra år 2015 til år 2040 viser relativt lik fordeling. Betydningen av de relative endringer i aldersfordeling mellom populasjonen i regionene er ikke korrigert for aldersmessige endringer i kreftforekomst.

Dato: 27.05.2016

Scenario:	Totalt antall pasienter nasjonalt 2022	Estimert antall protonterapi pasienter pr helseregion i 2022			
		Helse Sør-Øst	Helse Nord	Helse Midt	Helse Vest
12% estimat	1780	1000	180	230	370
17% estimat	2510	1400	250	330	530

Figur 6: Antall protonterapi pasienter pr helseregion i 2022 for 12% estimat og 17% estimat basert på framskrivning av totalt antall stråleterapi pasienter.

Scenario:	Totalt antall pasienter nasjonalt 2030	Estimert antall protonterapi pasienter pr helseregion i 2030			
		Helse Sør-Øst	Helse Nord	Helse Midt	Helse Vest
12% estimat	2080	1170	210	270	430
17% estimat	2950	1650	300	380	620

Figur 7: Antall protonterapi pasienter pr helseregion i 2030 for 12% estimat og 17% estimat basert på framskrivning av totalt antall stråleterapi pasienter

Dato: 27.05.2016

4.2.1 Standardindikasjoner og kontrollerte studier

Hovedspørsmålet ved innføring av protonbehandling er for mange kreftformer ikke om det er nyttig eller ikke, men om helsegevinsten forsvaret merkostnadene for de ulike kategorier pasientgrupper.

De pasienter som innlysende vil ha en fordel av behandling med protoner, og som det internasjonalt ikke er noen uenighet om, er kreftsvulster hos barn og unge. Det er også noen diagnoser hos voksne, hvor protonterapi er førstevalg som standardterapi, og som er godkjente for refusjon. Indikasjonsområdene som er beskrevet over er relativt sjelden og utgjør bare mellom 70 og 200 pasienter årlig i Norge. Av disse pasientene ble det i 2015 sendt 52 norske pasienter til behandling ved utenlandske sentra.

Først dersom protoner brukes til å forbedre resultatene av strålebehandling ved vanlige kreftformer vil volumet øke i vesentlig grad. Dette vil da være indikasjoner der pasientene bør inkluderes i kontrollerte studier.

Både i konseptrapport og i delrapport «Indikasjoner, kapasitet og dimensjonering» er det gjort grundig rede for dette de ulike kreftdiagnoser og dette skillet mellom indikasjoner for protonbehandling. Fordelingen av pasientgrunnlaget mellom disse to kan som et anslag deles i 15% standardindikasjoner og 85% kontrollerte studier. Indikasjonslistene /seleksjonskriteriene er ikke statiske, og er forventet å endre seg ettersom det tilkommer ny kunnskap om protonbehandling og effekt.

4.2.2 Variabler i pasientunderlaget

Hvis den forventede veksten i krefttilfeller skulle øke mer enn de forventede 2% vil dette ha betydning for pasientunderlaget. Likeså hvis estimatet om at 12% av dagens stråleterapipasienter er aktuell for proton, viser seg å være høyere eller lavere enn beskrevet i delrapport AG3.

Det er flere indikasjoner på at et estimat på antall pasienter kan bli opptil 17% eller mer av dagens stråleterapipasienter. Tabellen under viser en matematisk beregning på antall protonbehandlingsrom hvis pasientunderlaget blir 17%

Pasienter pr time	Åpningstid	Pasienter pr dag	Dager (240/250)	Alternativ	Pasientgrunnlag 2022	Antall rom 2022	Pasientgrunnlag 2030	Antall rom 2030
2,4	13	31,2	250	12 %	1779	5,9	2084	6,9
2,4	13	31,2	240	12 %	1779	6,2	2084	7,2
2,4	13	31,2	250	17 %	2194	8,4	2952	9,8
2,4	13	31,2	240	17 %	2194	8,8	2952	10,3

Figur 8: Kapasiteter ved framskrivning til 2022 og 2030, 25 minutter per pasient, 28 fraksjoner, 2% økning per år i pasientunderlag, 12% og 17% estimat

Dette er ment å vise hvilke utslag endringer i pasientgrunnlaget på behov for antall rom. Dette er viktig å være klar over, særlig ettersom usikkerheten er stor når det gjelder fremtidig behov for protonbehandling.

Dato: 27.05.2016

4.3 Behandlingsmønster

Det har vært mange diskusjoner omkring hvordan antall pasienter skal omregnes til antall rom, og det har vært drøftinger omkring åpningstid, antall dager per år, antall fraksjoner og hvor mange minutter i behandlingsrom. Disse drøftingene omkring behandlingsmønster redegjøres det for i dette kapitlet.

4.3.1 Antall fraksjoner

Med fraksjoner menes antall strålebehandlinger per pasient. Det vil kunne være store variasjoner i antallet fraksjoner fra pasient til pasient. Gjennomsnittlig antall fraksjoner per pasient er anslått til 26. Dette tallet er beheftet med en viss usikkerhet.

Utgangspunktet for å velge tallet 26 er at protoner og fotoner i liten grad skiller seg fra hverandre med tanke på strålebiologisk effekt og fraksjoneringsmønstre. For nærmere beskrivelse av protonbehandling versus fotonbehandling se konseptrapport.

Protonpasientene vil i det vesentlige være pasienter der behandlingen er kurativ. Pasienter som tilbys kurativ strålebehandling med fotoner får typisk 25-35 fraksjoner i dag.

Gjennomsnittlig antall fraksjoner vil påvirkes av pasientsammensetningen. For eksempel har noen pasienter strålefølsomme svulster og vil få færre fraksjoner. Antall fraksjoner er derfor et kvalifisert estimat, i overensstemmelse med det som ble gjort av den nasjonale gruppen som jobbet med Idefasen av prosjektet.

Erfaring fra andre protonsenters viser at dette antallet heller er lavt, enn for høyt. I Sverige la de til grunn for dimensjoneringen at hver pasient skulle ha 15 fraksjoner, dette er et erkjent underestimert og var basert på at mange pasienter bare skulle fått booster behandling med protoner. Sverige har nå gått bort fra dette, og erfaringen etter noen måneders drift er at gjennomsnittspasienten blir behandlet med 28 fraksjoner.

4.3.1.1 Variabler i antall fraksjoner

Prosjektgruppen har valgt 26 fraksjoner som underlag for beregning av antall protonbehandlingsrom. Med den usikkerhet omkring dette, kan man tenke seg at antallet fraksjoner på 26 kan endres i begge retninger.

Mest sannsynlig antas det å være at antall fraksjoner heller øker enn reduseres, jamfør erfaringer fra Sverige – se over. En slik endring vil øke behovet for antall rom. I tabellen under er det laget en matematisk fremstilling av antall protonbehandlingsrom hvis antall fraksjoner per pasient øker fra 26 til 28.

Pasienter pr time	Åpningstid	Pasienter pr dag	Dager (240/250)	Alternativ	Pasient-grunnlag 2022	Antall rom	Pasient-grunnlag 2030)	Antall rom
2,4	13	31,2	250	12 %	1779	6,4	2084	7,5
2,4	13	31,2	240	12 %	1779	6,7	2084	7,8

Figur 9: Kapasiteter ved framskrivning til 2022 og 2030, 25 minutter per pasient, 28 fraksjoner, 2% økning per år i pasientunderlag, 12% estimat

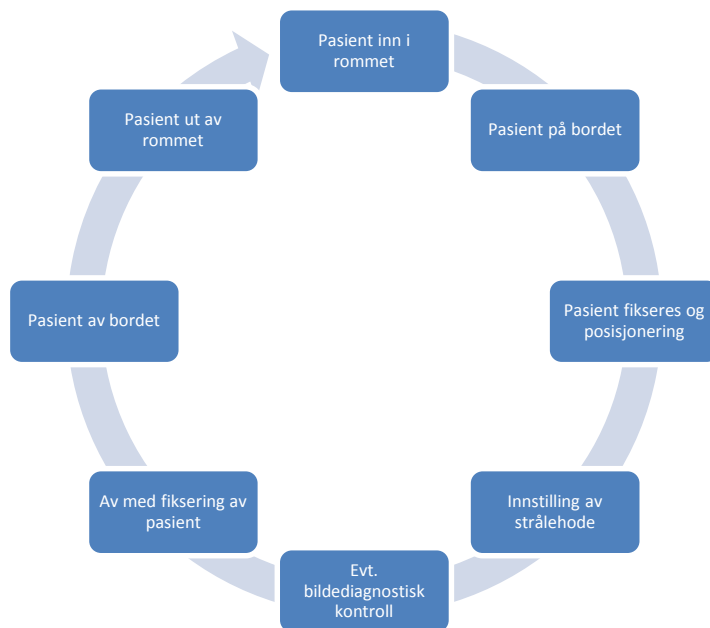
Dato: 27.05.2016

4.3.2 Behandlingstid per pasient

Det er i arbeidet med konseptrapport, innhentet ny kunnskap om behandlingsmetoder fra forskjellige leverandører og fra protonsentre i drift, med kunnskap om gjennomsnittlig tid per behandlingsfraksjon.

Basert på denne informasjonen, anslås det at man i de første årene med protonterapi vil benytte behandlingsrommet ca. 25 minutter til hver pasient. Dette er et gjennomsnittstall. For enkelte pasienter kan behandlingstiden komme ned i 15 minutter, mens det for andre, for eksempel narkosekrevende barn, vil kunne kreve mellom 45 og 60 minutters behandlingstid inne på behandlingsrommet.

Behandlingstiden blir her definert som all den tid rommet er opptatt med den ene pasienten, og består av en prosess.



Figur 10; skematisk fremstilling av pasienttid på behandlingsrom

En behandlingstid på 25 minutter er en nedjustering i forhold til Idefaserapporten hvor det ble lagt til grunn en behandlingstid på 30 minutter. Denne endringen anses som et realistisk gjennomsnitt, basert på innføring av ny teknologi. Hurtig bestråling med aktiv bestrålingsteknikk vil innebære nedkorting av bestrålingstiden. Det er også forventet at den teknologiske utviklingen av diagnostisk utstyr i behandlingsrommet vil kunne redusere behandlingstiden ytterligere. Imidlertid er det viktig å ta høyde for at behandlingstiden kan øke i en oppstartsfase med nytt utstyr og nye arbeidsprosesser.

En eventuelt fremtidig bruk av respirasjonsstyrt bestråling, vil også kunne tendere mot økt behandlingstid, da det vil ta lengre tid å innpasse bestrålingen mot pasientens respirasjonssyklus.

Dato: 27.05.2016

4.3.2.1 Variabler i behandlingstid per pasient

Hvis man ser for seg at behandlingstid per pasient går ned, slik som det beskrives blant annet fra Skandionklinikken i Sverige, vil behovet for antall rom gå noe ned. Hvis det derimot viser seg at behandlingstiden tar lenger enn de gjennomsnittlige 25 minutter som ligger til grunn for konseptfasens beregning av kapasitetsbehov, vil behov for protonbehandlingsrom gå opp.

Ettersom alle indikasjoner peker mot at behandlingstiden i fremtiden vil tendere mot å gå ned fremfor å gå opp, vises her skjematisk fremstilling over behov for antall behandlingsrom med en reduksjon i behandlingstiden.

Endring til 20 minutters behandlingstid per pasient:

Pasienter pr time	Åpningstid	Pasienter pr dag	Dager (240/250)	Alternativ	Pasientgrunnlag 2022	Antall rom 2022	Pasientgrunnlag 2030	Antall rom 2030
3	13	39	250	12 %	1779	4,7	2084	5,6
3	13	39	240	12 %	1779	4,9	2084	5,8

Figur 11: Kapasiteter ved framskrivning til 2022 og 2030, 20 minutter per pasient, 26 fraksjoner, 2% økning per år i pasientunderlag

Endring til 15 minutters behandlingstid per pasient:

Pasienter pr time	Åpningstid	Pasienter pr dag	Dager (240/250)	Alternativ	Pasientgrunnlag 2022	Antall rom 2022	Pasientgrunnlag 2030	Antall rom 2030
4	13	52	250	12 %	1779	3,6	2084	4,2
4	13	52	240	12 %	1779	3,7	2084	4,3

Figur 12: Kapasiteter ved framskrivning til 2022 og 2030, 15 minutter per pasient, 26 fraksjoner, 2% økning per år i pasientunderlag

Dato: 27.05.2016

4.3.3 Åpningstider

De fleste norske sentre for konvensjonell strålebehandling bemannes med dagarbeid fordelt på ettarbeidsskift. På grunn av kapasitetsutfordringer har noen sentre, bemannet enkelte rom med utvidet åpningstid.

Et senter for protonbehandling vil ha en mye høyere investeringskostnad, enn et senter for fotonbehandling. Driften bør derfor utnyttes så effektivt som mulig. Den foreløpige erfaring med protoner er at hver enkelt behandling tar noe lengre tid enn behandling med fotoner.

I en opptrappingsfase vil det være naturlig å starte behandlingen først på hverdager, dagtid, før driften kan utvides til også kveld og helg.

Det vil være nødvendig med en to skiftordning for å kunne ivareta 13 timers bestrålingstid pr behandlingsrom per døgn. I forbindelse med oppstart av protonbehandling vil det måtte forventes å ta tid før man klarer starte med to skift, dette for å sikre god kvalitet med innkjøring av pasienter og opplæring av personell.

Når det gjelder 5 dagers åpningstid per uke samsvarer dette med medisinsk vurdering av et antall strålebehandlinger som er mest hensiktsmessig for hver pasient per uke. Nesten all erfaring om normalvevstoleranse relatert til dagsdose og totaldose av fotonstråling er basert på 5-6 fraksjoner per uke. Det har vært gjort forsøk på å behandle 7 dager per uke, men med resulterende betydelig skade på normalvev. På grunn av medisinske vurderinger anbefales det i de aller fleste pasienttilfeller pause i strålebehandlingen 2 dager pr uke slik at bestrålt vev kan restituere seg.

Et annet forhold som understøtter 5 dagers åpningstid, er at helgene må brukes til teknisk vedlikehold av utstyret. Tekniske vedlikehold og testing av utstyr til et protonsentre, er langt mer komplisert enn med utstyr til fotonbehandling. Det er noen få pasienter som kan ha nytte av stråling 6 dager pr uke, slik at det kan være aktuelt med åpent lørdager.

Når det gjelder antall timer per dag og antall dager per år helsetjenesten skal være tilgjengelig og åpen for pasientbehandling, så er det vanlig i Norge å benytte på 8-10 timer per fordelt på 240 arbeidsdager per år som beregning for åpningstid for dagbehandling/poliklinikk i spesialisthelsetjenesten. Målet i nasjonal helseplan er å tilstrebe at pasientbehandling blir mer tilgjengelig for pasienter enn hva vi klarer i dag. Mer effektiv utnyttelse av arealer og økt tilgjengelighet for pasientene er ett mål. Det har vært diskutert mulighetene for å holde behandlingstilbudet tilgjengelig 250 dager per år, dette kan vurderes videre.

Prosjektgruppen anbefaler at det planlegges med følgende forutsetninger:

Det planlegges det med 13 timers åpningstid, 5 dager per uke, 240 dager i året.

Dato: 27.05.2016

4.3.3.1 Variabler i åpningstid

Det er i alle tabeller synliggjort konsekvenser ved åpningstid 250 dager per år, behovet for antall protonbehandlingsrom vil i så fall gå ned. Se figur 8-12.

Når det gjelder antall dager per uke og 13 timers skift så har det ikke vært diskusjoner omkring dette.

5 Bemanning

I dette kapitlet gjøres en gjennomgang av bemanningsstruktur for et protonsenters. Dette blir lagt til grunn for bemanningstabeller som igjen legges til grunn for beregning av arealer til kontorer, garderober, parkering etc.

Det er sett på bemanning av klinisk drift, forskningsfunksjon, teknisk drift av bygget samt ansatte for drift og vedlikehold av protonterapiutstyret.

5.1 Bemanning klinikk

Drift av et senter for protonterapi er avhengig av flere yrkesgrupper. En forutsetning som ligger til grunn for arbeidet rundt kompetanseoppbygging og ansettelse er at protonterapi må anses som en utvikling av dagens konvensjonelle stråleterapi med fotoner. Det vil si at ved full drift – etter en opptrappingsperiode- bør bemanningen være korresponderende med behovet for bemanningen ved et ordinært stråletherapisenter.

De to stråleterapienhetene ved Oslo Universitetssykehus på Radiumhospitalet og Ullevål, har per mai 2016, 157 årsverk stråleterapeuter, 25 årsverk kliniske fysikere og 2 IT-fysikere for å drifte 17 behandlingsrom for fotoner. Dette er inkludert ledere.

Da pasienttallet forutsettes likt, vil antall kreftleger og kreftsykepleiere være likt som ved fotonbehandling. Det er lagt inn en marginal økning på stråleterapeuter og medisinske fysikere. Dette da det er forventet større grad av planleggingsarbeid og kvalitetssikring enn det som er dagens situasjon for fotonbehandling.

Dato: 27.05.2016

Disse forutsetningene ligger til grunn for beregning av bemanning ved et protonsenters. Tabellen gir et behovsestimat for et anlegg i full drift.

Stillingskategori	1 rom (2 skift)	2 rom (4 skift)	3 rom (6 skift)	4 rom (8 skift)	5 rom (10 skift)	Kommentarer
Arbeidstid 0700-2000						
Medisinske fysikere <i>(1-2 rullerende kveldstid, resten dagtid)</i>	3	6	9	12	15	Daglig kvalitetssikring, rutinearbeid for klinikkarbeid, pasientspesifikk kvalitetssikring og ledelse av doseplanlegging
Stråleterapeut/doseplan <i>(Kun arbeid på dagtid)</i>	3	5	8	10	13	Doseplanlegging
Stråleterapeuter <i>(Turnus 07-20)</i>	11	22	33	44	55	Strålebehandling, CT, MR
Kreftleger <i>(ordinære vaktordninger)</i>	3	5	8	10	13	10-14 pasienter i behandling pr onkolog
Kreftsykepleiere <i>(knyttet til oppsatt poliklinikk)</i>	3	5	8	10	13	10-14 pasienter i behandling pr kreftsykepleier
Radiolog <i>(ordinære vaktordninger)</i>	0	1	1	2	2	Økt bruk av radiologtjenester ved protonterapi
Dataadministrasjon for kreftpasienter <i>(Kun arbeid på dagtid)</i>	1	2	2	3	3	Forskningsmedarbeidere som organiserer datainnsamling og organiserer pasientprotokoller
Helsesekretær <i>(Turnus 07-20 for å bemanne resepsjonen)</i>	2	2	2	2	2	Resepsjon og timebestilling
Finmekaniker						Tjenesten kan kjøpes
Ingeniører						Inkluderes i serviceavtaler
Sum	25	48	63	93	116	

Figur 13: Forslag til bemanning per behandlingsrom protonanlegg, full drift.

Dato: 27.05.2016

5.2 Bemanning forskning

Den bemanning som gjennomgås i dette kapitlet er ment å hovedsakelig dekke driften av forskningsinfrastrukturen, samt en betraktning rundt bemanning knyttet til den kliniske forskningen. For å realisere konkrete forskningsprosjekter innen protonterapi må det være aktive forskningsgrupper tilknyttet sentre, dette redegjøres det ikke videre for her.

5.2.1 Bemanning forskningsrom

Hvis det opprettes et eget forskningsrom vil man trenge en egen leder med ansvar for drift og prosjekter. Hvis det velges forskningsrom- enkel løsning, kan en minimumsbemanning være at det opprettes en teknisk ingeniørstilling og en fysikerstilling

For alternativ full løsning, hvor det også inkluderes pre-klinisk forskning, vil det måtte inkluderes flere yrkesgrupper. Blant annet kreves det personale med bakgrunn innen basalforskning. Videre ser man for seg bioingeniører som har kompetanse med forskning på forsøksdyr.

Alternativ	Leder	Fysiker	Teknisk ingeniør	Preklinisk ansvar	Bioingeniør
Forskningsrom – enkel løsning	100%	100%	100%		
Forskningsrom – full løsning	100%	100-200%	100-200%	100-200%	100-200%

Figur 14: Alternativer for bemanning av forskningsinfrastruktur, ett senter

Tabellen må adderes opp ved forskningsrom ved to sentra i Norge.

5.2.2 Bemanning klinisk forskning

Hvis det skal utføres klinisk forskning, vil dette bety mye oppfølgingsarbeid av pasientene. Dette betyr at klinikere bør fristilles. Kombinasjonsstillinger mellom forskning og drift sikrer at det initieres gode kliniske studier av aktive klinikere, samt at pasientene får tett, god og relevant oppfølging i studiene.

Radiolog er en viktig støttefunksjon, og det bør tilknyttes radiolog i 50% stilling per senter. Det bør ansettes egne forskningssykepleiere som skal koordinere pasientflyt, behandling, prøvetagning og undersøkelser, samt administrativ personale som bistår med oppfølging og dokumentasjon.

Følgende oppsett av personale til klinisk forskning uten forskningsrom vil måtte adderes opp eller ned i f.t. antall behandlingsrom og antall sentra.

Alternativ	Onkologer	Forskningssykepleiere	Radiolog	Adm personale
3 behandlingsrom	150% stilling	200%stilling	50% stilling	100%

Figur 15: Bemanning klinisk forskning ett senter

Tabellen må adderes opp ved to sentra som driver klinisk forskning i Norge.

Dato: 27.05.2016

5.3 Bemanning teknisk drift

De som drifter og vedlikeholder byggets tekniske infrastruktur er i de fleste tilfeller ansatte fra sykehuset der protonsentret vil være tilknyttet. Antall ansatte knyttet til protonsentret vil derfor være avhengig av nærhet til sykehuset og intern organisering, og i liten grad avhengig av antall behandlingsrom. For beregning av arealer til kontorer, garderober etc er det anslått et antall ansatte per behandlingsrom angitt i figur 16. Dette ligger til grunn for romprogrammet, men inneholder stor grad av usikkerhet.

Bygningsdrift	Driver	1 rom	2 rom	3 rom	4 rom	5 rom	Merknad
Lagerareal teknisk utstyr Kontor	Størrelse	20	30	30	30	30	
	Antall ansatte	15	15	20	20	20	landskap

Figur 16; arealer for personell og varer knyttet til teknisk drift av protonanlegg

5.4 Bemanning drift av utstyr til protonbehandling

De som betjener det spesifikke utstyret for protonbehandling så som akselerator, strålelinje og gantry er typisk ansatt hos den valgte utstyrsleverandør. Antall ansatte vil derfor kunne variere i forhold til hvilken leverandør som blir valgt. Det kan tenkes at protonsentret selv gradvis utdanner og faser inn eget personell. For beregning av arealer til kontorer, garderober etc er det anslått et gjennomsnitt antall ansatte per behandlingsrom angitt i figur 17. Dette ligger til grunn for romprogrammet, men inneholder stor grad av usikkerhet.

Drift av partikkelanlegg	Driver	1 rom	2 rom	3 rom	4 rom	5 rom	Merknad
Lager teknisk drift	Type anlegg/akselerator	15	15	25	25	25	
Kontor teknisk drift	Antall personer	15	15	20	25	25	Sambruk pauserom
Kontorlandskap teknisk drift	Antall personer	0	15	24	24	24	Sambruk pauserom
Verksted	teknologi	15	15	25	25	25	Ikke verksted for kompensatorer
Lager utstyr anlegg	Leverandør/logistikk	15	15	40	40	40	
Pauserom		10	10	15	15	15	

Figur 17; arealer for personell og varer knyttet til drift av utstyret ved et protonanlegg

Dato: 27.05.2016

6 Hovedfunksjon behandling

Dette kapitlet beskriver hovedfunksjon behandlingsrom for protonbestråling. Når det gjelder akselerator og strålelinje beskrives dette kun kort i funksjonsprogrammet og det henvises til hovedprogram utstyr (HPU) og overordnet teknisk program (OTP) for videre redegjørelse.

Det er i arbeidet med konseptrapport lagt noen førende forutsetninger for areal og dimensjonering:

- Det planlegges med strålebehandling av protoner, i 360° roterende gantry
- Det forutsettes at strålen genereres av en syklotron eller en synkotron. Den største mulige diameter på 8 meter
- Det er tatt utgangspunkt i de mest arealkrevende utstyrstyper på markedet for ikke å utelukke leverandører
- Det planlegges ikke for strålebehandling med karbon-ioner

6.1 Akselerator og strålelinje

Et protonsenters har en egen bygningsdel som inneholder produksjonsenheten til partiklene. Denne delen består av flere komponenter. Dette inngår ikke i funksjonsprogrammet og beskrives kun helt kort. Det henvises til Hovedprogram utstyr for nærmere redegjørelse.

Valg av type akselerator vil få konsekvenser både for den strålen som produseres og for bygningsmessig fotavtrykk, utstursvalg og investeringskostnader, det finnes to typer akseleratorer til protoner, syklotroner og synkotroner.

Etter at partiklene har blitt akselerert, ledes de frem til protonbehandlingsrommene via en strålelinje. Denne består av rør og en rekke magneter for stråleavbøyning og strålefokusering. En slik strålelinje kan være mange meter lang ettersom hvor mange behandlingsrom den skal betjene.

6.2 Behandlingsrom proton

Et behandlingsrom består av et roterbart gantry, et robotsystem for pasientposisjonering og et bord som pasienten ligger på under bestrålingen. Det finnes anlegg med horisontal strålelinje og behandlingsstol, tilpasset hode/øye, dette er foreløpig ikke aktuelt i Norge.

Det må være plass til verifikasjonsutstyr for posisjonering i behandlingsrommet eller i umiddelbar nærhet. Det må være mulighet for at utstyr kan festes til gantry, for eksempel «Cone Beam CT». Det er også mer og mer vanlig med en fullskala CT festet til gulvet inne på behandlingsrommet, denne løsningen er mer arealkrevende. Det bør tilrettelegges for denne type teknologi på behandlingsrommet. Det henvises til HPU for nærmere redegjørelse av dette.

Det skal være mulighet for å gi pasienter generell anestesi ved bestråling. Dette gjelder fortrinnsvis for behandling av barn. Disse pasientene skal overvåkes med medisinsk teknisk utstyr mens bestråling pågår. Det skal ikke være personell inne på rommet under bestrålingen.

Dato: 27.05.2016

6.3 Støtterom behandling

Hvert behandlingsrom har et nærliggende kontrollrom med arbeidsplass. Dette er faste arbeidsplasser hvor personale oppholder seg mye. Det må planlegges med to omkleddingsrom per behandlingsrom.

Det er viktig å planlegge med gode ventesoner for pasient og pårørende direkte tilknyttet behandlingsrommene, samt nærhet til toaletter. Det bør tilrettelegges med rom for samtaler mellom pasient og personale direkte før eller etter bestråling.

Det må planlegges med lagerrom for strålemonitorering /dosimetriutstyr og utstyr for kvalitetssikring av strålelinjer og behandlingsplaner. Et slikt rom inneholder diverse detektorutstyr, bord for målefantomer, diverse elektronikk og datautstyr.

Det er behov for lagring av både ordinært forbruksmateriell og tungt og plasskrevende fysikerutstyr tett på behandlingsrommene. Det er viktig med enkel transport av utstyr som brukes til testing og vedlikehold av stråleutstyret. Dette kan være utstyr som er tungt og må transporteres på traller.

7 Hovedfunksjon klinikk

For klinikkdelen er det definert forskjellige funksjonsområder

- Ankomstområde med ekspedisjon
- Poliklinikk/samtaleområde
- Bildediagnostikk
- Areal for anestesi og oppvåkning

7.1 Ankomstområde og ekspedisjon

I ankomstområdet planlegges det med en ekspedisjon og ventearealer for pasienter og pårørende nært knyttet til inngangen. Det bør ivaretas behov for ankomst og venteopphold også for pasienter i seng/på bære. Det er viktig med et «hyggelig» inntrykk. Det må tilrettelegges ventearealer spesielt tilpasset barn, enten som et avskjermet område eller i eget rom.

Det skal være arbeidsplasser for to helsesekretærer i ekspedisjonen, disse arbeider med mottak av pasienter, timebestilling etc. Det er behov for et skjermet «back-Office» område hvor man kan ivareta taushetsplikt og utveksle pasientopplysninger.

Ekspedisjonen planlegges med åpningstid fra 07 – 20.

Pasienter, pårørende og andre besøkende skal ha mulighet til å få enkel servering. Det planlegges med enkel buffetløsning med tørrmat, pålegg og kalde/varme drikker. Det skal ikke serveres varmmat. Det må være areal til håndtering av oppvask, mat, avfall, og dette kan plasseres i nærhet til ankomstområdet. Det er ikke tenkt egne arealer til bespisning, det er tenkt at pasienter og pårørende selv kan hente mat og sette seg i ventearealene.

Toaletter må ligge i nær tilknytning til venteområdet.

Dato: 27.05.2016

7.2 Poliklinikk og samtale

7.2.1 Undersøkelse og samtale

Det er behov for både undersøkelsesrom og samtalerom samlet i et klinisk område. Undersøkelsesrommene benyttes til pasientkonsultasjoner med leger og/eller sykepleiere. Alle pasienter gjennomgår undersøkelse før oppstart av strålebehandlingen. Konsultasjonene gjennomføres direkte før strålebehandlingen eller i umiddelbar nærhet til. Det vil også være en del pasienter som vil ha behov for ulike undersøkelser underveis i strålebehandlingen.

Det planlegges med tre undersøkelsesrom per to behandlingsrom. Alle pasienter blir undersøkt minst en gang i forbindelse med oppstart av behandling.

I samsvar med standardutnyttelsestid per undersøkelsesrom legges det til grunn 45 minutter per undersøkelse og samtale. Det tas utgangspunkt i standard undersøkelsesrom på 16 kvm i tråd med standardrom for andre sykehusprosjekter. Det vurderes at dette arealet kan ivareta alle typer undersøkelser og utstyr til eksempelvis lungefunksjonstesting, gynekologiske undersøkelser og/eller undersøkelser av barn. Det er en fordel å plasseres alle undersøkelsesrom samlet for en mer fleksibel utnyttelse.

For fleksibilitet planlegges samtalerom med samme størrelse som undersøkelsesrom på 16 kvm. Det vil være behov for samtalerom både i nærhet til poliklinikkarealer og til behandlingsrommene.

Samtalerommene brukes til oppfølging av pasientene inn mot selve behandlingen. Dette gjøres fortrinnsvis av stråleterapeuter eller kreftsykepleiere. Rommene skal også brukes ved behov til sårstell, samtale med pårørende, konsultasjoner med andre fagpersoner som for eksempel sosialrådgivere og ernæringsfysiolog.

Det planlegges med 1 samtalerom per to behandlingsrom.

Det må være tilrettelagt for ventearealer og toaletter.

7.2.2 Laboratorier og blodprøvetagning

Noen pasienter vil ha behov for å få tatt blodprøver, dette er aktuelt også for pasienter som ikke får samtidig cytostatika. En del enklere analyser kan med fordel analyseres lokalt og ikke sendes til sentralt laboratorium. Det planlegges derfor med et lite laboratorium og areal til prøvetagning i poliklinikkområdet. Det må tilrettelegges med noen plasser til ventende pasienter.

7.2.3 Kjemoterapi

Det er noen pasienter som også samtidig får kjemoterapi og strålebehandling. Disse vil ha behov for nærhet til sted hvor det kan gis kjemoterapi nært inntil strålebehandlingen. Det planlegges ikke med egne arealer til opptrekk og infusjon av kjemoterapi, men det må planlegges for produksjon og transport av medikamenter i samarbeid med sykehusapotek. Oppvåkingsarealene for pasienter i anestesi planlegges sambrukt for disse pasientene. Det må også vurderes om de pasienter dette gjelder kan transporteres inn i eksisterende sykehus for å få denne behandlingen.

Dato: 27.05.2016

7.2.4 Medisinrom og støtterom

Det må planlegges med medisinrom samt lager for rekvisita og forbruksmateriell og rom for avfallshåndtering. Det må være et rom tilrettelagt for håndtering av urent gods og avfall pr senter, typisk desinfeksjonsrom.

7.3 Bildediagnostikk

Utviklingen i dagens stråleterapi går i retning av mer individuell tilpasning av strålebehandlingen til den enkelte pasient. Dette krever økt bruk av bildedannende utstyr (alle modaliteter) også innenfor protonterapi. I tillegg har utviklingen av PET MR og forbedring av CT, MR og PET CT gjort at tendensene i årene som kommer vil være mer bruk av bildedannende utstyr relatert til stråleterapi, og ikke mindre enn i dag. Deler av dette må nødvendigvis ikke utføres ved senteret.

Det er behov for CT og eventuelt MR og PET i behandlingsområdet. De skal primært brukes til behandlingsplanlegging, men også underveis i pasientforløpet vil det være behov for avbildninger for å vurdere eventuelle anatomiske endringer. Kontrollrommene tilhørende modalitetene bør plasseres slik at det samme personalet lett kan bevege seg mellom de disse og behandlingsområdet.

Bilediagnostiske modaliteter har altså flere formål:

- Planlegging av protonbehandling for behandlingsforløp
- Kontroll av protonbehandlingen et antall ganger underveis i behandlingsforløpet – her kan PET CT være mest aktuelt
- Sikre posisjonering av pasient før bestråling i behandlingsrom

Det må være et betjeningsrom og et teknikkrom per modalitet, samt to omkleddingsrom. Det må være rom for fiksering i umiddelbar nærhet. Pasienter kan fikseres inne på rommet, men dette vil øke tiden i rommet og være forsinkende for pasientlogistikk. Det må være godt med oppbevaringsplass for fikseringsutstyr inne på rommet.

7.3.1 PET

Når det gjelder PET-CT så kan denne brukes til å se om pasienten har oppnådd ønsket effekt av behandling, og hvilke områder som har blitt bestrålt. Denne undersøkelsen må skje raskt etter strålebehandlingen for best mulig resultat. Hvis PET-CT implementeres i prosjektet vil det være behov for skjermede støtterom som injeksjonsareale, hvilerom/ventearealer etter injeksjon, eget skjermet toalett og areal for håndtering av isotoper.

I modell med 4 behandlingsrom planlegges det med 1 CT, 1 MR og 1 PETCT. I modeller med færre behandlingsrom planlegges det kun med 1 CT.

Hvert senter må imidlertid ha tilgang til MR og evt PET-CT/PET-MR. Det må vurderes om det er tilstrekkelig kapasitet på eksisterende modaliteter. Dersom dette ikke er tilfelle, må det inngå i senteret. Tilgang på bildediagnostiske modaliteter må også ses i sammenheng med kapasiteten i forbindelse med annen stråleterapi. Modalitetene kan med fordel sambrukes til behandlingsplanlegging ordinær stråleterapi med

Dato: 27.05.2016

fotoner.

Når det gjelder antall diagnostisk utstyr er må dette også vurderes i et organisatorisk og driftsøkonomisk perspektiv for de ulike foretakene som en helhet.

7.4 Areal for anestesi og oppvåkning

Det er svært viktig at pasienter ligger stille under behandling med protoner for å sikre korrekt strålingsposisjon. Dette gjør at så å si alle barn som skal til protonbehandling skal ha anestesi.

Det er ikke tenkt at anestesi skal innledes på protonbehandlingsrom, da vil det gå med dyrebar tid. Pasienter får anestesi i nærliggende arealer og transporteres inn til behandlingsrommet. De trilles ut av rommet for å våkne opp. Det må derfor tilrettelegges for eget rom til Innledning av anestesi, samt egne oppvåkingsarealer.

Disse rommene må ha overvåkningsmuligheter, plass til medisinsk teknisk utstyr og arbeidsstasjoner. Overvåkningsarealene skal ha plass til senger og stoler, samt ligge i et skjermet og rolig område.

Dato: 27.05.2016

8 Hovedfunksjon forskning

Partikkelterapi generelt og protonbehandling spesielt er relativt ny behandlingsmetode i klinisk sammenheng. Det er foreløpig på verdensbasis lite dokumentasjon på effekt, og det er en stor andel av de pasientene som det planlegges for som vil være en del av kliniske, kontrollerte studier. Forskning på protoner i Norge er derfor en prioritert funksjon ved protonsenters. Hvis Norge har ambisjoner om å være internasjonalt ledende innen dette feltet er det en sterk anbefaling at det skal implementeres eget rom for forskning i senter for protonbehandling.

8.1 Klinisk forskning

Klinisk forskning bør stå sentralt ved opprettelsen av protonterapi i Norge. Den kliniske forskningen vil omfatte studier av pasienter der protonterapi inngår som en del av behandlingen.

Infrastruktur for klinisk forskning er i all hovedsak på behandlingsrommet under pasientbehandling, og klinisk forskning er ikke i utgangspunktet avhengig av eget forskningsrom.

8.2 Forskningsinfrastruktur

Det kan ikke forventes at det vil skje signifikant preklinisk og fysikkrelatert forskning inne i et behandlingsrom beregnet på pasienter. Dette fordi behandlingsrommene vil ha krav om stort pasientbelegg på dag/kveldstid, og at kveld/natt må settes av til kvalitetssikring og vedlikehold. Det er også etiske betenkeligheter ved å gjøre dyreforsøk i rom hvor det behandles pasienter.

8.2.1 Forskningsrom

Et forskningsrom skal innredes med horisontal stråle/ «fixed beam», ikke roterbart gantry. Det anbefales ikke at forskningsrommet på et senere tidspunkt skal kunne gjøres om til pasientbehandlingsrom. Dette betyr at forskningsrommet ikke planlegges i lik størrelse som behandlingsrommene.

Behov for støtterom vil variere ut fra hvilke forskningstema som legges til grunn og ut fra dette er det beskrevet tre forskjellige alternativer for forskning, alternativ 1 – forskning uten forskningsrom. Alternativ 2 – forskning enkel løsning og alternativ 2 – forskning full løsning.

8.2.2 Delfunksjon- enkel løsning

Her baseres det på at det kun skal forskes på fysikk og teknikk. Derimot vil ikke preklinisk forskning gjennomføres på grunn av manglende fasiliteter til dyreforsøk.

Delfunksjon- enkel løsning vil bestå av et bestrålingsrom med horisontal stråle. Støtterom vil være lager til utstyr, og kontorlandskap til forskningsansatte. Areal totalt tilsvarende ca 70 kvm.

Dato: 27.05.2016

8.2.3 Delfunksjon – Full løsning

Det er en løsning hvor det både kan forskes på fysikk og teknikk, samt preklinisk og klinisk forskning. Dette kan realiseres et enhetlig forskningsopplegg inne partikkelterapi, og det kan forventes et utstrakt tverrfaglig samarbeid mellom de ulike forskermiljøene.

Delfunksjon - full løsning vil bestå av et bestrålingsrom med horisontal stråle. Rommet må være noe større enn ved enkel løsning da det skal romme avbildningsutstyr (for eksempel Cbuc til forskningsdyr).

Støtterom vil være arealer til forskning på dyr og/eller celler, samt lager for utstyr og kontorer til ansatte. Det vil være behov for flere kontorplasser her enn ved enkel løsning.

Forskningsarealene har behov støtterom til dyreforskning så som oppstillingsplass for rotter/mus, cellelab og arbeidsrom med lafbenker samt lager for kjemikalier og gasser. Areal totalt tilsvarende ca. 200 kvm. Hvis man velger kun å gå for celleforskning og ikke dyreforskning kan arealet reduseres med ca. 20%.

Det vil være behov for nærhet til dyrestall, disse kan ligge i annet bygg. Eventuelt bruke eksisterende dyrestaller på tiliggende sykehus. Da må i så fall forskningsdyr transporteres inn og ut av sentret, dette må tas hensyn til ved planlegging av varemottak, inngang og ferdselsårer. Dyretrafikk må skilles fra pasienttrafikk.

I konseptrapporten legges til grunn at det planlegges med den mest arealkrevende varianten, altså delfunksjon- full løsning i alle alternativene for å vise at det er plass på alle tomter. Nivået på forskningen må besluttes senere.

8.2.4 Forskning på karbonioner

Ettersom det i denne omgang er protonterapi som vurderes vil det på mellomlang sikt ikke være karbonioner tilgjengelig til forskning i Norge. Hvis det ved et senere tidspunkt blir aktuelt med karbonioner i Norge, ville dette kreve at det bygges en ny akselerator med betydelig større fotavtrykk enn en protonakselerator. Et forskningsrom med fixed beam må bygges, øvrige støtterom vil være likt for karbonforskning som for protonforskning.

Dato: 27.05.2016

9 Hovedfunksjon administrasjon og undervisning

Arealer for kontorer og møteareal er lineært avhengig av antall ansatte på sentret, samt beliggenhet og nærhet til øvrig klinisk virksomhet. Filosofi rundt deling av kontorer er også avgjørende for arealet. Når det gjelder bemanning henvises det kapittel 5. I det følgende beskrives arealer for doseplanlegging for seg og øvrige kontorer for seg, da funksjonen til disse to er noe ulik.

9.1 Doseplanlegging

Planlegging av dose som skal gis til pasienten foregår i egne arealer. Disse består av rom til inntegning og rom til doseplanlegging. Planlegging av dose til protonbehandling gjøres av et tverrfaglig team bestående av fysikere, stråleterapeuter og leger. Noen ganger også av radiologer. Arbeidet gjøres i tett og dynamisk samarbeid, samtidig som deler av arbeidet er svært konsentrasjonsavhengig. Det bør ligge i et område skjermet for støy og trafikk. Mest hensiktsmessige arealer er delvis skjermede men likevel åpne arbeidsområder hvor de ulike yrkesgrupper kan sitte sammen.

Det har ikke umiddelbar nærhetsbehov til bildediagnostikk, men det kan være samme personale som arbeider på disse stedene.

Det må være faste arbeidsplasser for alle stråleterapeuter som arbeider med doseplanlegging. Hver arbeidsplass må ha plass til mye IKT utstyr. Fysikere og leger kan ha rullerende arbeidsplasser med forutsetning at de har faste arbeidsplasser i annet kontorområde. Det er behov for rom til inntegning for legene. Det er også behov for et rom med konferansemulighet for plangodkjennelse, dette kan sambrukes med andre

Areal for doseplanlegging kan ved behov plasseres annet sted, da vil det være hensiktsmessig om arealene kan samlokaliseres med doseplanlegging for konvensjonell stråleterapi i de alternativer hvor protonsenter ligger i nærheten av dette.

Hvis det skal bygges opp kompetanse i de regioner som ikke har protonbehandling, så kreves det at alle regionene har felles doseplanleggingsutstyr slik at de regioner som ikke har tilbudet også har mulighet til å lage og sammenligne doseplaner for fotoner og protoner.

9.2 Administrasjon, møte og konferanse

Alle fysikere og leger skal ha egne kontor, gjerne to og to i hvert kontor, doseplanleggere og kreftsykepleiere kan sitte i landskap. Ledere med personalansvar må ha egne kontor. Antall ledere kan variere, ved et norsk senter som beskrevet kan man typisk tenke seg en leder for stråleterapeuter og en leder for fysikere.

Når det gjelder kontorlokaler til ansatte ved forskningsenhet, så gjelder også her at ledere skal ha eget kontor. Øvrig forskningspersonale/ingeniører/stipendiater/studenter kan sitte i landskap.

Det skal tilrettelegges for møteaktiviteter. Møtelokalene skal både ivareta de som arbeider på senteret, besøk fra eksterne fagpersoner for erfaringsutveksling etc slik at det må tilrettelegges for fasiliteter til dette.

Det planlegges med møterom, undervisningsrom og auditorium. Auditorium inne på sykehuset kan benyttes, dersom dette ligger tett på senteret.

Dato: 27.05.2016

Det bør avsettes tilstrekkelige fasiliteter til videokonferanse, ikke nødvendigvis i egne rom, men bør medtas for møterom og auditorium. Dette er en svært viktig funksjon, all erfaring fra utenlandske sentra tilsier en hyppig bruk av slikt utstyr til samarbeid omkring doseplanlegging og diskusjoner omkring alle pasientcase med personell fra alle helseregionene, og også med andre land.

Dimensjonering av kontorer er basert på bemanningsplaner presentert i kapittel 5 Bemanning. Av de ansatte er det ca halvparten som ikke har behov for egen kontor plass da deres arbeidsplass er tilknyttet behandlingsrom med kontrollrom. De resterende ansatte er fordelt etter følgende arealfordeling:

Type stilling	Type kontor	Areal
Ledere med personalansvar	1-personskontor	12 kvm
Fysikere, leger, sekretærer	2 -personskontor	12 kvm
Stråleterapeuter, sykepleiere	3 -personskontor	18 kvm

Figur 18: Fordeling av kontorarealer på ulike faggrupper

Det er forutsatt at det er ca. 2 personer som deler hver plass i landskap/ tre persons kontorer.

Dimensjoneringen av kontorer tar utgangspunkt i norske arealstandarder i sykehusprosjekter, antall ansatte og fordeling på de ulike faggrupper.

Det er behov for kontorer også for utstyrsleverandører. Det endelig program for dette fastsettes først når leverandør er valgt, men foreløpig er det antatt at det skal være kontorarbeidsplasser til et team på 12-16 personer for modell 4+1 rom, for 10 personer for mindre modeller.

Øvrige personalfasiliteter som spise/pauserom kan ligge i kontorområdet, disse kan med fordel sambrukes mellom klinisk personell, administrasjon og servicepersonell.

Oversikt kontorarbeidsplasser per 2 behandlingsrom:

Kontorer til klinikk pr 2 behandlingsrom Stillingskategori	Personale- behov i alt	---- Kontorarbeidsplasser ----			Ikke kontor- behov
		Leder 1-person	Medarb. 2-person	Deleplasser 3-person	
Klinikkpersonale					
Medisinske fysikere	6	1	5		21
Stråleterapeuter/doseplan	5			5	
Stråleterapeuter	22	1			
Onkologer	5		5		
Kreftsykepleiere	5			5	
Radiolog	1		1		
Dataadministrasjon for kreftpasienter (1)					
Helsesekretær	2		2		
Finmekaniker	?				
Ingeniører	?				
Antall klinikkpersonale	46	2	13	10	21
Antall kontor plasser (2)		2	13	6	

26.04.2016

L&L AS 1458_03.1.G21MS

(1) To personer til dataadministrasjon for kreftpasienter utgår, da de ligger i tall fra forskningsgruppe

Figur 19: Kontorarbeidsplasser ved de forskjellige modeller for basisvarianter

Dato: 27.05.2016

Kontorarbeidsplasser pr 2 behandlingsrom	Antall rom	Pr rom m ² netto	Antall plasser	Modell 4+1 Antall plasser	Modell 3+1 Antall plasser	Modell 2+1 Antall plasser	Modell 1+1/1+0 Antall plasser
Fordeling av kontorarbeidsplasser							
Kontor, leder 1 arbeidsplass	2	12	2	4	3	2	1
Gruppekantor 2 arbeidsplasser	7	12	14	28	21	14	7
Gruppekantor 3 arbeidsplasser	2	18	6	12	9	6	3
I alt			22	44	33	22	11

09.05.2016

L&L AS 1458_03.1W34.MS

Figur 20: Kontorarbeidsplasser ved de forskjellige modeller for basisvarianter

10 Hovedfunksjon støtteareal, drift og service

10.1 Hotellkapasitet

Et senter vil ha behov for tilgang på sykehotell med overnattingsmulighet for pasienter og pårørende. Behandlingsforløpet er etter det som har fremkommet, relativt likt behandlingsforløp ved fotonbehandling. Pasientene som ligger på sykehotellet, bor der 5 dager hver uke og reiser oftest hjem på helgene. Dette pågår over 5/6 uker. De trenger ikke helsepersonell tilknyttet sykehoteller.

De pasientene som skal få protonbehandling er ikke «nye» stråleterapipasienter, per i dag tilbys disse konvensjonell stråling med fotoner. Det antas derfor at den andel «lokale» pasienter som i dag benytter pasienthotell vil bli det samme som for et partikkelsenter.

Antall tilreisende pasienter vil avhenge av om det bygges ett eller to sentre, og om det utbygges i Helse Sør-Øst eller Helse- Vest. Det har vært gjort en vurdering på hotellkapasitet i begge regioner, og det er tilstrekkelig kapasitet i eksisterende hotell på begge lokasjoner, det er derfor ikke nødvendig å bygge hotellfunksjon som en del av prosjektet.

For beregning av behov for antall hotellrom henvises til delrapport «**Organisering og støtterom**».

Dato: 27.05.2016

10.2 Støtteareal

Støtteareal for et protonsenters vil avhenge av størrelsen, plassering og nærhet til annen klinisk drift. Anlegget må inneholde rengjøringsrom, moppevaskeri, avfallsrom, diverse lager og rom for varer inn. Hvis dette blir et frittstående senter med noe avstand til resten av sykehuset må det tilrettelegges med mottak og inntransport av varer, samt oppbevaring og uttransport av avfall.

Det er i romprogrammet innarbeidet slik areal etter erfaring fra tilsvarende prosjekter i Sverige og Danmark, samt erfaringer fra norske sykehusprosjekter.

I programmet er det også innarbeidet arealer for garderober til ansatte, med dusj og WC basert på bemanningstabeller. Personell som arbeider med pasientbehandling planlegges å skulle skifte til hvitt arbeidstøy, teknisk personell vil kunne ha andre behov. Det bør sees på adskilte garderober for disse. Antall ansatte vil øke med økt produksjon, og det vil være hensiktsmessig å plassere garderober sammen for fremtidig fleksibel utnyttelse. Det må være areal til henting/levering av personaltøy, samt arealer tilrettelagt for de som ønsker å sykle etc til/fra jobb.

Når det gjelder ettromsløsninger forutsettes nærhet til annen klinisk drift, og en del av støtteareal vil kunne ivaretas i eksisterende bygg.

For øvrig vil alle støttearealer vurderes nærmere når plassering av protonsenters er bestemt. Det vil være muligheter for sambruk av flere funksjoner hvis senteret ligger tett inn til eksisterende sykehus. Hvis det bygges som et «stand alone» senter lengre vekk fra ordinær drift, fordrer dette mer tilrettelegging av egne støttearealer.

10.3 Drift og service

Det vil være behov for ulike areal med tanke på de tekniske støttefunksjoner, så som akselerator, strømforsyning, kjøleanlegg, ventilasjonsanlegg, datarom og verksted. Disse arealene omtales i OTP, og redegjøres ikke videre for her. Det vil være behov for noe funksjonsarealer for personell og varer knyttet til bygningsteknisk drift.

Hvis det skulle bli aktuelt med verkstedsarealer for produksjon av kompensatorer ved passiv scanning, så anses dette som en tjeneste som kan kjøpes i markedet. Eventuelt lager for slikt utstyr må ta hensyn til at de komponenter som brukes i anlegget er tunge og plassering av areal må ta hensyn til dette i forhold til å transportere varer direkte inn/ut.

Når det gjelder drift og vedlikehold av selve stråleutstyret vil det også være noe behov for funksjonsarealer til personell og utstyr. Dette er kontorplasser, pausefasiliteter, lager og verksted. Omfanget av dette varierer noe fra leverandør til leverandør og avhenger også i hvilken grad byggherren vil kreve en oppetidsgaranti og hvor streng denne skal være. Det mest sannsynlige scenario er at leverandør har, og krever å ha, eget personell til stede og at det i varierende grad fases inn lokalt (eget)personell over tid.

Dato: 27.05.2016

10.4 Parkering, adkomst og utomhus

Behovet for parkering vil variere i forhold til om det bygges et frittstående senter eller om protonebehandlingen blir lagt i direkte tilknytning til annet sykehus.

Avhengig av størrelsen på protonsentret det vil være et visst antall ansatte som har behov for parkering, se bemanningslister. Det vil også være noen pasienter og pårørende som ankommer senteret i egen bil, og har behov for parkering. Det må tilrettelegges med ordinære parkeringsplasser og noen handicap parkeringsplasser i nær tilknytning til hovedinngang. Ansatte parkering kan være et stykke unna, men allikevel så nært at det er enkelt å komme seg til/fra jobb.

Det vil også ankomme pasienter med taxi, kollektivtrafikk, Helseekspress og sjeldne tilfeller ambulanser. Ankomstområdet utenfor hovedinngang må derfor tilpasses busser og ambulanser, og det må være plasser til å sette passasjerer av /ta passasjerer opp for taxi.

Det vil være få pasienter som fraktes med ambulanse, eller på annen måte i seng/på bære, og det er ikke nødvendig med eget ambulansemottak. Det må likevel planlegges på en slik måte at sengeliggende pasienter enkelt kan transporteres inn og ut av senteret.

Dato: 27.05.2016

11 Nærhetsbehov og Logistikk

Det er viktig at det er en fornuftig sammenheng mellom de ulike funksjonsområder for å sikre god pasientflyt og gode arbeidsprosesser. I beskrivelsen er det skilt mellom nærhetskrav mellom funksjoner internt i senteret og nærhetskrav mellom senteret og eksterne avdelinger og funksjoner.

11.1 Interne nærhetsbehov

Det har vært arbeidet spesielt med hvilke arealer som må/bør plasseres i direkte nærhet til behandlingsrommene, og det har vært viktig å kartlegge nødvendig fotavtrykk for de ulike alternativene

En overordnet vurdering er at de funksjoner hvor det ferdes pasienter skal plasseres nært hverandre, og samtidig adskilt fra soner for teknisk drift og personalfunksjoner. Pasientarealer må nødvendigvis ikke plasseres på samme plan, nærhet kan ivaretas ved gode vertikale forbindelser, heis og trapp.

Forberedelsesrom til anestesi har umiddelbart nærhetsbehov til CT rom og det behandlingsrom som er tilrettelagt for barn i anestesi. Barna skal transporteres i narkose, og det bør være skjermet og kort transportvei. Oppvåkingsarealer bør også ligge i umiddelbar nærhet.

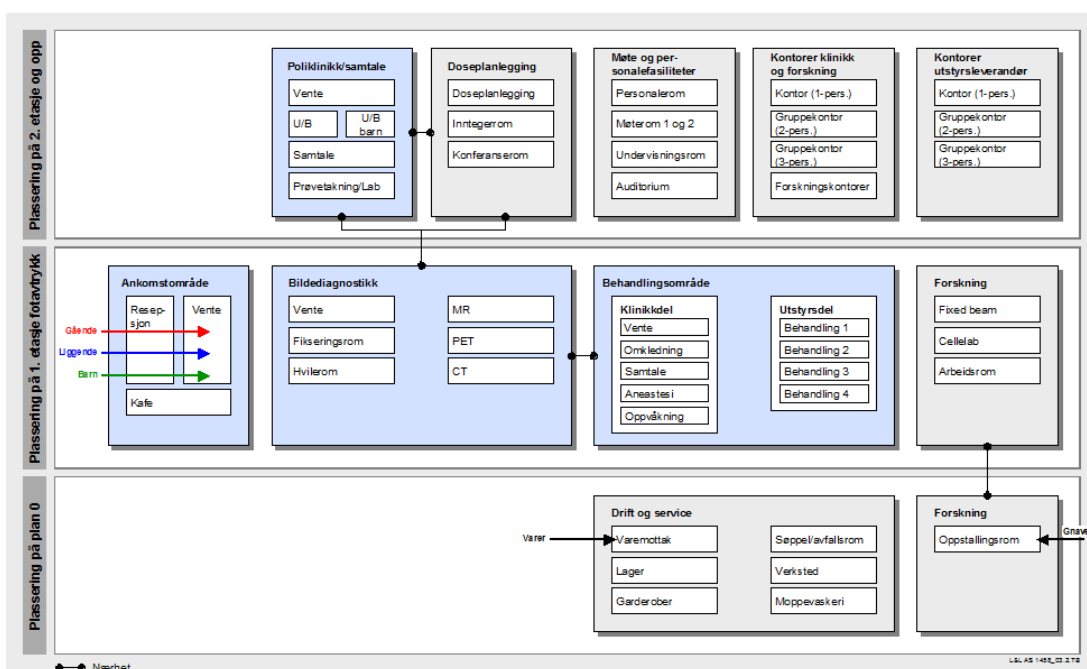
Bilediagnostikk kan plasseres på annen etasje enn behandlingsrommene, men det må være hensiktsmessig å sende pasient til CT direkte etter et behandlingsfremmøte. Bilediagnostikk kan med fordel være nært poliklinikk og areal for doseplanlegging.

I romprogrammet er det plassert ventefasiliteter med toaletter i alle funksjonsområder, avhengig av fysisk utforming og nærhet mellom funksjonsområdene kan noen av disse arealene deles.

Dato: 27.05.2016

Kontorer til utstyrsleverandør og teknikere har nærhetsbehov til behandlingsenhetene, og bør ligge sammen slik at de kan dele funksjoner som for eksempel verksted. Det kan med fordel være nærhet mellom område for behandlingsplanlegging og fysikernes kontor. Kontorer for klinikk og forskning kan også med fordel plasseres sammen, det er mye interaksjon mellom klinikk og forskning.

I figuren under er de funksjonsområder hvor det ferdes pasienter markert med blå farge.



Figur 21; interne nærhetsbehov i protonsent

Dato: 27.05.2016

11.2 Nærhetsbehov til eksterne aktører

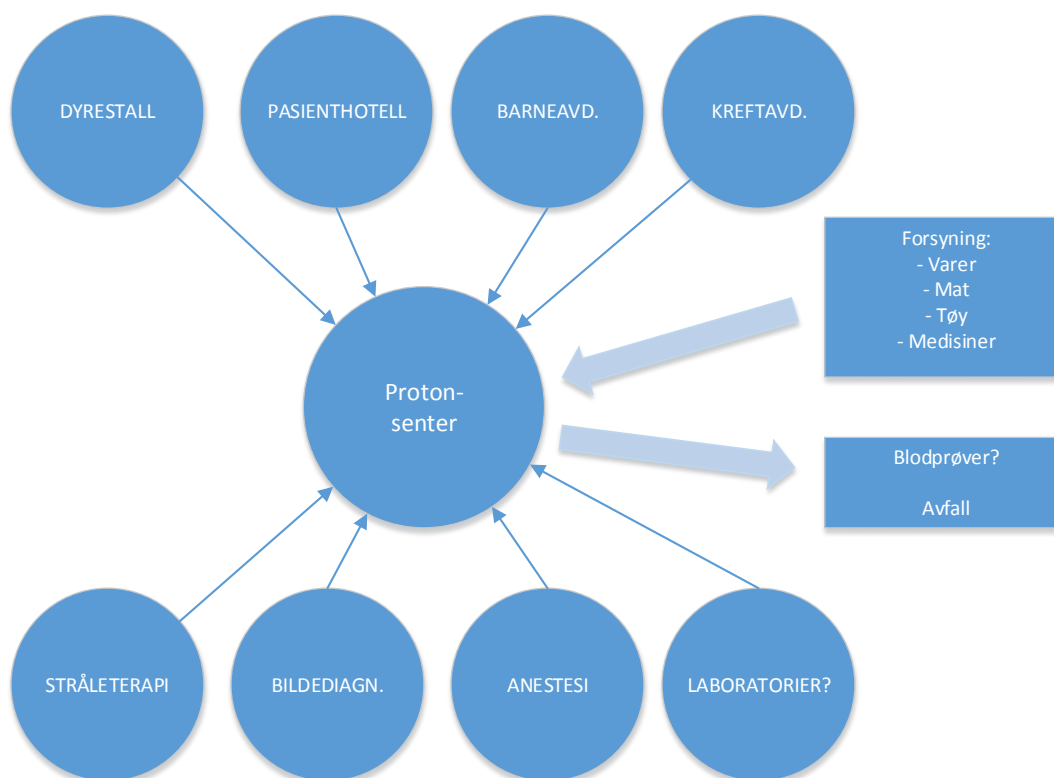
Det har vært arbeidet med grensesnitt og nærhetsbehov til sykehus og andre tjenester. I figuren nedenfor er det illustrert nærhetskrav til funksjoner utenfor senteret.

Nærhet til sykehus er vurdert til å være av vesentlig nytte. Dette gir potensiale for flerbruk av flere støttefunksjoner så som bildediagnostiske modaliteter, dyrestall, varemottak, kontorer og undervisningsrom.

I tillegg innebærer nærhet til sykehus også nærhet til fagpersonell og kompetanse. Det er en fordel med nærhet til barneavdeling og kreftavdeling i forhold til utveksle erfaringer mellom fagpersoner, samt samarbeid omkring pasientene. Nærhet til kreftavdeling vil også være en fordel for de pasienter som får kjemoterapibehandling samtidig med strålebehandling.

Det vil være stadig behov for anestesipersonell i og med at alle barn får narkose ved behandling med protoner. Tilgang på slikt personell tenkes løst med at disse har faste dager hvor de arbeider ved protonsentret. Tilgang på anestesipersonell vil også være lettere ved nærhet til annet sykehus.

Nærhet til konvensjonell stråleterapisenter vil kunne gjøre det lettere å bruke personell fleksibelt mellom behandlingsformene, samt forenkle pasientlogistikk og beredskapsplan ved eventuell nedetid på protonbehandlingen.



Figur 22; nærhetsbehov til eksterne aktører

Dato: 27.05.2016

11.3 Pasientflyt

På bakgrunn av de funksjonsområder beskrevet i kapittel 7, skisseres følgende overordnet pasientflyt for:

- ❖ Pasient til første gangs oppmøte/Behandlingsforberedelse
- ❖ Pasient til protonbehandling

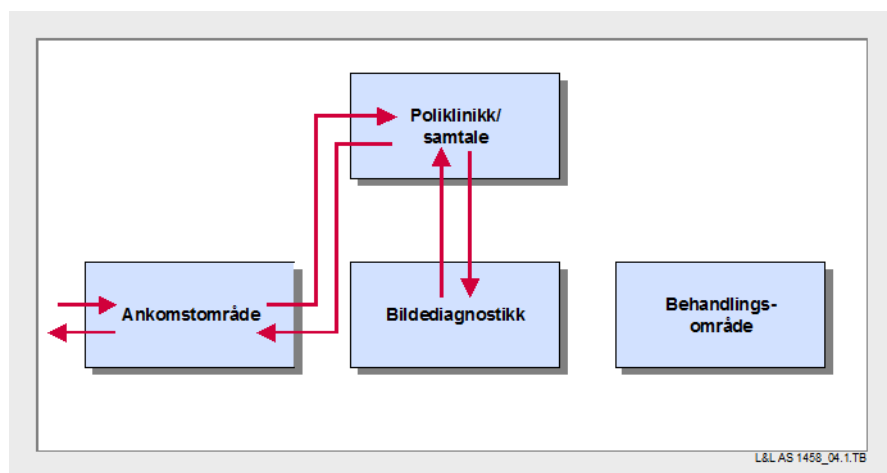
11.3.1 Pasient til behandlingsforberedelse

Forut for at pasient ankommer til første oppmøte, kommer henvisning fra henvisende sykehus. Henvisning behandles på booking kontor etter gitte retningslinjer, og pasienten får time til første oppmøte.

Første oppmøte er på poliklinikk. Her blir det gjennomført undersøkelser og det er samtaler med pasient og eventuelt pårørende. Pasienten gjennomfører nødvendige diagnostiske bildeundersøkelser, som oftest CT. Etter dette reiser pasienten hjem.

Alle opplysninger fra første oppmøte inngår i etterfølgende doseplanlegging. Dette arbeidet tar 1-2 uker avhengig av kompleksitet. Noen pasienter har en enklere plan som tar kortere tid.

Pasient får informasjon om behandlingsforløp og oppsatt tider for gjennomføring av protonbehandlingen.



Figur 23; Flytdiagram, pasient til behandlingsforberedelse

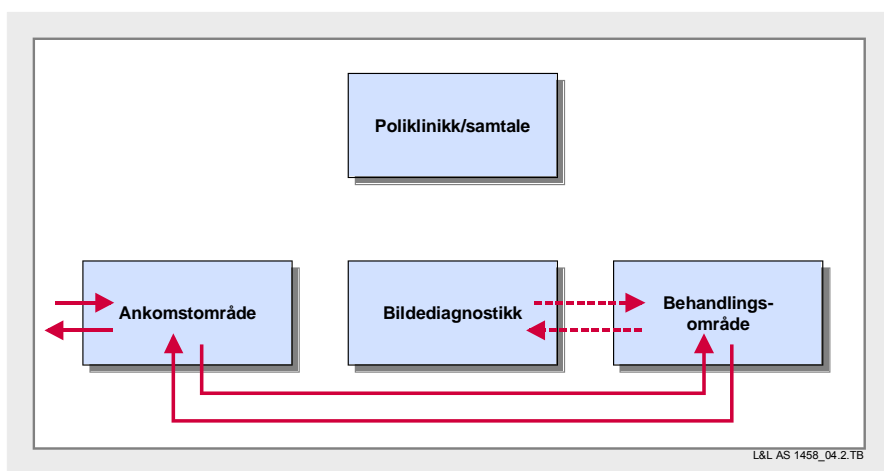
Dato: 27.05.2016

11.3.2 Pasient til protonbehandling

Neste oppmøte er første time for stråling. Pasienten vet da hvor han/hun skal møte, og til hvilken dag og tid, hver dag til behandlingen er ferdig.

Pasient kan da møte direkte i behandlingsenheten, til omkledding og stråling. Det kan være behov for samtaler før og etter bestråling.

Når pasienten er i gang med behandlingen, kan det bli behov for supplerende undersøkelser, så som eksempelvis CT. Dette er per i dag kun aktuelt i endringer i pasientens tilstand, og skjer ikke rutinemessig.



Figur 24; Flytdiagram, pasient til protonbehandling

11.4 Flyt personell, varer og avfall

11.4.1 Flyt personell

Personell skal kunne ankomme senteret og nå sine garderober på en hensiktsmessig måte. Det kan være en fordel å skille denne trafikken fra trafikk av pasienter og pårørende inn og ut av protonsentret.

Man kan tenke seg at det er behov for transport av både pasienter og fagpersoner mellom sykehus og protonsentret.

11.4.2 Flyt varer og avfall

Det vil være ulikt behov for logistikk hvis dette blir et frittstående senter for protonterapi eller om det blir direkte knyttet til eksisterende sykehus.

Ved et frittstående senter vil det være behov for mottak for varer, hvorav noen kan komme på pall eller vogn. Dette skal transporteres til de ulike rom. Avfall skal også transporteres vekk. Ved et senter direkte i forbindelse med annet sykehus kan disse funksjonene sambrukes, det må da legges til rette for transport av varer/avfall til og fra eksisterende varemottak/avfallshåndtering.

Dato: 27.05.2016

Det vil være behov for mer nøye vurdering av flyt av spesialgods, så som mat, medikamenter, sterilt gods, dyr til forskning, tunge komponenter, gasser og farlig avfall.

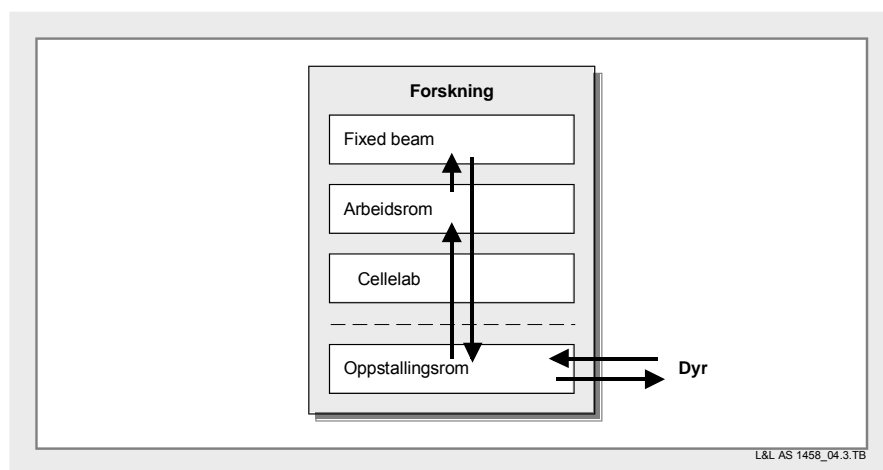
11.4.3 Flyt dyr som inngår i forskning

Dyr (mus og rotter) som inngår i forskning, ankommer oppstillingsrom fra dyrestall plassert i nærliggende sykehus. Det er egne oppstillingsrom for henholdsvis mus og rotter.

Dyr klargjøres i arbeidsrommet for dyrearbeid forut for behandling i fixed beam rom, Dyr transporteres inn i forskningsrom, og etter endt bestråling transporteres de tilbake til oppstillingsrom.

Dyrene vil som utgangspunkt oppholde seg i sentret noen dager hvis de skal inngå i flere forsøk. Etter behandling transporteres de ut av senteret til dyrestall.

Det er viktig at transport inn/ut av forsøksdyr holdes adskilt fra pasienttrafikk, både på hygienisk og etisk grunnlag.



Figur 25; Flytdiagram, forsøksdyr til forskningsrom

Dato: 27.05.2016

12 Arealer, romprogram og romlister

Den utredning som har funnet sted gjennom møter med prosjektgruppen, og via erfaringsoverføring fra stråleterapisentre i Norge og andre protonsentre i utlandet, har resultert i et funksjonsprogram og en virksomhetsbeskrivelse for et protonsentre. I dette kapitlet er det arbeidet med omgjøring fra aktivitet og kapasitet til areal. Det er utarbeidet arealberegninger og romlister for de ulike alternativene.

Funksjonsprogrammet har resultert i en teoretisk beregning av bruttoarealet for et protonsentre i samspill med overordnet teknisk program. Basert i hovedsak på arealstandarder og utnyttelsesgrad. I dette kapitlet beskrives kun funksjonsareal, ikke teknisk areal.

Det tas forbehold om at det kan forekomme mangler i romlister, og at dette må justeres noe i forprosjektfasen.

Funksjonsprogrammet omfatter programmering av netto funksjonsarealer, ikke arealer for tverrgående trafikk og teknikk, dette er utført og beskrevet i kapittel

Sammenstilling av arealer for bygg	Bygg i alt Gantry+forskn.	Bygg i alt fotavtrykk	Bygg i alt m ² netto	Bygg i alt m ² brutto
Alternativ 1: Et nasjonalt sentre				
1a 3(4)G + 1F	5	4.700	4.565	10.000
1b 4G + 1F	5	4.700	4.565	10.000
Alternativ 2: To sentre plassert i Oslo og Bergen				
2a 2(3)G + 1F/ 1(2)G+1F	7	7.100	6.810	14.950
2aa 2(3)G + 1F/ 1G +1F	6	6.500	6.170	13.500
2b 3(4)G + 1F /1(2)G +1F	8	7.800	7.525	16.500
Alternativ 3: Fire sentre plassert i Oslo, Bergen, Trondheim og Tromsø				
3a 3G+1F/2G+1F/1G/1G	9	11.200	10.590	23.550
3aa 3G+1F/1G+1F/1G/1G	8	10.600	9.950	22.100
3b 4G+1F/2G+1F/1G/1G	10	11.900	11.305	25.100
Alternativ 3: Fire sentre plassert i Oslo, Bergen, Trondheim og Tromsø (reducert HM og HN)				
3a 3G+1F/2G+1F/1G/1G	9	10.300	9.390	20.950
3aa 3G+1F/1G+1F/1G/1G	8	9.700	8.750	19.500
3b 4G+1F/2G+1F/1G/1G	10	11.000	10.105	22.500

09.05.2016

L&L A S 1458_014F41HP

Figur 26, sammenstilling av arealer for alle alternativer

Det samlede bruttoareal pr. behandlingsrom og forskningsrom stiger med antall lokasjoner. Det stiger fra ca. 2000 m² brutto pr. rom i et sentre til ca. 2500 m² brutto pr. rom ved fire sentre. Det vises et teoretisk alternativ 3, med fire sentre, og så i Helse Nord og Helse Midt. Dette er kun vist for å kunne kostnadsberegne en fremtidig regional utbygging, det vises ikke romprogram eller skisser for dette.

Dato: 27.05.2016

12.1 Arealer for protonbehandlingsdelen - basisvarianter

Basert på romprogram er det foretatt en beregning av areal på de ulike basisvarianter av et protonsentersenter. Det har vært særlig viktig å synliggjort «worst case» fotavtrykk slik at tomtenes mulighet for å romme de ulike alternativene ble avklart. Det har vært en enighet om at arealer til protonbehandlingsrommene, akselerator, strålelinje og ulike støtterom må ligge sammen på 1. etasje. Arealene under gjenspeiler areal for protonbehandlingsdelen av senteret:

Arealet for de forskjellige alternativer i grunnareal (bruttoareal i 1. etasje) er:

- Modell 4+1 er ca. 2400 m² i grunnareal (1. etasje) og høyde ca. 15 meter
- Modell 3+1 er ca. 2000 m² i grunnareal (1. etasje) og høyde ca. 15 meter
- Modell 2+1 er ca. 1600 m² i grunnareal (1. etasje) og høyde ca. 15 meter
- Modell 1+1 er ca. 1200 m² i grunnareal (1. etasje) og høyde ca. 15 meter
- Modell 1+0 er ca. 800 m² i grunnareal (1. etasje) og høyde ca. 15 meter

Dette er lagt til grunn for skisseprosjektet.

12.2 Arealer for klinikkdelen

Det er oppstillet et teoretisk program for partikkelsenter med de rom, som er knyttet til pasientbehandling og forskning.

Programmet for klinikkdelen er utarbeidet i m² netto for de forskjellige alternativer. Med en brutto/netto-faktor på 2,2 svarer bruttoarealet for klinikkdelen oppsummert til, et nasjonalt senter ca. 5100 m² brutto og to sentre i alt ca. 7000-8500 m² brutto.

Bruttoarealer for klinikkdel av bygget er fordelt på de ulike alternativene på følgende måte:

- Modell 4+1: Fire behandlingsrom + et forskningsrom er ca. 5100 m² brutto
- Modell 3+1: Tre behandlingsrom + et forskningsrom er ca. 4400 m² brutto
- Modell 2+1: To behandlingsrom + et forskningsrom er ca. 3300 m² brutto
- Modell 1+1: Et behandlingsrom + et forskningsrom er ca. 2600 m² brutto
- Modell 1+0: Et behandlingsrom, ingen forskning er ca. 2400 m² brutto

Detaljert program fremgår av vedlegg

Dato: 27.05.2016

	Et senter	To sentre					
	1a og 1b	Alternativ 2a		Alternativ 2aa		Alternativ 2b	
	Modell 4+1	Modell 3+1	Modell 2+1	Modell 3+1	Modell 1+1	Modell 4+1	Modell 2+1
	I alt m ² netto	I alt m ² netto	I alt m ² netto	I alt m ² netto	I alt m ² netto	I alt m ² netto	I alt m ² netto
Teoretisk romprogram Klinikkdel							
Ankomstområde	140	132	108	132	75	140	108
Poliklinikk/samtale	213	197	155	197	137	213	155
Bilediagnostikk	463	336	318	336	308	463	318
Behandlingsområde - utstyrsdel	0	0	0	0	0	0	0
Behandlingsområde klinikkdel	265	243	207	243	183	265	207
Doseplanlegging	146	118	104	118	62	146	104
Forskning - full løsning (med dyr)	176	176	0	176	0	176	0
Forskning - enkel løsning (uten dyr)	0	0	52	0	52	0	52
Kontorer klinikk	288	222	144	222	78	288	144
Kontorer utstyrsleverandør	96	78	36	78	24	96	36
Møte og personalfasiliteter	234	209	180	209	85	234	180
Drift og service	309	269	205	269	177	309	205
Arealbehov i alt m² netto	2.330	1.980	1.509	1.980	1.181	2.330	1.509
Brutto/netto-faktor	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
Arealbehov i alt m² brutto	5.126	4.356	3.320	4.356	2.598	5.126	3.320
Arealbehov i alt m² brutto	5.126	7.676		6.954		8.446	

09.05.2016

L&LAS 1488_12P24.HP

Figur 27 Teoretisk romprogram klinikkdel, alle varianter

Dato: 27.05.2016

12.3 Arealer for klinikkdel og protonbehandlingsdel samlet

Til bruk for skisser og kalkyler er det samlede areal oppsummert.

Grunnflate («fotavtrykk») i alt for klinikkdel og protonbehandlingsdel

- Modell 4+1 er ca. 4700 m² i grunnareal (1. etasje)
- Modell 3+1 er ca. 4000 m² i grunnareal (1. etasje)
- Modell 2+1 er ca. 3100 m² i grunnareal (1. etasje)
- Modell 1+1 er ca. 2500 m² i grunnareal (1. etasje)
- Modell 1+0 er ca. 2050 m² i grunnareal (1. etasje)

Bruttoarealer i alt for klinikkdel og protonbehandlingsdel

- Modell 4+1: Fire behandlingsrom + et forskningsrom er ca. 10000 m² brutto
- Modell 3+1: Tre behandlingsrom + et forskningsrom er ca. 8450 m² brutto
- Modell 2+1: To behandlingsrom + et forskningsrom er ca. 6500 m² brutto
- Modell 1+1: Et behandlingsrom + et forskningsrom er ca. 5050 m² brutto
- Modell 1+0: Et behandlingsrom, ingen forskning er ca. 4300 m² brutto

Basert på programarealer for modellene kan arealbehov for de enkelte alternativer sammenstilles, figuren under sammenstiller arealer for alle alternativene:

Sammenstilling av arealer for bygg	Bygg i alt Gantry+forskn.	Bygg i alt fotavtrykk	Bygg i alt m ² netto	Bygg i alt m ² brutto
Alternativ 1: Et nasjonalt senter				
1a 3(4)G + 1F	5	4.700	4.565	10.000
1b 4G + 1F	5	4.700	4.565	10.000
Alternativ 2: To sentre plassert i Oslo og Bergen				
2a 2(3)G + 1F/ 1(2)G+1F	7	7.100	6.810	14.950
2aa 2(3)G + 1F/ 1G +1F	6	6.500	6.170	13.500
2b 3(4)G + 1F /1(2)G +1F	8	7.800	7.525	16.500
Alternativ 3: Fire sentre plassert i Oslo, Bergen, Trondheim og Tromsø				

Figur 28: Sammenstilling av arealer for alle alternativene

Dato: 27.05.2016

Vedlegg 1 Romprogram for et nasjonalt senter (alternativ 1a og 1b)

		Alternativ 1a og 1b		
		Modell 4+1		
		Helse Sør-Øst eller Vest		
Theoretisk romprogram	Romspeifisering	Antal	Pr rom	I alt
Romnavn		rom	m ² netto	m ² netto
Ankomstområde				
Resepsjon	inkl. arbeidsplasser, skjermet	1	24	24
Kafe	utsalg, nær venteområder	1	15	15
Lager inkl. køl	til kafe	1	8	8
Oppvask, med stasjon for avfall	til kafe	1	8	8
Venteområde	til voksne	1	30	30
Venteområde	til barn og foreldre	1	30	30
Venteområde	liggende pasienter	1	12	12
Toalett, pasienter		4	2	8
HC toalett, pasienter		1	5	5
I alt	Ankomstområde			140
Poliklinikk/samtale				
U/B-rom, standard		5	16	80
U/B-rom, spesial	til barn	1	20	20
Samtalerom		1	16	16
Prøvetakning		1	8	8
Vente	ved poliklinikk	1	20	20
Toalett	til pasienter, ved vente	2	2	4
HC toalett, pasienter	ved vente	1	5	5
Minilab	til blodprøver	1	8	8
Skyllerom		1	10	10
Medisinrom		1	6	6
Lager	til forbruksvarer	1	12	12
Nisje	Kopi	1	2	2
Kontor/arbeidsstasjon	Tv-errfaglig til poliklinikk personal	1	16	16
Toalett, personal		3	2	6
I alt	Poliklinikk/samtale			213
Bilddiagnostikk				
CT skanner	inkl. skape til fikseringsutstyr	1	45	45
MR skanner	inkl. skape til fikseringsutstyr	1	45	45
PET skanner		1	55	55
Forrum	til MR	1	15	15
Toalett, pasienter	ved scannere	3	2	6
Omkledding		6	3	18
Betjeningsrom		3	12	36
Teknikkrom	til CT	1	7	7
Teknikkrom	til MR og PET	2	14	28
Vente	ved bilddiagnostikk	1	20	20
Toalett	til pasienter, ved vente	2	2	4
Fikseringsrom		2	25	50
Omkledding		2	3	6
Verksted		1	18	18
Lager	til pasientfiksering	1	18	18
Isotop-lab.	opptrekk og kvalitetsikring	1	10	10
Hvilerom/injeksjonsrom		4	10	40
Lager inkl. køl	til forbruksvarer	1	12	12
Skyllerom		1	10	10
Kontor/arbeidsstasjon	Tv-errfaglig til skannerpersonal	1	16	16
Toalett, personal		2	2	4
I alt	Bilddiagnostikk			463

Dato: 27.05.2016

		Modell 4+1		
Teoretisk romprogram		Helse Sør-Øst eller Vest		
Romnavn	Romsesifikasjon	Antal rom	Pr rom m ² netto	I alt m ² netto
Kontorer klinikk				
Lederkontor	1 arbeidsplass	4	12	48
Gruppekontor	2 arbeidsplasser	14	12	168
Gruppekontor, deleplasser	3 arbeidsplasser	4	18	72
I alt	Kontorer klinikk			288
Kontorer utstyrsleverandør (avklares med utstyrsleverandør)				
Lederkontor	1 arbeidsplass	3	12	36
Gruppekontor	2 arbeidsplasser	2	12	24
Gruppekontor	3 arbeidsplasser	2	18	36
I alt	Kontorer utstyrsleverandør			96
Møte og personalfasiliteter				
Møterom 1		2	15	30
Møterom 2		1	20	20
Undervisningsrom		1	40	40
Auditorium		1	100	100
Toalett, personal		4	2	8
Nisje	Kopi	3	2	6
Personalområde	inkl. te-kjøkken	1	30	30
I alt	Møte og personalfasiliteter			234
Drift og service				
Garderobe/omklødnng	for ansatte	116	1	116
Verksted	eksempelvis til IT utstyr	1	20	20
Lager	eksempelvis til IT utstyr	1	20	20
Varemottak		1	15	15
Lager	ved varemottak	1	30	30
Søppe/avfallsrom	ved varemottak	1	25	25
Kontor	til servicepersonal	1	10	10
Toalett		2	2	4
Moppevaskeri		1	15	15
Bøttekott		6	4	24
Avfallsrom		3	10	30
I alt	Drift og service			309
Arealbehov i alt m² netto				2.330
Brutto/netto-faktor				2,2
Arealbehov i alt m² brutto				5.126
Arealbehov i alt m² brutto				5.126

09.052016

L&L AS 1408_13 G138 HF

Dato: 27.05.2016

Teoretisk romprogram Romnavn		Modell 4+1		I alt
		Helse Sør-Øst eller Vest		
Romsesifikasjon		Antal rom	Pr rom m ² netto	I alt m ² netto
Behandlingsområde - utstyrsdel (inngår i program for utstyr)				
Behandlingsrom, proton	ved gantry	4	60	
Kontrollrom	ved behandlingsrom	4	24	
Forskningsrom	ved fixed beam	1	35	
I alt	Behandlingsområde - utstyrsdel			0
Behandlingsområde klinikkdel				
Omkledning		8	3	24
Forberedelsesrom, anestesi	ved et behandlingsrom	1	15	15
Oppvåkning		1	30	30
Samtalerom		3	16	48
Lager dosimetri	utstyr kvalitets- og kontrollmålinger	1	10	10
Venteområde	ved behandlingsrom	1	20	20
Toalett, pasienter	ved vente	2	2	4
HC toalett, pasienter	ved vente	1	5	5
Sengeoppstilling		1	3	3
Lager	til forbruksvarer	1	12	12
Lager	til masker og skaller	1	18	18
Delelager	til stort og tungt utstyr	1	30	30
Medisinrom		1	6	6
Gruppekontor, deleplasser	3 arbeidsplasser, utstyrsleverandør	1	18	18
Arbeidsstasjon	Tverrfaglig til behandlingspersonal	1	16	16
Toalett, personal		3	2	6
I alt	Behandlingsområde klinikkdel			265
Doseplanlegging				
Doseplanlegging	fy sikere	5	14	70
Indtegnerrrom	leger	4	14	56
Konferanserom	Telekonferanse	1	20	20
I alt	Doseplanlegging			146
Forskning - full løsning (med dyr)				
Cellelab	lafbenk, co ² -inkubatorer, mikroskop mv	1	30	30
Dyreoppstillingsrom	med IVC-rack, til hlv. mus og rotter	2	15	30
Arbeidsrom for dyrearbeid	inkl. laf-benk	1	15	15
Lager	til kjemikalie- og gasslager	1	10	10
Vaskerom		1	10	10
Lagerrom	til utstyr, plassers nær fixed beam	1	15	15
Lederkontor	1 arbeidsplass	3	12	36
Kontor, storrom	5 arbeidsplasser	1	30	30
I alt	Forskning - full løsning (med dyr)			176

Dato: 27.05.2016

Vedlegg Romprogram for to sentre

Teoretisk romprogram Romman	Romspesifikasjon	Alternativ 2a					Alternativ 2aa					Alternativ 2b				
		Modell 3+1 Helse Sør-Øst		Modell 2+1 Helse Vest		Modell 3+1 Helse Sør-Øst		Modell 1+1 Helse Vest		Modell 4+1 Helse Sør-Øst		Modell 2+1 Helse Vest				
		Anf rom	Pr rom	I alt mf netto	Anf rom	Pr rom	I alt mf netto	Anf rom	Pr rom	I alt mf netto	Anf rom	Pr rom	I alt mf netto	Anf rom	Pr rom	I alt mf netto
Ankonningsrom	inkl. arbeidsplasser, skjermut utsalg, nær venteområde	1	16	16	1	16	16	1	16	16	1	24	24	1	16	16
Resepsjon	15	1	15	15	1	15	15	1	15	15	1	15	15	1	15	15
Kafe	8	1	8	8	1	8	8	1	8	8	1	8	8	1	8	8
Lager inkl køl	8	1	8	8	1	8	8	1	8	8	1	8	8	1	8	8
Oppvask, med stasjon for avfall	30	1	30	30	1	20	20	1	20	20	1	30	30	1	20	20
Venteområde	30	1	30	30	1	20	20	1	20	20	1	30	30	1	20	20
Venteområde	12	1	12	12	1	12	12	1	12	12	1	12	12	1	12	12
Toalett, pasienter	4	1	4	4	2	2	2	1	2	2	4	4	4	2	2	2
HCToalett, pasienter	5	1	5	5	1	5	5	1	5	5	1	5	5	1	5	5
I alt	Ankonningsrom	132	108	132	108	132	75	140	108	140	108	140	108	108	108	108
Poliklinikkamtale																
U/B-rom, standard	til barn	4	16	64	2	16	32	4	16	64	1	16	64	5	16	80
U/B-rom, spesial	1	20	20	1	20	20	1	20	20	1	20	20	1	20	20	1
Samtalerom	16	1	16	16	1	16	16	1	16	16	1	16	16	1	16	16
Prøvetaking	8	1	8	8	1	8	8	1	8	8	1	8	8	1	8	8
Vente	20	2	20	20	1	12	12	1	12	12	1	20	20	1	12	12
Toalett	4	2	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
HCToalett, pasienter	5	1	5	5	1	5	5	1	5	5	1	5	5	1	5	5
Ved vente	8	1	8	8	1	8	8	1	8	8	1	8	8	1	8	8
til blodprøver	10	1	10	10	1	10	10	1	10	10	1	10	10	1	10	10
Skyllerom	6	1	6	6	1	6	6	1	6	6	1	6	6	1	6	6
Medsinrom	12	1	12	12	1	12	12	1	12	12	1	12	12	1	12	12
Lager	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2
Nisje	16	1	16	16	1	16	16	1	16	16	1	16	16	1	16	16
Kontor/arbeidsstasjon	6	2	6	6	2	2	2	2	2	2	3	6	6	2	2	2
Toalett, personal	197	155	197	137	213	155	213	140	155	213	155	213	155	155	155	155
I alt	Poliklinikkamtale	197	155	197	137	213	137	213	155	213	155	213	155	155	155	155
Bildebeleggsrom																
CT skanner	inkl. skape/tilførselsutstyr	1	45	45	1	45	45	1	45	45	1	45	45	1	45	45
MR skanner	inkl. skape/tilførselsutstyr	1	45	45	1	45	45	1	45	45	1	45	45	1	45	45
PET skanner	1	15	15	1	15	15	1	15	15	1	15	15	1	15	15	1
Forum	ved scannere	2	2	4	2	2	4	2	2	4	3	2	6	2	2	4
Toalett, pasienter	12	4	12	12	4	12	12	4	12	12	3	3	6	2	3	3
Omkledding	24	2	24	24	2	24	24	2	24	24	3	36	36	2	12	12
Belgeningsrom	7	1	7	7	1	7	7	1	7	7	1	7	7	1	7	7
Teknikkrom	14	1	14	14	1	14	14	1	14	14	2	14	28	1	14	14
Vente	ved bildebeleggsrom	1	20	20	1	12	12	1	12	12	1	20	20	1	12	12
Toalett	ved vente	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4
Fiskeingsrom	25	1	25	25	1	25	25	1	25	25	2	25	50	1	25	25
Omkledding	3	1	3	3	1	3	3	1	3	3	2	3	6	1	3	3
Verksted	18	1	18	18	1	18	18	1	18	18	1	18	18	1	18	18
Lager	18	1	18	18	1	18	18	1	18	18	1	18	18	1	18	18
Isotop-lab.	opprett og kvalitetsstyring	1	10	10	1	10	10	1	10	10	1	10	10	1	10	10
Hvileområde	30	2	30	30	2	30	30	2	30	30	4	40	40	2	30	30
Lager inkl køl	12	1	12	12	1	12	12	1	12	12	1	12	12	1	12	12
Skyllerom	10	1	10	10	1	10	10	1	10	10	1	10	10	1	10	10
Kontor/arbeidsstasjon	Tverrfaglig til skannerpersonal	1	16	16	1	16	16	1	16	16	1	16	16	1	16	16
Toalett, personal	2	2	4	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4
I alt	Bildebeleggsrom	336	318	336	308	433	318	433	318	433	318	433	318	318	318	318

Dato: 27.05.2016

		Alternativ 2a				Alternativ 2a				Alternativ 2b			
		Modell 3+1		Modell 2+1		Modell 3+1		Modell 1+1		Modell 4+1		Modell 2+1	
		Antal rom	Pr rom netto	Antal rom	Pr rom netto	Antal rom	Pr rom netto	Antal rom	Pr rom netto	Antal rom	Pr rom netto	Antal rom	Pr rom netto
Terapeutisk romprogram		Romspekifikkasjon											
Romnavn													
Behandlingsområde - utstyr/sdel (inngått program for utstyr)													
Behandlingsrom pr/don		3	60	2	60	3	60	1	60	4	60	2	60
Kontrollrom		3	24	2	24	3	24	1	24	4	24	2	24
Førskjningsrom		1	35	1	30	1	30	1	30	1	35	1	30
I alt		0		0		0		0		0		0	
Behandlingsområde klinikkdel													
Ornlending		6	3	4	3	6	3	2	3	8	3	4	3
Førberedelse/rom anestesel		1	15	1	15	1	15	1	15	1	15	1	15
Oppvåkning		1	30	1	20	1	30	1	20	1	30	1	20
Samtale/rom		2	16	2	16	2	16	1	16	3	16	2	16
Lager dosimetri		1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10
Venteområde		1	20	1	12	1	20	1	12	1	20	1	12
Toalett pasienter		2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2
HC toalett pasienter		1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5
Sengeoppstilling		1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
Lager		1	12	1	12	1	12	1	12	1	12	1	12
Lager		1	18	1	18	1	18	1	18	1	18	1	18
Lager		1	12	1	12	1	12	1	12	1	12	1	12
Delager		1	30	1	20	1	30	1	20	1	30	1	20
Medis/rom		1	6	1	6	1	6	1	6	1	6	1	6
Gruppekontor, delklasser		1	18	1	18	1	18	1	18	1	18	1	18
Arbeidsstasjon		1	16	1	16	1	16	1	16	1	16	1	16
Toalett, per sosial		3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2
I alt		243		207		243		183		285		207	
Doseplanlegging													
Doseplanlegging		4	14	3	14	4	14	2	14	5	14	3	14
Indtegningsrom		3	14	3	14	3	14	1	14	4	14	3	14
Kontrollrom		1	20	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20
I alt		118		104		118		62		146		104	
Forskning - full løsning (med dyr)													
Cellab		1	30	1	30	1	30	1	30	1	30	1	30
Dyr/eoppsamlingsrom		2	15	3	30	2	15	3	30	2	15	3	30
Arbeidsrom for dyr/reid		1	15	1	15	1	15	1	15	1	15	1	15
Lager		1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10
Vaskerom		1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10
Lagerrom		1	15	1	15	1	15	1	15	1	15	1	15
Lederkontor		3	12	3	36	3	12	3	36	3	12	3	36
Kontor, storrom		1	30	1	30	1	30	1	30	1	30	1	30
I alt		176		176		176		176		176		176	
Forskning - enkel løsning (uten dyr)													
Lagerrom		1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10
Lederkontor		1	12	1	12	1	12	1	12	1	12	1	12
Kontor, storrom		1	30	1	30	1	30	1	30	1	30	1	30
I alt		52		52		52		52		52		52	

KONSEPTFASE – ETABLERING AV PROTONBEHANDLING

UTREDNINGER

Overordnet teknisk program



Konseptfase Protonsenter

Overordnet Teknisk program

DOKUMENTNUMMER: 00-000000000-00-00-00

Prosjekt	Hovedfunksjon	Disiplin	Prosess	Dokumenttype	Løpenr.	Revisjon	Side

UTARBEIDET AV

DOKUMENTSTATUS

18.03.16		Arbeidsdokument			
13.05.16		Arbeidsdokument			
27.05.16		Arbeidsdokument			
13.06.16		Godkjent av styringsgruppen			

BEHANDLINGSPROSEDYRE

Oversendt for behandling	Forventet dato for behandling	Instans	Dato for behandling

INNHold

1 SAMMENDRAG	3
2 BAKGRUNN	3
2.1 Målsetning	3
2.2 Prosess og medvirkning	3
2.3 Formål og målgrupper for overordnet teknisk program (OTP)	3
3 TVERRGÅENDE FØRINGER	4
3.1 Offentlige bestemmelser	4
3.2 Teknisk infrastruktur	4
3.3 Utvidelse/påbygging/ombygging	4
3.4 Standardisering – industrialisering	4
3.5 ROS analyser og LCC analyser	4
3.6 Miljø- og klimatiltak	5
3.7 BIM	5
3.8 FDVU	6
3.9 Logistikk, personflyt og vareflyt	6
3.10 Spesialfunksjoner	6
3.11 Sikkerhet og tilgjengelighet	6
3.12 Brannstrategi	6
3.13 Teknisk forsyning og forsyningssikkerhet	7
3.14 Reservekapasitet	7
3.15 Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA/HMS)	7
3.16 Tilpasning til eksisterende anlegg	7
4 FAGOMRÅDENE ETTER BYGNINGSTABELLEN	7
4.1 Innledning	8
4.2 Bygning	8
4.2.1 Materialvalg	8
4.2.2 Bygningsmessige løsninger	8
4.2.3 Arkitektur	9
4.3 VVS	9
4.3.1 Sanitær	9
4.3.2 Varmeanlegg	9
4.3.3 Brannslukning	10
4.3.4 Gass/trykkluft	10
4.3.5 Kulde	10
4.3.6 Luftbehandling	10
4.3.7 Luftkjøling	11
4.3.8 Inneklima	11
4.3.9 Energiforsyning	11
4.4 Elkraft	12
4.4.1 Basisinstallasjoner for elkraft	12
4.4.2 Høyspent forsyning	12
4.4.3 Lavspent forsyning	12

Konseptfase Protonsenter

Overordnet Teknisk program

Dato: 27.05.2016

Side 2 av 18

4.4.4 Forsyning til Protonanlegg	12
4.4.5 Lys	12
4.4.6 Ledesystem	13
4.4.7 Elvarme	13
4.4.8 Nødstrøm	13
4.5 Tele og automatisering inkl. IKT	13
4.5.1 Basisinstallasjoner	13
4.5.2 Integrert kommunikasjon	13
4.5.3 Telefoni og personsøking	14
4.5.4 Alarm og signal	15
4.5.5 Lyd og bilde	15
4.5.6 Automatisering (SD-anlegg)	15
5 TRANSPORTLØSNINGER	15
5.1 Heis	15
5.2 Løfteutstyr	16
5.3 Rørpost	16
5.4 Sentralstøvsugeranlegg	15
5.5 Avfallshåndtering	16
5.6 AGV	16
6 UTENDØRS	16
6.1 Parkering	16
6.2 Utendørs VVS	16
6.3 Utendørs El-anlegg	17
6.4 Utendørs tele og automatisering	17
6.5 Veg og plasser	17
6.6 Park og hage	17
6.7 Utendørs infrastruktur	17
7 HENVISNING TIL DOKUMENTER	
7.1 IBA	17
7.2 Hitachi	17
7.3 Mevion	17
7.4 Mitsubishi	17
7.5 Provision	18
7.6 Sumitomo	18
7.7 Varian	18

1 SAMMENDRAG

Overordnet Teknisk Program (OTP) er et styrende dokument som gir føringer for hvordan prosjektet skal utredes, analyseres og prosjekteres. Programmet som beskriver ambisjonsnivået for bygningstekniske og installasjonstekniske systemer og løsninger skal bidra til god investeringsøkonomi, god driftsøkonomi samt sørge for et sikkert og godt miljø for pasienter, pårørende og ansatte. Programmet skal i tillegg sørge for at vedtatte miljøkrav nedfelt i Grønt Sykehusbygg – prosjektrapport II blir realisert. Bygningen skal blant annet tilfredsstillende kravene til passivhus (NS3701). I tillegg skal bygget oppnå energikarakter A og grønt oppvarmingsmerke i henhold til energimerkeordningen.

I Overordnet Teknisk Program stilles det en rekke funksjonskrav til bygning og tekniske anlegg. Kravene skal sørge for at en oppnår riktig kvalitet, sikkerhet og kapasitet. I stråledelen av bygget stilles det særskilte krav til bygningskonstruksjonen for å ivareta skjerming og sikkerhet.

Andre områder som er vektlagt omfatter blant annet:

- Arkitektur
- Konstruksjonsmessige løsninger
- Materialvalg og konstruksjoner som ivaretar krav til hygiene, miljøskadelige stoffer - klimagassutslipp og strålingsproblematikk relatert til behandlingsutstyr
- Lyd og vibrasjoner
- VVS-tekniske installasjoner, herunder sanitæranlegg, varmeanlegg, klimaanlegg, - slukkesystemer, kjøleanlegg, gass/trykkluftanlegg og energiforsyning
- Elektroniske installasjoner inkludert strømforsyning, reservekraft og UPS, belysning, brannalarmanlegg, adgangskontrollanlegg, pasientsignalanlegg og bruk av lyd og bilde m.m.
- Tele, automatisering og IKT
- Transportløsninger (Heis, løfteutstyr, avfallshåndtering, AGV)
- Utendørsanlegg (veier, parkering beplantning, ledningsnett og installasjoner for spillvann/avløp, ladestasjoner og utendørsbelysning,

2 BAKGRUNN

Sykehusbygg HF er av de regionale helseforetakene bedt om å gjennomføre konseptrapport for etablering av protonbehandling i Norge. Oppdraget skal være ferdigstilt innen 01.08.2016.

2.1 Målsetning

I konseptfasen utredes behandlingsanlegg i Helse Sør-Øst og Helse Vest. Det skal i konseptfasen også vurderes utvikling av behandlingstilbudet i de andre helseregionene.

2.2 Prosess og medvirkning

Overordnet teknisk program (OTP) er utviklet av fagansvarlige i Sykehusbygg HF. Programmet er kvalitetssikret av representanter for Helse Vest, Helse Sør-Øst, og rådgivergruppen HR-NOR.

2.3 Formål og målgrupper for overordnet teknisk program (OTP)

Veileder for tidligfaseplanlegging i sykehusprosjekter (Helsedirektoratet 2011) gir følgende

føringer for overordnet teknisk program:

OTP skal vise krav til teknisk infrastruktur, og skal bl.a. dokumentere konsekvenser av overordnede krav til energieffektivitet, miljøbelastning, sikkerhet, transportløsninger og tekniske systemer. OTP skal også vise forventede kostnader til forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling av bygget (FDVU-kostnader). Det bør utarbeides romprogram for viktige tekniske rom. De overordnede retningslinjene vil være like for alle alternativene, men alternative løsninger med ulikt funksjonelt innhold kan ha ulike krav til tekniske løsninger.

Den overordnede målet med OTP er å klargjøre tekniske krav slik at et godt grunnlag for valg av tekniske løsninger og teknisk infrastruktur utvikles. De overordnede kravene er retningsgivende for den videre programmering og prosjektering.

Av tidligfaseveilederen fremgår det at OTP skal vise forventede kostnader til forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling av bygget. I praksis er det ikke mulig å detaljere/estimere FDVU-kostnader på dette stadiet av planlegging. Det har derfor vært vanlig å skyve vurdering av FDVU kostnader til senere i planprosessen da det gjennomføres både LCC beregning og Bærekraftanalyse i konseptfasen.

3 TVERRGÅENDE FØRINGER

3.1 Offentlige bestemmelser

En rekke lover, forskrifter og retningslinjer er aktuelle ved planlegging og drift av et nytt sykehus. Det påhviler de prosjekterende å holde seg orientert og oppdatert i alle gjeldende lover, forskrifter, veiledninger, rundskriv og standarder som er relatert til bygning, tekniske installasjoner, infrastruktur, miljø og virksomhet. Likeså påhviler det de prosjekterende å sette seg inn i reguleringsplaner, planbestemmelser og kommunale bestemmelser for det aktuelle området.

3.2 Teknisk infrastruktur

Støttearealene i Protonsenteret kan i fremtiden være gjenstand for bruksendring/ombygging. Teknisk infrastruktur må arrangeres slikt at dette er mulig uten fordyrende ombygging.

3.3 Utvidelse/påbygging/ombygging

Bygningsmessige forhold knyttet til påbygging belyses etter at det er tatt en beslutning på antall rom og fremtidige utvidelser. Maksimal byggehøyde vil være bestemt av gjeldende reguleringsplan for området. Øvrige forhold knyttet til fleksibilitet er belyst kapittel 4.

3.4 Standardisering – industrialisering

For å holde investeringskostnaden på et akseptabelt nivå må det legges stor vekt på standardisering av både bygningsmessige og tekniske løsninger. Det skal vurderes om det er mulig å oppføre deler av senteret med høy grad av prefabrikkering og industriell produksjon. Det skal legges til rette for at byggeprosessen kan benytte standardiserte byggemetoder i størst mulig grad.

3.5 ROS analyser og LCC analyser

Risiko- og sårbarhetsanalyser (ROS) skal benyttes til vurdering av risikobilde for alle kritiske system. ROS analysene skal omfatte :

- Forsyningssikkerhet i tekniske system (el, vann, varme, prosesskjøling)
- IKT – sikkerhet
- Skallsikring og adgangskontroll
- Brann, rømning, evakuering
- Brannvarsling, slukkeanlegg, evakueringsanlegg
- Overvåkning
- Personssikkerhet i forhold til parallell bygging og drift

Livsløpberegninger (LCC) skal benyttes for å vurdere kost/nytteverdi av alle relevante system.

Risiko- og sårbarhetsanalyser skal utføres i HelseCIM, UXRISK eller lignende verktøy og gjøres tilgjengelig for sykehuset i ettertid.

3.6 Miljø- og klimatiltak.

Spesialhelsetjenesten har vedtatt et omfattende miljøprogram.

Det skal utarbeides klimaregnskap for alle nye prosjekter. Dette skal foreligge før en prosjektbeslutning (dvs. i konseptfasen og forprosjektfasen). Beregning av livssyklus-kostnader (LCC) skal utarbeide parallelt.

Det skal utarbeides miljøplan i alle nye prosjekt og utpekes miljøansvarlig som har ansvaret for at miljøambisjoner og miljøkrav blir ivaretatt ved valg i alle faser av prosjektet.

Det settes krav om miljødeklarasjon (EPD) ved materialvalg i alle prosjekt, samt forbud mot bruk av stoffer fra prioritetslisten og kandidatlisten. Dette skal tydeliggjøres i alle planfaser.

Alle nye byggeprosjekt skal etableres med passivhusnivå, få energikarakter A og grønt oppvarmingsmerke. Ved totalrehabilitering skal det min. tilfredsstillende energimerke B (passivhusnivå fra 2015). Prosessdelen av senteret ansees å ligge utenfor passivhuskonseptet og må håndteres spesielt.

Alle rehabiliterings- og riveprosjekt skal miljøkartlegges før oppstart.

Min. 80 % (i vekt) av alt byggavfall skal kildesorteres for gjenbruk/gjenvinning.

Ved riveprosjekter skal min. 95 % av alt avfall kunne gjenbrukes/gjenvinnes.

Det må gjøres en egen betraktning om utslipp og fordrøyning av overvann pga. offentlig infrastruktur og krav til begrensnig av mengder

Miljøklassifiseringsverktøyet BREEAM vurderes som utgangspunkt for etablering av miljøstrategi.

3.7 BIM

BIM skal brukes aktivt i prosjekteringsarbeidet for å oppnå bedre oppgaveforståelse, prosjektering, koordinering, kommunikasjon, kvalitetssikring og kontroll.

BIM skal benyttes til å etablere basis for overlevering av FDVU-data til driftsorganisasjonen. I tillegg skal BIM benyttes for avklaring av løsningsalternativ der det er relevant.

Ved avslutning av alle faser skal det leveres en komplett BIM-modell.

Alle parter i byggeprosessen skal benytte BIM-programvare som er sertifisert for siste versjon av IFC.

Det skal etableres en BIM manual for prosjektet som stiller spesifikke krav til utførelse.

3.8 FDVU

Kostnadsanalyser (LCC) skal være en del av beslutningsunderlaget.

Protonsenteret skal prosjekteres ved hjelp av BIM og FDVU skal implementeres i BIM.

Senterets driftsorganisasjon må utvikles og skoles slik at den har kompetanse til å drifte de tekniske systemene som blir valgt. Planleggingen må ta høyde for at deler av den ikke-medisinske virksomheten, dvs de bygningsrelaterte systemene skal kunne driftes av innleid personell/firma.

3.9 Logistikk, personflyt og vareflyt

Logistikk, personflyt og vareflyt planlegges slik at de fremmer mål om kostnadseffektive driftsformer både for de ikke-medisinske tjenester, og de overordnede mål for pasientbehandling.

3.10 Spesialfunksjoner

Protonsenteret skal inneholde funksjoner/utstyr som må planlegges ut fra spesielle behov, regler og forskrifter. Her nevnes:

- Leverandøravhengig utstyr for levering av partikkelstråle.
- Medisinsk- teknisk utstyr.
- Syklotron og beam-line
- Gantry og røntgenutrustning
- Doseplanlegging og diagnoseutstyr

3.11 Sikkerhet og tilgjengelighet

Det skal utarbeides en sikkerhetsfilosofi som ivaretar åpenhet samt sikkerhet for mennesker og verdier. Sikkerhetsfilosofien skal omfatte fysiske sikringstiltak som glass, låser og dører. Elektronisk skallsikring, adgangskontroll, innbrudd og video-overvåkning skal tilknyttes og styres fra overordnet nivå. Tilstrekkelig godkjenning og samarbeid med Statens Strålevern må sikres fra starten av, både vedrørende skjerming og utslipp. Integrasjon i forhold til eksisterende system skal utredes.

3.12 Brannstrategi

Det skal utarbeides en egen brannstrategi for senteret. Denne må tilpasses sykehusets eksisterende brannvernstrategi og skal legges til grunn for den videre planleggingen. Ved valg av slukkesystem skal verdisikring av sentrale produksjonskomponenter ivaretas.

3.13 Teknisk forsyning og forsyningsikkerhet

Den tekniske forsyningen skal for alle fag planlegges for å ivareta senterets samlede behov fram i et 30 års perspektiv.

Følgende forhold skal som minimum ivaretas i den videre planleggingen:

- Teknisk forsyning skal ivareta senterets overordnede miljømål og de miljømål som settes i miljøoppfølgingsprogrammet.
- Alternative energikilder skal belyses og valg skal dokumenteres med ROS-analyser og kost-nyttevurderinger.
- Sikkerheten i kritiske systemer skal optimaliseres ut fra risiko- og sårbarhetsanalyser og kost- nytte vurderinger.
- Det skal etableres forbruksregistrering med separate målinger for alle relevante tekniske systemer. Kostnader i forbindelse med dette må sees opp mot kost/nytteverdien. En overordnet strategi for forbruksregistrering må avklare omfanget.
- Interaksjon med eksisterende bygningsmasse og planlagt ny bygningsmasse må avklares tidlig i neste fase

3.14 Reservekapasitet

Det skal vurderes om det må legges inn reserver for forventet utvikling/endring i utstyrspark og aktivitet (elektro, VVS, bygningsmessige føringsveier)

3.15 Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA/HMS)

Det skal planlegges slik at en unngår ulykker og farlige arbeidsoperasjoner under bygging. Sannsynligheten for problemer i det ferdige bygg skal reduseres til et minimum.

3.16 Tilpasning til eksisterende anlegg

Dersom anlegget blir en utvidelse av eksisterende bygningsmasse skal det belyses om deler av eksisterende teknisk infrastruktur kan utnyttes. Det skal også utredes hvordan eksisterende og nye system kan samspille.

4 FAGOMRÅDENE ETTER BYGNINGSTABELLEN

4.1 Innledning

Det skal velges bygningsmessige og tekniske anlegg og systemer som legger til rette for nøkterne, kostnadseffektive, robuste og miljøriktige varige løsninger. Der det er relevant skal man velge og dokumentere løsninger som er kostnadseffektive både ved investerings-tidspunktet og gjennom byggets levetid.

Det skal for bygningsmessige og tekniske fag velges løsninger som legger til rette for gjentakelse og effektive byggemetoder gjennom standardisering og industrialisering (prefabrikasjon) av byggeprosessen.

Optimalisering av universell utforming skal sikres gjennom brukermedvirkning.

Bruk av skjulte (innbygde) tekniske installasjoner og føringer skal begrenses/unngås. Ikke bærende innvendige vegger bør ikke ha tekniske skjultanlegg av hensyn til fleksibilitet

(gjelder ikke bad og toalettgjerner).

Arealer i de lettere kliniske områdene, skal ha tekniske installasjoner med god fleksibilitet for enklere tilpasning av fremtidige behov.

Arealet i tekniske rom må være stort nok til å tilfredsstillere et effektivt vedlikehold og seinere oppgradering.

4.2 Bygning

4.2.1 Materialvalg

Materialer på overflater og utførelse/detaljering må velges slik at krav til hygiene, rengjøringsvennlighet og robusthet i det ferdige bygg er godt ivaretatt. Bygg i spesialisthelsetjenesten skal ha materialer med lavest mulig klimagassutslipp og med minst mulig innhold av helse- og miljøskadelige stoffer. Klimabelastningen fra nybygg skal dokumenteres gjennom bruk av EPD'er og klimagassregnskap.

4.2.2 Bygningsmessige løsninger

Det skal velges bygningsmessige løsninger og utførelsesmetoder som støtter opp under krav til «rent-tørt bygg» under byggeperioden. Det skal vurderes bruk av WPS (weather protection system) for å redusere fuktproblemer i hele bygget eller deler av det i bygge-fasen. Dette gjelder både for å redusere sannsynligheten for at støv bygges inn i vegger eller over himlinger og for å redusere sannsynligheten for å bygge fukt inn i konstruksjoner før bygget er lukket.

Klimaskjermen skal tilfredsstillere kravene til Passivhus (NS3701)

Det skal planlegges for inn- og uttransport av tungt utstyr som Gantry og Syklotron. Dette vil være tunge leverandøravhengige konstruksjoner som setter store krav til adkomstveier og kraner. Utstyr kan kreve strengere bygningsmessige toleransekrav enn det som er normalt. Dette skal avklares med leverandør.

Det skal planlegges for strålingsskjerm rundt syklotron, strålelinjer og behandlingsrom. Beregninger av dette gjøres av kvalifisert fysiker i samarbeid med leverandør og relevant myndighet. Det skal i strålingsøymed søkes å optimalisere bruk av materialer. Avhending og miljøsnering av forurenset materiale skal inngå i denne vurderingen.

Det skal vurderes å utnytte varmelagring i betong og varmeutveksling mot grunnen i forbindelse med kjøleanlegget.

Behov for reservekapasitet i fundamenter, bæresystem og vertikale sjakter for eventuell senere påbygning av etasjer/utvidelser skal vurderes.

Solavskjerming på solutsatte fasader skal være utvendig.

Våtrom utføres i henhold til «Våtromsnormen»

Akustisk miljø skal tilfredsstillere lydklasse C i NS8175 «Lydforhold i bygninger». Kravet gjelder samlet støy fra alle faste installasjoner. Rom med spesielle krav utredes særskilt.

Særlig støyende utstyr (nødstrømsaggregat, kjølekompressorer) skal plasser perifert i forhold til den daglige virksomheten.

4.2.3 Arkitektur og kunst

Bygningsstruktur, rom og overflater skal utformes med hensyn til sin primære funksjon som er behandling av mennesker i en sårbar livssituasjon. Samtidig med at det stilles krav til robusthet og funksjonalitet, må bygningene tilby gode oppholds kvaliteter for pasienter, pårørende og ansatte. Utforming av fysiske omgivelser som støtter pasientens behov, helse og tilfriskning, betyr blant annet:

- tilgang på dagslys og utsikt til natur/planter
- vern av privatliv og kontroll med lys, lukt, visuelle inntrykk og temperatur
- utforming som fremmer nærhet og kontakt til personale
- minst mulig stressende omgivelser, vekt på ro og normalitet, alle områder som ikke har spesielle krav må utformes så «normalt» som mulig
- akustikk og lyddemping må gis høy prioritet i alle områder med arbeid og pasientbehandling
- tilgang på grønne uterom for pasienter og ansatte
- materialer, farger og overflater som har tilstrekkelig variasjon og som oppleves nære og sanselige
- kunst som kan tilføre variasjon, distraksjon og overskudd i de ulike områdene i sykehuset
- universell utforming og intuitiv orientering

4.3 VVS

ROS-analyse og LCC-betraktninger skal legges til grunn for systemvalg og produkter der dette er relevant. Det skal vurderes reell risiko i henhold til virksomheten og som tar hensyn til manuelle rutiner for den medisinske virksomheten

Alle system skal tilknyttes SD-anlegget

4.3.1 Sanitær

Det skal etableres sikker vanntilførsel. Systemet skal utformes slik at det ikke er risiko for oppblomstring av legionella.

Det skal planlegges slik at stoffer eller væsker som karakteriseres som farlig avfall, ikke skal tømmes i avløpssystemet, men oppsamles lokalt og leveres til avtalt mottakssted.

Det må påregnes skjerpede krav og eventuell utslippskonsesjon for avløp fra senteret.

Spillvann skal tilkoples det kommunale nettet. Eventuelle spesielle kommunale krav må ivaretas.

4.3.2 Varmeanlegg

Varmeanlegget dekker romoppvarming, varmt tappevann samt oppvarming av ventilasjonsluft. Varmeanlegget skal etableres som lavtemperaturanlegg slik at lavtemperatur-energikilder kan benyttes.

Varmeanlegget skal utføres som 2-strengsanlegg og være mengderegulert

4.3.3 Brannslukning

Det skal i egnede arealer installeres heldekkende slokkeanlegg iht byggenes risikoklasse. Type slokkeanlegg må tilpasses den enkelte virksomhet.

Sprinkleranlegg skal sikres med separat vannforsyning. I produksjonsarealer, serverrom, kommunikasjonsrom og rom med dyrt utstyr som kan skades av slukkemiddelet skal det vurderes alternative slokkesystem (for eksempel gassanlegg).

4.3.4 Gass/trykkluft

Sentral versus lokal gassforsyning skal vurderes ut fra behov. Lokale sentraler må anlegges slik at inn- og uttransport av gassflasker kan foregå på en enkel måte.

Gass- og trykkluftanleggene skal som minimum bygge på NS-EN ISO 7396 «Sentralgassanlegg for medisinske gasser» del 1 og 2 og SIS handbok 370

Medisinsk trykkluft og teknisk trykkluft vurderes i forhold til behov.

4.3.5 Kulde

Kjøleanleggene skal dekke komfortkjøling og prosesskjøling. Det skal benyttes energieffektive og klimavennlige løsninger. Sikkerhet i kjøleanlegget skal vurderes ved hjelp av ROS-analyse.

Protonanlegget har et betydelig kjølebehov (~1 MW) både i form av direkte kjølebehov og behov for romkjøling. Kjølebehov og temperaturnivå må avklares med leverandør.

Det skal vurderes om varmeoverskudd kan flyttes til områder med varmebehov. Overskuddsvarme som ikke kan utnyttes skal primært fjernes med frikjøling (varmeveksling mot luft, grunn, vann).

Temperaturnivå på kjølekretser vurderes opp mot kjølebehov og tilgjengelig temperaturnivå på frikjølingskilder (LCC analyse.)

4.3.6 Luftbehandling

Det skal benyttes energieffektive ventilasjonsaggregat med høy gjenvinningsgrad og lav SFP der dette er mulig. Minstekrav til passivhus skal tilfredsstilles (NS3701)

Så langt det er mulig skal luftbehandlingen inndeles i systemer som dekke områder med ensartet virksomhet og ensartet krav til luftkvalitet og temperatur

Spesialrom skal ha egne aggregat/system

Ved valg av gjenvinningstype (lekkasjeproblematikk) skal det tas hensyn til forurensningsbildet i de områdene aggregatene betjener. Virksomhet som ikke kan benytte roterende varmegjenvinning skal skilles ut på egne system

Det må avklares med utstyrsleverandører om det stilles krav til luftfuktighet i behandlingsrom og tekniske rom.

Behovsstyring av luftmengder vurderes ut fra energikrav og LCC beregninger.

I arealer hvor det forventes ombygging/ending av virksomhet skal ventilasjonsaggregat og vertikale kanalføringer ha reservekapasitet. Reservekapasiteten vurderes ut fra behovsanalyse.

Avkast og luftinntak plasseres slik at det ikke er fare for overføring av forurensninger. Det skal foretas ROS analyser som viser at dette aspektet er ivaretatt dersom avkastet kan inneholde biologiske eller kjemiske faktorer.

Luftinntak utformes slik at de håndterer alle klimasituasjoner uten unødig bruk av energi

Aggregatrom skal plasseres sentralt i forhold til luftfordelingsnett

4.3.7 Luftkjøling

I områder med moderat kjøle behov skal det benyttes ventilasjonskjøling, dersom beregninger viser at dette er nødvendig for å tilfredsstille operativt temperaturkrav ved dimensjonerende utetemperatur – sommer. I rom med leverandørkrav benyttes lokale kjøleenheter (fan-coil, kjølebafler etc.) til å fjerne overskuddsvarme. Primært skal kjølebehovet dekkes ved frikjøling.

4.3.8 Inneklima

Termisk miljø skal tilfredsstille kategori B i NS-EN ISO 7730 «Ergonomi i termisk miljø». Rom med spesielle krav utredes særskilt.

Atmosfæriskmiljø (luftkvalitet) skal tilfredsstille kategori II i NS-EN 15251 «Inneklimaparametere for dimensjonering og vurdering av bygningers energiytelse inkludert inneluftkvalitet, termisk miljø, belysning og akustikk». Rom med spesielle krav utredes særskilt.

Akustisk miljø skal tilfredsstille lydklasse C i NS8175 «Lydforhold i bygninger». Kravet gjelder samlet støy fra alle faste installasjoner (varmeanlegg, ventilasjonsanlegg, fast-montert utstyr med mer). Rom med spesielle krav utredes særskilt.

4.3.9 Energiforsyning

Alle regionale helseforetak har vedtatt at nybygg skal oppnå energikarakter A og grønt oppvarmingsmerke. Lysegrønt oppvarmingsmerke innebærer at mer enn 52,5 % av energibehov til oppvarming, ventilasjon og varmt tappevann skal dekkes av annen energibærer en elektrisitet og fossilt brensel. For mørkegrønt merke er tilsvarende tall 70 %.

Det skal i prosjektet foretas vurdering av alternative energikilder. Tradisjonelt benyttes El til spisslast. Spisslast basert på biogass/bioolje utredes som alternativ til El. For de områdene dette er relevant skal tilknytning til fjernvarmeanlegg benyttes.

Endelig utforming av energiforsyning skal bygge på LCC beregninger og ROS-analyser som

ivaretar leveringssikkerhet og redundans.

4.4 Elkraft

Generelt skal ROS-analyser, LCC-betraktninger og miljøbetraktninger legges til grunn for systemvalg og relevante produkter. Det skal vurderes reell risiko i forhold til virksomhetens art.

4.4.1 Basisinstallasjoner for elkraft

Det skal legges opp til strukturerte og fleksible tekniske føringsveier med god tilkomst til kabler, kanaler og rør for å sikre effektivt vedlikehold og tilpasninger til fremtidig behov.

Behov for installasjon av utvendig lynvernanlegg vurderes iht NEK-EN 62305 der risiko-vurdering, beskyttelsesklasse, tiltak og løsning skal inngå.

Behov for reservekraft skal utredes

4.4.2 Høyspent forsyning

Det må gjennomføres ROS-analyser for å bekrefte valgte løsning angående leveringssikkerheten. Dersom det er mulig skal det etableres en ringforbindelse eller gjennomgående forbindelse slik at det er mulighet for forsyning fra to separate sekundærstasjoner (tosidig matning)

Dersom det etableres høyspent nødstrømsforsyning skal denne ha separate nettstasjoner.

4.4.3 Lavspent forsyning

Forsyningen i byggene skal i hovedsak være 400V TN-S system, med unntak av områder i bygget med spesielle medisinske funksjoner. For disse skal det installeres medisinske IT-nett (230V).

Fordelingssystemet skal ha en hierarkisk oppbygging med hovedfordelinger, stigekabler, underfordelinger og gruppefordelinger. Hovedfordelingene skal etableres i tilknytning til nettstasjonene og etableres som egne brannceller for de ulike strømforsyningene.

4.4.4 Forsyning til Protonanlegg

Spenningsnivå og effektbehov avklares med leverandør. Effektbehov under behandling er betydelig (~1 MW), og flere leverandører har krav til spenning som avviker fra 400/230 V

4.4.5 Lys

Belysningen skal være dekkende for funksjon og tilpasset innredning og miljø. Løsningene skal være enkle, effektive anlegg og tilpasset romtilpassing, hvor Lyskultur sine publikasjoner legges til grunn. Lysanlegget kobles opp på et bus system som kan programmeres etter behov og ønsker.

Det skal legges opp til et energieffektivt anlegg med mest mulig grad av LED med lang levetid. Valg av lyskilder må også sees opp mot behovet som skal ivaretas samt LCC-vurderinger, kost/nytte vurderinger og krav i NS3701 - passivhus.

4.4.6 Ledesystem

Det må i forprosjektet utarbeides et notat som angir valg av ledelyssystem i bygget.

4.4.7 Elvarme

Direkte el-varme skal bare brukes i spesielle tilfeller hvor det generelle vannbårne varmeanlegget ikke bør benyttes. Kost- nytteverdi kan i enkelte tilfeller tillate el-varmeanlegg.

4.4.8 Nødstrøm

Dersom tilstøtende sykehus ikke har kapasitet, skal det etableres et nødstrømanlegg bestående av generatoranlegg og avbruddsfri kraftforsyning. En avbruddsfri kraftforsyning kan bestå av tradisjonelt UPS-anlegg med batterier eller en dynamisk UPS bestående av generator og et roterende svinghjul. Nødkraft/UPS skal ikke dimensjoneres for full drift av protonanlegget, kun funksjoner som er kritisk i forhold oppstartstid medtas.

Det utarbeides alternativsvurderinger for hvilket UPS-anlegg som er best egnet for en avbruddsfri kraftforsyning.

Strømforsyning til virksomheter/utstyr som ikke kan akseptere brudd skal forsynes med avbruddsfri kraftforsyning (AK). Ytelsen skal dimensjoneres ut fra planlagte kritiske systemer.

Det skal foretas en ROS-analyse for den totale strømforsyningen.

4.5 Tele og automatisering inkl. IKT

4.5.1 Basisinstallasjoner

I teknisk program (TP) skal det utarbeides en IKT-løsninger som tilfredsstillende IKT-strategien til Helse Sør-Øst/Helse Vest.

For å ivareta installasjonsbehovet for de ulike kommunikasjons-/datasystemer skal det avsettes egne arealer. Disse deles inn i fire kategorier; kommunikasjonsrom (KR), hovedkommunikasjonsrom (HKR), grensesnitts rom (GR) og sentrale hovedkommunikasjonsrom.

Antall og størrelse på HKR og SHKR må ses i sammenheng med helseforetakets strategi for sentralisering av IKT-funksjoner. Et regionalt serverrom vurderes etablert i forbindelse med SNR, og dette utredes i videre fase. Det vil også være mulig å etablere HKR- og SHKR funksjonene i samme rom. Antall og størrelse på KR bestemmes av kablingsstruktur og krav til redundans. Det skal gjennomføres ROS-analyse for IKT-romstruktur.

All tilkopling til Norsk Helsenett og offentlig nett skal være redundant og forutsettes utført ved bruk av fiberkabel. Det må etableres adskilte føringer inn til byggene. Det anses ikke nødvendig å etablere kommunikasjon til ISP/PSTN ved bruk av parkabel.

4.5.2 Integrert kommunikasjon

Den fysiske infrastrukturen og de funksjoner som legges inn for IKT-anleggene skal ses opp mot Helse Sør-Øst/Helse Vest sin IKT-strategi.

IKT-løsninger for senteret skal understøtte den primære aktivitet og gi mulighet for effektiv

kommunikasjon både mot andre sykehus og mot primærhelsetjenesten.

Ivaretagelse av grensesnitt er essensielt for å oppnå nødvendig integrert kommunikasjon, både mot bygningsnær teknikk, SD, MTU, kommunikasjonsløsninger og IKT løsninger. Det avklares i senere fase ambisjonsnivå og hvilke grensesnitt som er nødvendig å ivareta.

Det skal etableres et redundant stabilt høyhastighet nettverk med stamnett.

Det skal etableres et gjennomgående trådløst nettverk (wifi) innendørs med mulighet for QOS samt utendørs dekning i relevante utendørs arealer, slik som eksempelvis inngangspartier, akuttmottak og oppholdssoner.

Det skal planlegges slik at integrasjon mellom de systemer som skal inn i det nye sykehuset optimaliseres. Bruk av IP skal benyttes for flest mulige systemer og det skal som del av den videre planprosessen utredes hvilke systemer det samtidig må etableres nødvendige beredskapssystemer.

Data skal kunne innhentes uavhengig av datakilde. Driftsteknikk, MTU og IT-utstyr skal kunne nås via datanettet. Utvekslingsplattform basert på IP. Datakilder skal kunne kobles til ett felles fysisk nettverk, segmentert i VLAN. Unntaksvis skal eventuelle flere fysiske nettverk planlegges.

Følgende vurderinger må gjøres i forhold til VLAN kontra eventuelt flere fysiske atskilte nettverk:

- Ekstern pålogging for fjerndrift av tekniske anlegg
- QoS (prioritet avtale på nettverk for klinisk virksomhet)
- Risiko- og sårbarhetsvurdering ved å samle alle funksjoner i ett fysisk nett
- Lovverk

På grunn av alle de forskjellige systemer og applikasjoner som forventes å tilknyttes datanettet, kan det være nødvendig med tildeling av større båndbredde på enkelte områder. ett eller flere nettverk med mulighet for større båndbredde enn det som ellers tildeles i nettverket. Eksempler på funksjoner som kan ha slike behov er:

- Bildediagnostikk / behandling av store bildemasser (CT/MR).
- Pasientregistrering (EEG, etc.)

4.5.3 Telefoni og personsøking

Kommunikasjonsløsninger er virksomhetskritisk i et sykehus, og skal behandles særskilt i den videre prosessen. I tillegg skal det planlegges for følgende:

- Personsøk
- Telefoniløsninger
- Alarmsystemer
- Porttelefon
- Felles meldingssystem
- Mobiltelefoni (2G, 3G, 4G og kommende 5G) for pasienter, pårørende og ansatte. Forutsettes etablert heldekkende felles antenneanlegg for flere operatører (be-talt av operatørene).
- Nødnett, etablering av antenneanlegg for innvendig dekning. Behov må avklares med

respektive nødetater.

4.5.4 Alarm og signal

I den videre planlegging skal det medtas følgende:

- Sykesignal
- ITV
- Adgangskontroll
- Overfallsanlegg
- Innbrudds sikring/-alarm
- Lydforsterkningsanlegg
- PA anlegg

4.5.5 Lyd og bilde

I den videre planlegging skal det medtas følgende:

- AV-anlegg
- Videokonferanse
- TV
- PA anlegg på utvalgte arealer
- Informasjonsskjermer
- Digitale skiltløsninger vurderes senere i prosessen

4.5.6 Automatisering (SD-anlegg)

Det skal etableres et sentralt driftskontrollanlegg (SD-anlegg) som skal inngå i felles beslutningsstøttesystem for effektiv drift av senteret.

Automatiserings- instrumenteringsgraden skal være slik at anleggene kan driftes fra en annen lokalisering enn selve anlegget. Betjeningen av SD-anleggets hovedsentral skal kunne skje via intranett/teknisk nett med ordinære nettleser.

Toppsystemet skal minimum inneholde nødvendige funksjoner for god drifting og overvåking av bygningers systemer og inneha et automatisk innsamlingssystem for energioppfølging for å kunne rapportere og følge opp mot passiv hus krav (EOS-system.)

SD-anlegget skal kunne kommunisere mot tekniske bygningssystemer som FDVU-system, brannvarslingsanlegg, adgangskontrollanlegg, heiser, romstyring, økonomisystem etc., samt mot vanlige databaser. SD-anlegget skal støtte alle vanlige åpne standarder benyttet i bransjen. Undersentralene skal ha kommunikasjongsrensesnitt mot feltutstyr med anerkjente og ofte benyttede kommunikasjonsprotokoller. Det skal planlegges for bussbaserte systemer basert på kjente og utprøvde protokoller.

Det skal planlegges med minimum en undersentral i hver underfordeling for bygningsdrift.

5 TRANSPORTLØSNINGER

5.1 Heis:

Heiskapasitet utredes tidlig i forprosjektet. Det skal vurderes om heis kan benyttes til å transport større utstyrsdeler og varer

5.2 Løfteutstyr

I rom som huser syklotron og gantry må det påregnes fast installasjon av travverskran.

5.3 Rørpost

Ikke aktuelt

5.4 Sentralstøvsugeranlegg

Ikke aktuelt

5.5 Avfallshåndtering

Det må settes av areal for anbefalt/valgt løsning som ivaretar logistikk og installasjoner i tilknytning til avfallshåndtering. Søppelsug kan være aktuelt hvis det er infrastruktur for dette i eksisterende bygningsmasse.

5.6 AGV

I utgangspunktet er AGV ikke aktuelt, men det kan bli aktuelt å vurdere personell og materialtransport i fjell ved enkelte av løsningsalternativene. Dette skal i så fall utredes med behovsvurdering, og kost-/nytte-betraktning.

6 UTENDØRS

Det skal utarbeides en helhetlig plan for alle utomhus områdene som tar for seg alle utendørsanlegg. Anleggene skal planlegges nøkternt, men slik at de støtter opp om virksomhetene. Det legges vekt på at det grønne miljøet beholdes.

Det skal gjennomføres geotekniske undersøkelser som bekrefter at valgt tomt er byggbar og ikke ligger i flomutsatt eller skrefarlig område.

6.1 Parkering

Behov for antall parkeringsplasser avklares i HFP. Det må avsettes plass og legges til rette for sykkelparkering og ladestasjoner for el-biler/el-sykler. Det må tilrettelegges for parkeringsplasser til personer med nedsatt funksjonsevne. Holdeplasser for offentlig kommunikasjon må plasseres i forhold til gjeldende trafikkplan, og det må settes av tilstrekkelig areal til å oppnå effektive transportløsninger.

6.2 Utendørs VVS

Ledningsnett og installasjoner for spillvann/avløp skal utføres slik at Forurensningslovens krav og gjeldende utslippstillatelser oppfylles.

Det skal sikres forsvarlig håndtering av overvann, enten dette gjøres ved lokale fordrøynings-/infiltrasjonsløsninger eller ved bygging av tradisjonelle overvannsledninger. Dersom overvannsledningen ikke har kapasitet til å håndtere ekstremvær må det etableres fordrøyningsmagasin.

6.3 Utendørs El-anlegg

Det skal etableres ladestasjoner for El-biler og uttak for motorvarmere. Nødvendig omfang defineres i forprosjektet. Park-belysning, intern veibelysning, samt fasadebelysning, og eventuelt kunstbelysning, planlegges i samråd med landskapsarkitekten slik at intensjonene med utomhusplanen oppfylles.

6.4 Utendørs tele og automatisering

Det etableres føringsveier for fiber som termineres i kommunikasjonsrom. Det skal etableres antenner for mobil/4G og trådløst nettverk.

Betalingsystem for parkering, utvendig kameraovervåkning, samt eventuelle kontrollporter for inntransport og parkering vurderes i forprosjektet.

6.5 Veg og plasser

Det skal tilrettelegges for inntransport av varer og gods, samt tilkjøring av tyngre kolli i forbindelse med bygging og senere service/utskifting.

Det skal tilrettelegges for gangtrafikk, sykkeltrafikk og rullestoltransport, samt hensiktsmessig adkomst for pasienter som ankommer med taxi eller ambulanse.

6.6 Park og hage

Utvendige arealer skal opparbeides og gis et parkmessig grønt preg

6.7 Utendørs infrastruktur

Holdeplasser for kollektivtransport etableres der dette er påkrevet. Avkjørsler og veiløsning tilpasses tomt, bygningsmasse og eksisterende veinett.

7 HENVISNING TIL DOKUMENTER

Mottatte dokumenter fra utstyrsleverandørene er ikke offentlig tilgjengelig. Vedlagte liste gir en oversikt over tekniske dokumenter fra de ulike leverandørene.

7.1 IBA

- Appendix 1.2 - Building Layout ProteusPLUS
- Appendix 1.3.1 - Technical Rooms
- Appendix 1.3.2 - Additional Technical Rooms
- Appendix 2.1 - Electrical Set Requirements
- Appendix 6.2.2 - Other Industrial Gases Requirements
- Appendix 8.1 - Radiation Sources in Proteus 235 System
- Appendix 8.2 - Radiation Protection Studies for Proton Therapy Centres
- Appendix Q1 - ProteusPLUS General Description

7.1 Hitachi

- Example of Hitachi PBT systems
- Technical requirements_draft2
- Preliminary-EBI-1 20160413L

7.3 Mevion

- SYKEHUSBYGG-RFI-04152016

7.4 Mitsubishi

- Mitsubishi Electric - Carbon Type
- Mitsubishi Electric - Proton Carbon Type

7.5 Provision

- Proton Therapy Center
- TWO GANTRY, ONE FIXED SINGLE LINE - D0002745, REV B

7.6 Sumitomo

- Introduction about Sumitomo PTS
- S-1G_Vertical inline
- S-2G_Flat inline(9.5M)

7.7 Varian

- ProBeam Compact Brochure_RAD10378A.0715
- ProBeam_Brochure_RAD10319A_July2015_Secured
- ProBeam_Features_Specs_RAD10177D_July_2015_Secured
- Varian Response to Technical Requirements final

KONSEPTFASE – ETABLERING AV PROTONBEHANDLING

UTREDNINGER

Hovedprogram utstyr



DOKUMENTNUMMER: 00-000000000-00-00-00							
Prosjekt	Hovedfunksjon	Disiplin	Prosess	Dokumenttype	Løpenr.	Revisjon	Side

UTARBEIDET AV		
	Sykehusbygg HF	

DOKUMENTSTATUS					
1.2	02.06.16	Arbeidsversjon			
	13.06.16	Godkjent av Styringsgruppen			

BEHANDLINGSPROSEDYRE			
Oversendt for behandling	Forventet dato for behandling	Instans	Dato for behandling

Innhold

1. Sammendrag.....	3
2. Innledning.....	5
2.1 Formål.....	5
2.2 Prosess og gjennomføring.....	5
2.2.1 Deltagere.....	5
2.2.2 Gjennomføring.....	5
2.2.3 Hovedfunksjonsprogram (HFP) og arealbehov.....	6
3. Bestemmelse av utstyrskategorier.....	7
3.1 Bygg- og brukerutstyr, grensesnitt og avklaringer.....	7
3.2 Byggutstyr som bør planlegges som brukerutstyr.....	7
3.3 Hovedgrupper av utstyrskategorier og ansvarsforhold.....	8
3.3.1 Klassifisering av nye typer utstyr som fremkommer i prosjektperioden.....	10
3.3.2 Forutsetninger for om utstyret skal håndteres av prosjektet eller ikke.....	10
3.4 Definisjon av BIP utstyr og plan for utarbeiding av BIP informasjon.....	11
3.4.1 Generelt om bygg- og installasjonspåvirkende brukerutstyr (BIP).....	11
3.4.2 Detaljeringsgrad av BIP-utstyr i ulike faser av prosjektet.....	12
3.4.3 BIP-utstyr og konsekvenser for byggeprosjektet.....	12
3.4.4 Bygningsmessige «krav»/anbefalinger.....	13
4. Funksjonelle målsettinger og utstyrs-konsekvenser.....	14
4.1 Funksjonelle målsettinger i HFP.....	14
4.2 Mål for den framtidige virksomheten.....	14
4.2.1 Samfunns mål.....	14
4.2.2 Effektmål.....	14
4.2.3 Resultatmål.....	14
4.3 Teknologisk utvikling.....	15
4.3.1 Forventet utvikling innen teknologi og medisin.....	15
4.3.2 Integrasjon mellom utstyr og IKT.....	20
4.4 Utstyrskonsekvenser ved ulike alternativ.....	21
4.5 Gjennomgang av spesielt kostbart og dimensjonerende utstyr.....	21
4.5.1 Behandlingsrom (Bunkerdel).....	21
4.5.2 Klinikkkarealer.....	21

Hovedprogram utstyr

5.	Planprosessen	23
5.1	Plan for gjennomføring av forprogrammering	23
5.1.1	Målsettinger for utstysprosjektet.....	23
5.1.2	Faser i utstysprosjektet	24
5.1.3	Organisering av utstysprosjektet.....	24
5.2	Plan for gjennomføring av detaljprogrammering.....	25
5.2.1	Koordinering mellom utstysplanlegging/-anskaffelse og byggprosjekteringen.....	26
5.3	Plan for gjennomføring av anskaffelse	26
5.4	Plan for gjennomføring av mottak, overtakelse og garantibefaring	28
5.4.1	Mottak, kontroll og overtakelse/-levering av brukerutstyr.....	28
5.4.2	Etterfølgende arbeid.....	28
5.4.3	Utløp av garantiperioden.....	29
5.5	Informasjonshåndtering	29
6.	Standardisering og systemvalg	30
6.1	Kostnadseffektivitet.....	30
6.2	Bruksområder	30
6.3	Utstyr som bør standardiseres	31
7.	Behandling av eksisterende utstyr.....	32
7.1	Levetid for ulike grupper medisinsk teknisk utstyr.....	32
8.	Helse, Miljø og Sikkerhet (HMS) og SHA.....	33
8.1	HMS krav til utstysprosjektet	33
9.	Energi og miljø	34
10.	Kostnadsoverslag	36
10.1	Prinsipper for utarbeidelse av kostnadsoverslag.....	36
10.2	Brutto kostnadsoverslag for de enkelte hovedfunksjoner	36
10.3	Netto kostnadsoverslag for de enkelte funksjoner og samlet kostnadsoverslag.....	36
10.4	Administrasjon.....	41
10.5	Vurdering av usikkerhet.....	41

1. Sammendrag

Hovedprogram utstyr er utarbeidet for etablering av protonsentre i Norge og inngår som en del av konseptfasen. Det omfatter en beskrivelse av utstyrskategorier, med angivelse av utstyrstyper som er spesielt bygg- og installasjonspåvirkende, samt en del bygningsmessige «minimumskrav» for utstyr og installasjoner. HPU beskriver også utstyrskonsekvenser av funksjonelle målsettinger som beskrives i hovedfunksjonsprogrammet (HFP) og i tidligere utredninger som;

- Utredning i regi av Helsedirektoratet 2010
- Planlegging av norsk senter for partikkelterapi, juni 2013
- Regionale sentre for protonterapi, november 2014
 - Samlerapport
 - Regionale utredninger
- Ekstern kvalitetssikring av idefase protonterapi, juli 2015
- Samfunnsøkonomisk analyse av tiltak vedrørende regionale sentre for protonterapi i Norge, juli 2015

Programmet belyser også noen utviklingstrekk innen medisinsk teknologi som vil kunne ha konsekvenser for prosjektet.

Det er kritiske avhengigheter mellom prosjektering og bygging på den ene side og utstyrsanskaffelse på den annen. Planprosessen for prosjektet samlet må derfor gjennomføres på en slik måte at disse avhengighetene blir ivaretatt. I HPU er det foreslått flere konkrete tiltak som anbefales iverksatt for å sikre at byggeprosjektet og utstyrsplanleggingen samkjøres i nødvendig grad.

Organiseringen av utstyrsprosjektet gjøres slik at det understøtter flere forhold som skal ivaretas underveis;

- Planleggingen og anskaffelsen skal gjennomføres innenfor definerte tids- og kostnadsrammer
- Planleggingen og anskaffelsen må involvere brukerne av utstyret på en hensiktsmessig måte
- Utstyrsprosjektet må sikres tilstrekkelig kompetanse og ressurser til gjennomføringen
- Utstyrsprosjektet må ha en klart definert ledelse som ivaretar rapportering og informasjonsutveksling med andre deler av byggeprosjektet.

I prosjektet er det lagt til grunn at det ikke er eksisterende utstyr som kan overflyttes til nytt bygg.

Studier fra OECD og EU konkluderer med at helsekostnadene sin andel av BNP i Norge vil øke i de kommende tiårene. Det betyr at helsekostnadene forventes å øke relativt sett mer enn BNP. Den medisinsk-tekniske utviklingen vil stå bak 80-85 prosent av veksten i helsekostnader, mens den demografiske utviklingen vil stå bak 15-20 prosent¹. Den raske utviklingen innen undersøkelse- og behandlingsmetoder og utviklingen innen IT-teknologi samt medisinsk teknikk er med på å forklare at man kan forvente at utstyrskostnadene i sykehus fremover vil utgjøre en større andel av byggekostnadene enn tidligere. De høyeste kostnadene er naturlig nok relatert til såkalte «hot Floor-arealene» - syklotronarealer og behandlingsarealer.

Avslutningsvis beskrives behov for investeringer av nytt utstyr. Denne delen omhandler også noen forutsetninger og prinsipper som ligger til grunn for det kostnadsestimater som gis. Kalkylen på dette stadiet av prosjektet bygger for noen deler av arealene på erfaringstall fra andre sammenlignbare sykehusprosjekter, Prosjekt Nytt Østfoldsykehus (PNØ), Nordlandssykehuset Bodø (NLSH) og HPU-kalkyle for Vestre Viken. For arealene som inneholder syklotron og behandlingsrom bygger kalkylen på kostnader innhentet gjennom forespørsler til leverandørindustrien.

I kalkylearbeidet har vi sett på enhetskostnader på spesielt kostbart utstyr og kostnader basert på areal fra funksjonsområder basert på erfaringstall fra øvrige sykehusprosjekter de senere år.

Med sammenlignbare sykehusprosjekter menes her at man finner de samme funksjonsområdene i de prosjektene man sammenligner med, og at disse områdene utstyrsmessig er på samme ambisjonsnivå.

Alle fasene i et utstyrsprosjekt er omfattende og ressurskrevende. Det er særlig arbeidet i sluttfasen, samt

Hovedprogram utstyr

utviklingen innen MTU og IKT integrasjoner, som normalt gir økte administrasjonskostnader i forhold til tidligere sykehusprosjekter. På dette prosjektet har integrasjonen mellom selve bygget og utstyret en så fast kobling av hele planleggingsfasen må sees i sammenheng.

Ut fra HFP arealberegninger, funksjonsbeskrivelser og forutsetninger i HPU, er det totale kostnadsoverslaget for utstyr for etablering av protonsentere i Norge fra 680 mill. til 1.9 mrd. NOK, inkl. mva. avhengig av valgte løsning.

Vedlegg:

Vedlegg 1 Generell bygg- og installasjonspåvirkning (Utkast)

Vedlegg 2 Grensesnitt bygg – brukerutstyr (Utkast)

2. Innledning

2.1 Formål

Planprosessen for sykehusbygg deles inn i en tidligfase og en gjennomføringsfase.

Tidligfasen består av:

- Idéfase
- Konseptfase
- Forprosjekt

Gjennomføringsfasen består av:

- Detaljprosjekt
- Bygging
- Testing/idriftsetting.

Hovedprogram utstyr (HPU) inngår som et dokument i konseptfasen. Sammen med hovedfunksjonsprogrammet (HFP), overordnet teknisk program (OTP), skal HPU danne grunnlag for utarbeidelse av skisseprosjekt og inngå i den samlede konseptrapporten som sammenstilles i slutten av konseptfasen.

HPU utarbeides tidlig i planprosessen. HPU skal gi overordnede føringer og retningslinjer for det videre arbeid med utstyrsprosjektet gjennom å:

- Klargjøre planprosessen og videre utvikling av utstyrsprosjektet
- Gjennomgå begrepsapparat og avgrensinger for brukerutstyr
- Avklare målsettinger og programforutsetninger
- Utarbeide et første kostnadsoverslag ut fra de forutsetninger og det grunnlag som foreligger på dette stadium

Kostnadsoverslag for utstyrsomfanget i HPU er bygget på de opplysningene som per desember 2015 foreligger om planlagte funksjoner, kapasitet og areal i det planlagte protonsentret.

2.2 Prosess og gjennomføring

2.2.1 *Deltagere*

HPU er utarbeidet av Sykehusbygg HF

2.2.2 *Gjennomføring*

De funksjonelle forutsetninger for de utstyrsanslag som er gitt i foreliggende HPU baserer seg på foreliggende HFP.

Følgende underlagsdokumenter har vært lagt til grunn ved utarbeidelsen av HPU:

- Funksjonsprogram Protonsentre, Hovedfunksjonsprogram og delfunksjonsprogram
- Sluttrapport Helse- og omsorgsdepartementet juni 2013. (Planlegging av norsk senter for partikkelterapi)
- Regionale sentre for protonterapi, november 2014
- Felles idefaserapport Helse- og omsorgsdepartementet desember 2014
- Ekstern kvalitetssikring av idefaserapporten, Ernst & Young AS, juli 2015
- Samfunnsøkonomisk analyse av tiltak vedrørende regionale sentre for protonterapi i Norge, juli 2015

Hovedprogram utstyr

Utstørsbehovet ved sykehusutbygginger er i stor grad betinget av planlagte funksjoner, oppgaver/-kapasiteter og romprogram. I HPU er de forutsetninger som foreligger fra HFP lagt til grunn, og samordnet med OTP. HPU er utarbeidet i henhold til "Veileder for Hovedprogram utstyr i sykehusprosjekter" av april 2013 fra Helsedirektoratet.

2.2.3 Hovedfunksjonsprogram (HFP) og arealbehov

HFP skal beskrive arealer og driftsmodellene for de valgte alternativene for et nytt sykehus. Dette gir grunnlag for å beskrive organisering og bemanning og beregne driftsøkonomiske konsekvenser. Konkret planperspektiv her er 2030. Det samlede arealet fra hovedfunksjonsprogrammet av mai 2016 er som følger av tabellene under:

Sammenstilling av arealer for bygg	Bygg i alt Gantry+forskn.	Bygg i alt fotavtrykk	Bygg i alt m ² netto	Bygg i alt m ² brutto
Alternativ 1: Et nasjonalt senter				
1a 3(4)G + 1F	5	4.700	4.565	10.000
1b 4G + 1F	5	4.700	4.565	10.000
Alternativ 2: To sentre plassert i Oslo og Bergen				
2a 2(3)G + 1F/ 1(2)G+1F	7	7.100	6.810	14.950
2aa 2(3)G + 1F/ 1G +1F	6	6.500	6.170	13.500
2b 3(4)G + 1F /1(2)G +1F	8	7.800	7.525	16.500
Alternativ 3: Fire sentre plassert i Oslo, Bergen, Trondheim og Tromsø				
3a 3G+1F/2G+1F/1G/1G	9	11.200	10.590	23.550
3aa 3G+1F/1G+1F/1G/1G	8	10.600	9.950	22.100
3b 4G+1F/2G+1F/1G/1G	10	11.900	11.305	25.100
Alternativ 3: Fire sentre plassert i Oslo, Bergen, Trondheim og Tromsø (reducert HM og HN)				
3a 3G+1F/2G+1F/1G/1G	9	10.300	9.390	20.950
3aa 3G+1F/1G+1F/1G/1G	8	9.700	8.750	19.500
3b 4G+1F/2G+1F/1G/1G	10	11.000	10.105	22.500

09.05.2016

L&L AS 1458_014F41HP

Sammenstilling av arealer for alle alternativer

Det samlede bruttoareal pr. behandlingsrom og forskningsrom stiger med antall lokasjoner. Det stiger fra ca. 2000 m² brutto pr. rom i et senter til ca. 2500 m² brutto pr. rom ved fire sentre. Helse Nord og Helse Midt har foreslått et redusert program for behandlingssenheter med kun et behandlingsrom ved å sambruke eksisterende arealer til eksempelvis poliklinikk og drifts/servicearealer.

Sammenstilling av arealer for bygg	Bygg i alt Gantry+forskn.	Bygg i alt fotavtrykk	Bygg i alt m ² netto	Bygg i alt m ² brutto
Alternativ 1: Et nasjonalt senter				
1a 3(4)G + 1F	5	4.700	4.565	10.000
1b 4G + 1F	5	4.700	4.565	10.000
Alternativ 2: To sentre plassert i Oslo og Bergen				
2a 2(3)G + 1F/ 1(2)G+1F	7	7.100	6.810	14.950
2aa 2(3)G + 1F/ 1G +1F	6	6.500	6.170	13.500
2b 3(4)G + 1F /1(2)G +1F	8	7.800	7.525	16.500
Alternativ 3: Fire sentre plassert i Oslo, Bergen, Trondheim og Tromsø				
3a 3G+1F/2G+1F/1G/1G	9	11.200	10.590	23.550
3aa 3G+1F/1G+1F/1G/1G	8	10.600	9.950	22.100
3b 4G+1F/2G+1F/1G/1G	10	11.900	11.305	25.100
Alternativ 3: Fire sentre plassert i Oslo, Bergen, Trondheim og Tromsø (reducert HM og HN)				
3a 3G+1F/2G+1F/1G/1G	9	10.300	9.390	20.950
3aa 3G+1F/1G+1F/1G/1G	8	9.700	8.750	19.500
3b 4G+1F/2G+1F/1G/1G	10	11.000	10.105	22.500

09.05.2016

L&L AS 1458_014F41HP

Sammenstilling av arealer for alle alternativene

3. Bestemmelse av utstyrskategorier

3.1 Bygg- og brukerutstyr, grensesnitt og avklaringer

I sykehusprosjekt er det vanlig å dele utstyret inn i hovedgruppene byggutstyr og brukerutstyr (definisjon fra Veileder for Hovedprogram utstyr, april 2013):

- Byggutstyr omfatter som hovedregel utstyr som er fastmontert til bygget eller som inngår i byggets infrastruktur
- Brukerutstyr er knyttet til funksjonen i rommet og omfatter hovedsakelig løst utstyr og inventar

For størstedelen av utstyret er det klart hva som er hhv. bygg- og brukerutstyr. I noen tilfeller er det imidlertid vanskelig å trekke skillet mellom utstyrskategoriene kun ut fra definisjonen ovenfor. Det må derfor utarbeides en liste over utstyr hvor det erfaringsvis kan oppstå usikkerhet om ansvars plassering. Tilhørighet til utstyr i denne "gråsonelisten" bør avklares tidlig i prosjektet. Denne type avklaringer har innvirkning på budsjett og ansvar for planlegging av ulike typer utstyr. Som særskilt vedlegg er satt opp forslag til grensesnitt/definisjon av bygg- og brukerutstyr som er lagt til grunn for kostnadsoverslaget i HPU.

Det anbefales også at en tidlig i prosjektet identifiserer utstyrsområder som krever en særskilt plan- og anskaffelsesprosess på tvers av bygge- og utstyrsprosjektet, og å organisere disse prosessene på en hensiktsmessig måte.

Planlegging og anskaffelse av brukerutstyr bør organiseres som en egen aktivitet med særskilt kompetanse. Denne aktiviteten er i det videre benevnt *utstyrsprosjektet*. Med særskilt kompetanse menes her at det er viktig med deltagere som har kompetanse både innen medisinsk utstyr, men også fra anskaffelser og prosjektgjennomføring.

Aktuelle grensesnitt for brukerutstyr er:

- Mot hus installasjoner (el, vann, gass, ventilasjon etc.)
- Mot periferutstyr (skriver, flere interne systemer etc.)
- Pasientgrensesnitt (bestemmer en del av utstyrets sikkerhet)
- Brukergrensesnitt (omfatter alle typer overganger mellom utstyr og bruker, også hvordan resultatet presenteres i utskrifter og lignende)
- Mot IKT infrastrukturen (databaser, elektronisk kurve, fil lager etc.)

Det er viktig at en del av bygg utstyret standardiseres for å øke brukervennlighet og igjenkjennbarhet hos de som skal bruke det.

3.2 Byggutstyr som bør planlegges som brukerutstyr

Grensesnitts matrise bygg- brukerutstyr som er vedlagt dette dokumentet bygger på praksis fra flere sykehusprosjekter som er gjennomført. Imidlertid gjør erfaringer fra flere av prosjektene at man ser behov for å revidere matrisen, Dette er et arbeid prosjektorganisasjonen bør gjennomføre i tidlig fase av prosjektet.

Erfaring tilsier at visse typer byggutstyr bør anskaffes i en prosess som tilsvarer anskaffelse av brukerutstyr, gjerne ledet av prosjektledere/rådgivere for brukerutstyr. Som et alternativ kan det for en del utstyr være fornuftig å endre grensesnittet for dette utstyret fra start av i prosjektet slik at det defineres som brukerutstyr. I noen prosjekt er f.eks. spyle- og vaske dekontaminatorer, vaskemaskiner, avtrekksskap, sikkerhetskabinett og isolatorer definert som byggutstyr, men anskaffes av utstyrsprosjektet i dialog med de aktuelle ansatte. Det er også viktig at gjennomgående systemer planlegges som en samlet prosess, selv om delene kan være definert som både bygg- og brukerutstyr.

På grunn av den omfattende integrasjonen mellom bygg og utstyr i behandlingsarealene, og det faktum at utstyret i denne delen av prosjektet legger betydelige sterkere føringer for bygget enn det som er vanlig i et sykehusprosjekt, er det valgt å

Hovedprogram utstyr

se på anskaffelsen av dette utstyret på lik linje med en bygg entreprise. Det betyr bl.a. at anskaffelsen startes tidligere enn det som vanligvis gjøres for brukerutstyr og at det er viktig med deltagelse fra personer som har erfaring fra kontraktstrategi og fra byggentrepriser og bruk av Norsk Standard (NS) i forbindelse med dette.

3.3 Hovedgrupper av utstysrgrupper og ansvarsforhold

Av planleggings- og budsjettmessige årsaker deles brukerutstyret inn i følgende kategorier:

- Medisinsk teknisk utstyr (MTU)
- IKT/AV-utstyr (IKT)
- Grunnutrustning (GRU)
- Møbler, inventar og tekstiler (INV)

Kategoriene MTU og GRU kan med fordel slås sammen sett fra et planleggings synspunkt. I forhold til oppfølging når man kommer over i drift er det fornuftig å kunne identifisere kostnaden for MTU.

Kategorien IKT/AV-utstyr planlegges samlet, men kan i gjennomføringen bli delt i to ulike deler hvor ansvaret for en del blir lagt til den regionale IT-avdelingen og den andre delen til en av de tekniske entreprenørene.

Det er også viktig at det er tett samarbeid mellom planleggingen av IKT-løsninger og planleggingen av medisinsk utstyr, da disse områdene har store avhengigheter og det er mange integrasjoner mellom fagområdene.

Medisinsk teknisk utstyr – MTU

MTU kan defineres slik:

”Ethvert medisinsk utstyr, inklusiv in vitro-diagnostisk medisinsk utstyr, inkludert programvare og systemløsninger, beregnet for mennesker til diagnose, overvåking og/ eller behandling på medisinsk grunnlag og som for å fungere er avhengig av en energikilde (strøm, lys, gass- eller væsketrykk) samt nødvendig tilbehør til slikt utstyr.”

For dette prosjektet betyr det i praksis at MTU er alt utstyr som medisinsk teknisk avdeling har ansvaret for.

MTU omfatter bl.a.: (listen er ikke utfyllende, men viser noen eksempler)

Anestesiapparat, respirasjon utstyr, laboratorieutstyr for prøvepreparering og analyse –både sentralt plassert og desentralisert plassert (PNA – pasientnært analyseutstyr), bildedannende utstyr som f.eks CT og MR, operasjonsutstyr.

Størstedelen av MTU skal installeres og vedlikeholdes ifølge lovpålagte krav i norske elektro forskrifter. Det er derfor hensiktsmessig å definere skillelinjene mellom MTU og de øvrige kategoriene brukerutstyr. Det er spesielt mellom MTU og IKT at grensene kan være vanskelige. MTU representerer den største kostnadsbæreren i utstysrprosjektet, og det er også noe av dette brukerutstyret som er mest komplisert i forhold til grensesnitt mot bygget og infrastrukturen. Men også annet utstyr som bl.a. tøyautomater og autoklaver har grensesnitt som kan være kompliserte.

I dette prosjektet er det valgt å definere en egen undergruppe av medisinsk teknisk utstyr. Det omfatter det utstyret som brukes til stråleterapi. Bakgrunnen for dette er at dette utstyret i veldig stor grad legger føringer for den bygningsmessige delen, samt at det kostnadmessig representerer en langt større andel av prosjektkostnaden enn normalt.

Stråleterapiutstyr (Inngår som MTU)

Omfatter det utstyret som brukes til å fremskaffe protonstråler og det tilhørende utstyret som kreves for å kunne gi stråleterapi til en pasient

Syklusotron, synkrotron, beamline, roterende gantry, fixed gantry, posisjoneringsutstyr og tilhørende overvåkingssystemer.

MTU representerer den største kostnadsbæreren i utstysrprosjektet, og det er også noe av dette brukerutstyret som er mest komplisert i forhold til grensesnitt mot bygget og infrastrukturen.

Hovedprogram utstyr

IKT-utstyr – IKT

IKT-utstyr som er direkte knyttet til medisinsk teknisk utstyr og som brukes til å betjene/drive utstyret, skal iht. forskriftsgrunnlaget regnes som medisinsk teknisk utstyr. IKT som i hovedsak brukes til administrative/pasientadministrative rutiner, skal ikke regnes som MTU. Grunnleggende infrastruktur knyttet til IKT, slik som kabling i vegger, sentralutstyr mv., regnes heller ikke med til IKT-utstyret. Dette ivaretas normalt gjennom planlegging av den tekniske infrastrukturen.

IKT systemene må komplementere utstyr som kjøpes og man må kunne hente ut informasjon gjennom disse.

Dataprogrammer og IKT løsninger som er en del av de regionale prosessene regnes ikke som en del av brukerutstyret, disse dekkes via tjensteavtaler mellom helseforetakene og eksterne tjensteleverandører. (eks. RIS/PACS, LAB data system, Elektronisk kurve).

Spesielle IKT-systemer for stråleterapi

- System for behandlingsplanlegging
 - Integrasjon av bilde, planlegging og informasjonssystemer
- Romovervåking
- Posisjoneringsystemer
- Verifikasjonssystemer
- Systemer som følger utstyrsleveransen krever kobling mot sykehusets IKT-infrastruktur

Dette gjelder ikke integrerte systemløsninger av dataprogram og MTU når dataprogrammet er en del av utstyrets funksjonalitet og kostnaden for dette er integrert i utstyrets pris.

Dette gjelder heller ikke systemdataløsninger i for eksempel servere der grunnleggende funksjonalitet avhenger av at dataprogrammet er installert. I noen sammenhenger kan det være hensiktsmessig å ha egen kategori for den delen av IKT som omhandler medisinske service applikasjoner (MSA), for å skille dette fra vanlig IKT utstyr.

Utstyrsprosjektet dekker utstyrs kostnad, levert og installert av leverandør, samt opplæring av personell. Utstyrsprosjektet dekker ikke kostnader for å etablere løsningen i IKT-arkitekturen, herunder ligger utarbeidelse av løsningsdesign og ROS analyse, applikasjonsdistribusjon/pakking, servere, databaser, åpning av brannmurer, lagring og lignende.

Eksempler på IKT-utstyr er:

- PC-er, nettbrett, smart telefoner
- PACS arbeidsstasjoner
- Servere som betjener brukerutstyr (dedikerte servere knyttet til IKT-infrastruktur inngår som byggutstyr)
- Projektorer
- Skrivere, skannere, kopimaskiner, telefakser
- TV-skjermer, informasjonstavler, smart-boards

Grunnutrustning – GRU

GRU omfatter sykehusrelatert brukerutstyr som ikke anses som MTU. Eksempler på GRU er:

Hovedprogram utstyr

- Pasientsenger
- Trillebord
- Spesialstoler
- Utstyr for avfallshåndtering
- Transportutstyr (trucker, vogner, snøryddingsmaskiner osv.)
- Lette kjøkkenmaskiner og -utstyr
- Utstyr til verksteder til drift- og vedlikeholdsavdelinger

Møbler, inventar og tekstiler – INV

Som INV regnes løse møbler og inventar til publikums- og pasientområder, samt kontorer og møte- og oppholdsrom for personalet. Dette kan være:

- Venteroms møbler
- Pasientstoler og -bord i sengerom
- Kontormøbler
- Møteroms møbler
- Gardiner og avskjerming/skjermbegger

Anskaffelse av løst inventar (se definisjon i HPU) må gjøres med god medvirkning fra personell som har kompetanse fra drift, vedlikehold og rengjøring av slikt utstyr. Dette for å sikre at krav til funksjonalitet, forvaltning og vedlikehold blir ivaretatt.

3.3.1 Klassifisering av nye typer utstyr som fremkommer i prosjektperioden

Det vil være behov for å ha gode rutiner for å klassifisere nye typer utstyr som fremkommer i prosjektperioden. Både i forhold til å plassere det økonomiske ansvaret, men også i forhold til planlegging, prosjektering og anskaffelse av utstyret.

Utstyr av denne typen må sjekkes mot grensesnitts dokument som angir skille mellom bygg- og brukerutstyr. Hvis dette ikke er tydelig beskrevet her bør dokumentet revideres når nye utstyrstyper tas inn i prosjektet. Det viktigste er imidlertid at dokumentet oppdateres når man gjør endringer i vedtatte ansvarlinjer.

3.3.2 Forutsetninger for om utstyret skal håndteres av prosjektet eller ikke

Før man starter programmering av rom må det gjøres en endelig vurdering av utstyrstypene som skal planlegges og anskaffes gjennom utstyrsprosjektet. Anskaffelser over avdelingenes driftsbudsjetter skal ikke legges inn i utstyrslistene.

Enhetspris: Det kan settes en nedre grense for enhetspris, for eksempel 5000,- - 10.000,-kr.

Det er vanskelig å sette en absolutt nedre grense for enhetspris som gjelder for alle kategorier. En del utstyr har lave enhetspriser, men for å få en helhet i løsningene må dette inngå i utstyrsprogrammet.

Antall: Selv om enhetsprisen er lav, kan et stort antall tilsi at utstyret legges inn i utstyrs-programmet. (Eksempel på dette er bl.a. PNA-utstyr).

Standardisering: Et ønske om tverrgående standardisering kan allikevel gi grunn til å ta med utstyr med lav enhetspris, i utstyrsprosjektet.

Forbruksartikler: Disse skal ikke registreres, og følgelig ikke inngå i utstyrsprosjektet.

Kort levetid: Dersom utstyret har kortere levetid enn 3 år, tas det ikke med i utstyrs-prosjektet.

Det må i utstyrsbudsjettet tas høyde for at det kan være nødvendig å planlegge med en "rund sum" for å dekke opp nødvendige investeringer, som gjennom disse kriteriene kan falle utenfor utstyrsplanen, men som trengs for å sette anlegget i drift. Det kan være supplering av utstyr som er avglemt eller tilleggsutstyr for å optimalisere løsninger i forbindelse med ferdigstilling og innflytting.

3.4 Definisjon av BIP utstyr og plan for utarbeiding av BIP informasjon

Betegnelsen *BIP* benyttes ofte om det utstyret som defineres som bygningspåvirkende og/eller installasjonspåvirkende. Den grunnleggende definisjonen av BIP-utstyr i dette prosjektet er:

Brukerutstyr som defineres som bygningspåvirkende og/eller installasjonspåvirkende, har egenskaper som innebærer at man i prosjekteringen av bygninger og/eller rom må ta særlig hensyn til disse egenskapene for å få et tilfredsstillende samspill mellom det aktuelle utstyret og bygningen/rommet hvor det skal plasseres.

Nedenfor er det redegjort nærmere for bygg- og installasjonspåvirkende utstyr. Som vedlegg er det også tatt inn generelle opplysninger om bygg- og installasjonspåvirkning.

Alt av utstyr i bunkerdelen bør i dette prosjektet håndteres som BIP-utstyr da det er spesielle krav som gjelder for utstyr som skal plasseres i disse arealene.

3.4.1 Generelt om bygg- og installasjonspåvirkende brukerutstyr (BIP)

Som nevnt benyttes betegnelsen BIP om det utstyret som defineres som bygnings- og/eller installasjons påvirkende. Hvis det ikke foretas avgrensninger, kan det meste av brukerutstyret hevdes å være BIP-utstyr. Det er derfor viktig å foreta en nærmere avgrensning av hvilket utstyr som omfattes av BIP-begrepet for å sikre nødvendig sammenheng mellom utstyr med særlige krav/egenskaper og prosjekterte løsninger for bygget/rommene.

Definisjonen av BIP-utstyr er omtalt tidligere i kapittelet. BIP utstyr vil ut fra dette oppfylle ett eller flere av de følgende kriteriene:

- Fastmontert i gulv, vegg eller tak. For gulvmontering utvises det skjønn på den måten at det stort sett kun er utstyr som er "fastskrudd" som tas med
- Har særlig stor vekt
- Har særlig store mål/dimensjoner
- Krever tilkobling til vann og/eller avløp
- Krever tilkopling til ventilasjonsanlegget
- Krever særlig tilkopling til gass- eller trykkluftanlegg
- Har spesielt stort effektbehov eller varmeavgivelse
- Krever fasttilkoplet elforsyning
- Har avvikende spenningsbehov, typisk 400Volt
- Krever nødstrøm eller UPS
- Skal tilkobles sentrale overvåkningsanlegg
- Avgir eller er følsom for ioniserende eller elektromagnetisk stråling
- Avgir eller er følsom for akustisk støy
- Avgir eller er følsom for mekaniske vibrasjoner

Med andre ord omfattes ikke utstyr som ikke stiller spesielle/særlige krav til de prosjekterte løsningene for rommet, f.eks. hvis behov for strømtilførsel kun medfører normalforsyning gjennom støpsel.

En særlig avgrensning gjelder for utstyr som kun i kraft av sitt volum/plassbehov må vurderes å være BIP. Ofte vil slikt utstyr ha andre egenskaper som klart definerer det som BIP, f.eks. vekt, tilkoblinger, oppheng eller annet. I de tilfeller der det kun er utstyrets volum som skal medføre at det er BIP, må det bygge på en konkret vurdering i det enkelte tilfelle. Utstyrets volum og/eller plassbehov må da være av en slik art at det må tas særlige hensyn til det ved møbleringen og/eller utformingen av rommet for at utstyret skal kunne klassifiseres som BIP.

Av det utstyret som blir klassifisert som BIP, vil det være store variasjoner mht. i hvilken grad det påvirker bygget. Noe utstyr vil kunne kreve prosjekterte løsninger som gjelder for det enkelte rommet det plasseres i (f.eks. nødvendig innfesting

Hovedprogram utstyr

i vegg), mens noe utstyr vil påvirke valg av bygg overgripende prosjekteringsløsninger (f.eks. bæreevne i dekke, himlingsløsninger, strømforsyning, ventilasjon mv.)

Selv om hvert enkelt utstyr i seg selv ikke er BIP, vil det for en del funksjoner/rom være viktig å se på den «totale BIP» for rommet – f.eks. totalt kjølebehov, totalt effektforbruk osv.

I mange prosjekter er det i tillegg til identifisering av BIP-utstyr, kommet mulighet for at man angir om utstyret skal modelleres i BIM. (Bygnings informasjons Modelling). Det er viktig at det er et klart skille på dette da det er mye utstyr som skal modelleres i BIM som ikke er BIP-utstyr. Angivelse av BIM har erstattet det som før ble angitt som «skal på tegning». Dette må det tas stilling til før oppstart av programmeringen.

3.4.2 Detaljeringsgrad av BIP-utstyr i ulike faser av prosjektet

Mulighetene for detaljering og konkretisering av problemstillingene rundt BIP-utstyr er avhengig av hvor langt romfunksjonsprogrammeringen og utstyrsplanleggingen har kommet. I nåværende fase vil en måtte fokusere på generelle, overordnede problemstillinger knyttet til ulike typer BIP-utstyr som vi antar skal inn i det nye sykehuset. Først når romfunksjonsprogram og utstyrslistene er utarbeidet, er det mulig å gi detaljerte opplysninger om BIP-utstyr i det enkelte rom/bygg avsnitt og angi detaljerte spesifikasjoner for hver enkelt artikkel. Som vedlegg til denne HPU er tatt inn generelle opplysninger om bygg- og installasjons påvirkning.

For noen typer utstyr vil det ikke være mulig å fastsette alle tekniske spesifikasjoner før utstyret er anskaffet/kontrahert. Dette skyldes at variasjonene mellom leverandørene er så store at den tekniske detaljprosjekteringen av rommene først kan gjøres når leverandør er valgt. Dette gjelder generelt alt fastmontert bildediagnostikk utstyr, røntgen, MR og større laboratorieutstyr. I tillegg gjelder det de fleste typer uttakssentraler.

Fremdriftsplanen for ulik detaljeringsgrad for BIP opplysninger er normalt:

Ved avsluttet forprosjekt:

- Oversikt over alle benyttede artikler som vurderes å være BIP, samt spesifikasjonene for disse artiklene
- Identifisering av overflyttbare artikler som har avvikende spesifikasjoner fra de sammenhørende artiklene som er lagt inn i bruttoprogrammet
- Angivelse i databasen av hvilke tekniske spesifikasjoner som gjelder for de overflyttbare artiklene som er BIP-markert

Ved avsluttet detaljprosjekt:

- Oversikt over hvilke artikler som har fått oppdatert de tekniske spesifikasjonene siden forprosjektfasen
- Oversikt over hvilke endringer som er gjort

3.4.3 BIP-utstyr og konsekvenser for byggeprosjektet

Det er en viktig suksessfaktor i byggeprosjektet å få samsvar mellom byggets tekniske utforming og det utstyret som skal benyttes. For å lykkes med dette, er det nødvendig at man i prosjekteringen tar hensyn til hvilke løsninger som må velges for at bygg- og/eller installasjonspåvirkende utstyr skal kunne monteres og fungere tilfredsstillende. Det anbefales derfor at man ved valg av overgripende prosjekteringsløsninger tar hensyn til de generelle forholdene som er nevnt over.

Når det gjelder spesifikke prosjekteringsløsninger, kan som nevnt utfyllende opplysninger om BIP utstyr først foreligge etter at utstyret er kontrahert og installasjons data for det enkelte rom er mottatt fra leverandør. Det anbefales at man tar hensyn til disse spesifikke opplysningene om BIP utstyr når de foreligger i henhold til utstyrsprosjektets fremdriftsplan. Et nært samarbeid mellom utstyr prosjektet og de prosjekterende kan medvirke til at slike utstyrsspesifikke krav ivaretas.

Hovedprogram utstyr

3.4.4 Bygningsmessige «krav»/anbefalinger.

For en del arealer i sykehus er de bygningsmessige forutsetningene avgjørende for at det er mulig å innrede arealene på en måte som gir optimale driftsforhold for de kliniske oppgavene, samt at løsningene gir fleksibilitet med tanke på fremtidige utskiftninger av utstyr.

Som nevnt tidligere vil det for noen typer utstyr ikke være mulig å fastsette alle tekniske spesifikasjoner før utstyret er anskaffet/kontrahert.

Prosjektet må tas stilling til hvordan dette skal håndteres; skal man avsette hvite områder eller prosjektere så langt det er mulig, og komplettere siden.

For å ivareta denne problemstillingen er det i tillegg til de punktene som er nevnt under, viktig at personell med kompetanse på medisinsk teknisk utstyr deltar aktivt når bygget prosjekteres.

«Støyende utstyr».

I den grad det er mulig bør man tilstrebe at støyende utstyr plasseres i tekniske rom, slik at det i størst mulig grad tar hensyn til HMS i rom hvor pasienter og personalet oppholder seg.

Bilediagnostikk

Det anbefales at minimum takhøyde i disse arealene er ca. 370 cm. fra gulv til betongdekket. Betongdekket over disse arealene bør tilrettelegges for montering av ankerskinner (unistrut eller lignende) i store deler av himlingsarealene.

Behandlingsarealer

Utforming av disse arealene er i betydelig grad avhengig av det utstyret som skal plasseres her, og vil også i stor grad være avhengig av hvilken leverandør man velger utstyr fra. Det vil være spesielle krav til betongtykkelse og utforming av arealer (p.g.a. strålebeskyttelse), takhøyder, belastninger og inntransportmuligheter for å nevne noen momenter.

Det anbefales derfor at man kontraherer utstyrslleverandør for disse arealene tidlig i forprosjektfasen og før man kontraherer bygg entreprenør.

Standardisering av rom vil kunne bidra til mer fleksible løsninger også sett fra et utstyrssynspunkt. Dette avhenger selvfølgelig av overordnede prinsipper for bruk av funksjonene.

4. Funksjonelle målsettinger og utstyrs-konsekvenser

I de rapportene som der er referert til under er det definert mål med virksomheten i etableringen av senter for protonterapi.

Protonterapi rapport, juni 2010 helsedirektoratet

Planlegging av norsk senter for partikkelterapi, 13.juni 2013

Planning for Regional Particle Therapy Facility at Haukeland University Hospital. Status November 2014

Regionale protonsentre – idéfaserapport

Rapport: SØA protonterapi, Sykehusbygg v1.00

Rapport: Kvalitetssikring idefase protonterapi, v1. 00

4.1 Funksjonelle målsettinger i HFP

Funksjonelle målsettinger i HFP angir målsettinger som er knyttet til funksjoner og funksjonelle enheter. Valg av utstyr og utstyrløsninger kan være avgjørende for å oppnå disse målsettingene, herunder mål om mer effektiv drift. Ved større sykehusprosjekt stilles det som regel krav til økt produktivitet, økte inntekter, reduserte driftskostnader med mer. Økte investeringer i utstyr kan begrunnes med målsetting om økte inntekter og reduserte driftskostnader herunder redusert bemanning.

4.2 Mål for den framtidige virksomheten

4.2.1 Samfunns mål

Innenfor kreftbehandling er prosjektets hovedmål at flere skal kunne overleve og kunne leve lengre med kreft. Et annet hovedmål er å øke livskvaliteten for kreftpasienter og pårørende.

4.2.2 Effekt mål

Viktige effekt mål er å bidra til økt grad av helbredelse, redusere langtidsskader og bidra til at flere kan leve et normalt liv etter kreftsykdom. Dette har særskilt betydning for barn og unge, som i større grad kan bli i stand til å fullføre skole og delta i arbeidslivet og leve et fullverdig liv. Det vil imidlertid også være viktig for voksne og eldre med utsikt til helbredelse. Dette kan oppnås med behandling av protoner og andre tyngre partikler som et alternativ til ordinær strålebehandling med fotoner, siden dette gjør det mulig å gi høyere stråledoser til dyptliggende svulstvev og tilsvarende lavere doser til nærliggende normalvev.

4.2.3 Resultat mål^[LKO1]

Konseptfasen skal utvikle et faglig godt grunnlag som gir tilstrekkelig sikkerhet for valg av det alternativet som best oppfyller målene innenfor definerte rammer. Konseptrapporten må gi nærmere medisinsk og økonomisk vurdering av hvilke pasientgrupper som har behov for slik behandling. Det må utarbeides et beslutningsunderlag som er i tråd med/ikke svakere enn det nasjonale systemet for innføring av nye metoder i spesialisthelsetjenesten.

Gjennom konseptfasen skal det leveres en rapport som sammen med de analyser som er gjort i tidligere faser, tilfredsstillende krav som følger av "Veileder for tidlig fase i sykehusprosjekter".

Gjennom konseptfasen skal det settes klare resultatmål til etablering av protonterapi. Disse skal være konkrete, målbare og knyttet til kvalitet, kostnad og tid.

4.3 Teknologisk utvikling

Erfaringer har vist at det er vanskelig å forutsi trender og utviklingstrekk som vil prege den medisinske utviklingen, selv over en tidshorison på bare 3 – 7 år. Dette kan skyldes brudd og knekk i utviklingstrender fordi overraskende teknologiske oppdagelser endrer premisene. Teknologisk utvikling har generelt en tidshorison som tilsvarer planlegging og gjennomføring av et byggeprosjekt for et nytt sykehus. En konsekvens av dette er at planleggingen for utstyrsanskaffelse må være tilstrekkelig fleksibelt, slik at det er mulig å implementere nye muligheter som kommer fram mot et ferdigstilt sykehus.

Utstyret som skal anskaffes må gjenspeile de funksjoner som sykehuset skal ivareta. Protonsenteret skal være et nasjonalt/lokalt anlegg. Ved evaluering av modell skal det bl.a. legges vekt på rekruttering og fag- og kompetanseutvikling, generalitet og fleksibilitet og mulighet til samhandling. Dette må gjenspeiles i valg av utstyr og tekniske løsninger. IKT løsninger bør sikte mot en enklest mulig samhandling mellom anleggene. Dersom det blir besluttet flere anlegg bør det vurderes felles anbud for anleggene.

Erfaringer fra andre sykehus tilsier også spesiell oppmerksomhet på den teknologiske utviklingen innen bildediagnostikk. Det er en betydelig effektiviseringsgevinst ved å få på plass en best mulig integrering mellom medisinsk teknisk utstyr og IKT-arkitekturen og pasientadministrative systemer. Dette bør være en gjennomgående tanke i alle deler av utstyrsanskaffelsen i prosjektet, og bør også avspeiles i bygget som helhet.

4.3.1 Forventet utvikling innen teknologi og medisin.

Teknologi er en av flere utviklingsfaktorer for medisinen som fag, og den medisinske utviklingen karakteriseres av et nært samspill med utviklingen innen teknologi og realvitenskap. I videste forstand omfatter medisinsk teknologi også medikamenter. I denne sammenheng diskuteres ikke dette aspektet videre. Med medisinsk teknologi menes her kunnskap og metoder som henger sammen med utstyr som benyttes i diagnostikk og behandling, dvs. medisinsk-teknisk utstyr (MTU).

Hovedtrekk i utviklingen er:

- Diagnostikk og behandling skjer mindre invasivt, og mer minimal- eller non invasivt.
- De tradisjonelle avbildningsmodaliteter gir digitale bilder med stadig bedre oppløsning og kortere opptakstid. Rask digital signalbehandling og visualisering i flere dimensjoner gir store forbedringer av metode og informasjonsverdi. (Skjermer som viser 3D og med 4K bildeoppløsning).
- Endoskopiske metoder er raskt på vei inn til erstatning for mange tradisjonelle kirurgiske prosedyrer.
- Større grad av automasjon ved diagnostiske laboratorier.
- Økt bruk av molekylærgenetisk diagnostikk.
- Teknologier smelter sammen, økende tverrfaglig integrasjon.
- Utstyrets generasjonslevetid blir kortere.
- Ny materialteknologi muliggjør utvikling av helt nye metoder (mikromaskinering og nano-teknologi)

Protonterapi

Prinsipielt består et anlegg for partikkelterapi av hovedkomponentene:

1) **Bygg:** Med spesielle krav til skjerming for de deler av bygget som rommer maskiner for generering og akselerasjon av partikler, stråletransport og strålebehandlingsaktivitet. Denne skjermingen vil normalt bestå av metertykk betong. Planløsning for et anlegg for partikkelterapi vil være avhengig av disponibel tomt, nærhet til andre nødvendige funksjoner for diagnostikk og kreftbehandling og størrelsen av anlegget.

2) **Ionkilde:** Materiale som inneholder grunnstoffet man ekstraherer ioner fra. Man har eksempelvis at H₂ gass anvendes for ekstraksjon av protoner, og f. eks. CH₄ anvendes for ekstraksjon av karbonioner ved karbonterapi.

Hovedprogram utstyr

3) **Akselerator:** Utstyr for økning av energien til de partiklene (ionene) man arbeider med.

A) Syklotroner, som er mest vanlig for protonanlegg.

B) Synkrotroner, som er ganske vanlig for protonanlegg, og mest vanlig for kombinasjonsanlegg hvor man anvender både protoner og tyngre (karbon) ioner. For synkrotroner må man pre akselerere de partikler man anvender i forkant av akseleratoren. Dette gjøres med en lineær- akselerator. Det er oftest slik at en akselerator leverer stråling til alle behandlingsrommene i et anlegg for partikkelterapi.

Kompakte akseleratorer og bygg

De mest kompakte synkrotronene for protonterapi som er bygget så langt har 6 bøyemagneter og en omkrets på 23 meter (diameter rundt 7 m) (Nagoya, Japan, Hitachi leverandør). Syklotronene er noe mindre (de minste på markedet har en diameter ned mot 2 m), men størrelsene begynner å bli sammenlignbare. De minste synkrotronene for karbonioner har en omkrets på 56 meter (diameter 18-20 m) (Gunma, Japan, NIRS/ Mitsubishi leverandør).

De mest kompakte anleggene utover dette gjør seg nytte av å bygge behandlingsrom og syklotron i høyden, slik at fotavtrykket for bygget kan bli helt ned i 16 x 20 m² (Aizawa, Japan, Sumitomo leverandør), eller montere syklotronen på gantry slik at denne roterer med behandlingsstrålen (St. Louis, Missouri, Mevion leverandør) – og bygget får et fotavtrykk ned mot 15 x 15 m². Begge disse løsningene har kun ett behandlingsrom og det er ingen andre støttefunksjoner i samme bygg – slik at det kan fungere som et lite tilbygg til, eller utvidelse av, en eksisterende stråleterapiklinikk.

Tekniske løsninger for protonterapi

Kommersielt tilgjengelige proton akseleratorer for klinisk bruk inkluderer isokrone syklotroner, synkro-syklotroner og synkrotroner. Majoriteten av alle operativ proton anlegg er basert på isokrone syklotroner, som også har den mest modne utforming og pålitelige kontinuerlig stråle strøm. Syklotron baserte anlegg tilbys av store leverandører, inkludert IBA, Varian og Sumitomo for å nevne noen. Disse syklotronene leverer en pålitelig stråle med en fast energi fra 230-250 MeV. Syklotroner krever tilstrekkelig skjerming siden de også produserer noe strålings aktivering.

Vedlikehold er litt mer utfordrende på grunn av behovet for strålingsbeskyttelse, men aktivering i disse maskinene er stort sett kortvarige elementer. Kompakte synkro-syklotroner tilbys av flere kommersielle leverandører (IBA Proteus One og Mevion S250). I motsetning til isokrone syklotroner oppnås relativistisk stabilitet ved å variere frekvensen til radiofrekvensfeltet i hver akselererende syklus, noe som resulterer i en svakere og pulset stråle, typisk på kHz skalaen. Dette kan være problematisk for dose levering av «Pencil beam» stråling.

Synkro-syklotroner gir generelt lavere strålestrømmer og høyere stråle tap enn isokrone syklotroner, men likevel vil det oppnås tilstrekkelig strøm på minst 20 nA. Siden begge syklotrontypene frembringe protoner med en gitt energi, er det nødvendig med en energi degraderer for å redusere stråleenergi for å samsvare med den ønskede partikkelområde. Den degraderte strålen er ikke monoenergetisk og de fleste systemer har derfor et energivalg system etter degraderingen for å sikre en monoenergetisk stråle som er så skarp som mulig.

Synkrotron-baserte proton fasiliteter tilbys av flere leverandører (Hitachi, Mitsubishi, Optivus og PROTOM). Synkrotroner har en større omkrets enn syklotroner men en lavere vekt pr. m². Synkrotroner kan akselerere ioner opp til en energi begrenset av den magnetiske stivheten til avbøyningsmagneten. En synkrotron stråle har veldig skarp energi oppløsning og lav stråle emittering. Imidlertid er synkrotroner pulserende akseleratorer, der strålen vekselvis akselereres og deretter distribueres ut i løpet av sekunder.

Typisk er de oppnådde doserater lavere enn for syklotroner, noe som kan komplisere muligheten for rask «re-painting», rask kontinuerlig «pencil beam» skanning, eller samtidig multi-rom behandling.

I motsetning til syklotroner, vil synkrotroner være i stand til å akselerere andre ladede partikler, og derved, i det minste teknisk, åpne muligheten for å få tilgang til ion typer tyngre enn protoner ved tilsvarende lavere energier i forsknings hvelvet. Selv om dette ikke kan bli anvendt for pasientbehandlinger på grunn av den lave energien som er tilgjengelig fra proton synkrotroner, er dette likevel interessant for forskning i fysikk og strålebiologi.

Synkrotroner har meget høy utvinnings effektivitet, og ingen behov for energi degradering. Dette betyr mindre strålings aktivering av materiale. I motsetning til syklotroner, kan man ved synkrotroner få umiddelbar tilgang etter at de stenges ned for vedlikehold.

Nye akselerator prinsipper

Hovedprogram utstyr

For avlevering av partikkelstråling foregår det en betydelig forskning og utvikling både mot mer kompakte akseleratorløsninger for partikkelterapi og mot hvordan partikkelstrålen best kan styres frem mot pasienten. «Spot-scanning» prinsippet, som har blitt utviklet de siste årene, er et eksempel på dette. Dette er forskning og utvikling som foregår i en industriell setting, ofte i tett samarbeid med akademiske fysikkgrupper, og som i første omgang ikke vil være en prioritert ambisjon for et norsk senter. På lengre sikt kan man imidlertid tenke seg at slik forskning og utvikling kan genereres som «spin-off» fra et norsk senter for partikkelterapi.

Nye akseleratorer konsepter blir undersøkt og utforsket av flere interessenter og leverandører. Vanligvis tar de enten sikte på å gjøre akseleratorer mindre og billigere, eller raskere og kraftigere.

For å redusere noen av ulempene ved synkrotroner, undersøker flere prosjekter «fast cycling» synkrotroner. Basert på konvensjonell synkrotron teknologi, kan stråle uttak gjøres til enhver tid i løpet av akselerasjonssyklusen, og øker repetisjons frekvens til synkrotroner i størrelsesorden en til to ganger (for eksempel 10 Hz). Konseptet har vist seg å fungere i ulike laboratorietoppsett, til tross for tekniske utfordringer. En lignende strategi for å øke effektiviteten til synkrotroner er *Fixed Field Alternating Gradient synkrotroner (FFAGs)*. Dette kan til en viss grad betraktes som en hybrid av en synkrotron og en syklotron i den forstand at strålen inne i synkrotronen ikke følge en fast bane, men øker sin radius langs et nøye utformet magnetfelt og stor stråle blenderåpning. Prototyper for proton akselerasjon har blitt bygget og intense stråler med akselerasjon repetisjon verdier rundt noen 100 Hz har vært demonstrert som vellykket.

Laser induert partikkelakselerasjon har fått mye oppmerksomhet de siste årene, da svært intense laserpulser har blitt lettere tilgjengelig. Oppfinnelsen og utvikling av «chirped» puls forsterkning på 1980-tallet har ført til små bord lasere, med økende kraft per puls. I denne tilnærmingen, blir elektroner akselerert i et elektrisk felt av plasma fra en intens laserpuls. Disse elektronene genererer igjen et elektrisk felt som kan akselerere tyngre ladede partikler, som protoner. Ideen er å montere en slik høy-energi partikkelkilde direkte på et lett gantry, for å unngå behovet for tunge styrings- og fokuserings magneter. En utfordring er at de genererte protonene har et bredt energispektrum og dårlig reproducerbarhet. For å gjøre det mono-energisik, er det behov for et system for valg av energi, noe som potensielt kan gå på bekostning av å bygge en kompakt akselerator.

Et annet konsept er «dielectric wall» akselerator. «Dielectric wall» er materialer som er konstruert for å tåle høye energi gradienter, inntil 100 MV/m, i prinsippet slik at 250 MeV protoner kan akselereres i en 2,5 meter akselerator. Men selv om slike høye gradienter har blitt vist i laboratorieforsøk for veldig korte spenningspulser, er den kliniske realisering av «dielectric wall» akselerator i overskuelig fremtid ansett å være svært optimistisk. En 2,5 meter kompakt proton akselerator kan være montert på et proton-gantry, men man trenger likevel et stråle diagnostisk system, og et stråle-skanning system, som igjen øker størrelsen.

Ingen av de teknologier som er nevnt i denne delen er forventet å være kommersielt tilgjengelig i løpet av de neste 5-10 årene. Skulle en ny teknologi blitt klinisk tilgjengelig, bør den naturligvis vurderes nøye.

4) Energi utvelgessystem: For finjustering av partikkelenergi etter akseleratorleddet, for optimal tilpasning av energifordelingen slik at den blir som i den enkelte pasients individuelle behandlingsplan. På grunn av produksjon av uønsket stråling, er dette systemet vanligvis plassert mellom akseleratoren og behandlingsrommene et stykke unna pasientene.

5) Energi utspredessystem: Det finnes forskjellige teknikker for å generere en fordeling i dybden av energitoppen, den såkalte Bragg Peak, like før partiklene stanser opp i vevet. En utvidelse av denne toppen oppnås ved generering av en såkalt utspredt Bragg Peak; Spread Out Bragg Peak.

6) Stråletransportsystem: Strålelinjer for distribusjon av akselererte og energi justerte partikler mellom akselerator og behandlingsrommene. Består av rør og en rekke magneter for stråleavbøying og strålefokusering.

Gantry eller faste strålen linjer

Tradisjonelt ble proton anlegg utstyrt med faste strålelinjer, og den første løsningen med gantry ble introdusert i Loma Linda og ved PSI i 1990-årene. Selv om proton-gantryer er store mekaniske konstruksjoner med en vekt på typisk 100 tonn, er de nødvendige for å sikre mulighet for stråling fra ulike vinkler. Alle kommersielt tilgjengelige proton systemer har minst en gantry-løsning med mulighet for rotasjon fra 180 ° -360 °. Generelt vil et gantry med mulighet for full rotasjon øke fleksibiliteten i behandling planlegging, og også begrenser behovet for bevegelse av pasientbordet, for derved å forkorte

Hovedprogram utstyr

behandlingstiden. I de kompakte systemene, kan den redusert avstand mellom pasienten og til kilden føre til et kompromiss i forhold til kvaliteten på det klinisk behandling feltet på grunn av den reduserte feltstørrelsen.

7) **Strålehode («beam nozzle»):** Ved utløpet av strålelinjen er det et komplekst strålehode for forming og kontroll av behandlingsfeltet.

8) System for styring av stråling:

Her er det to hovedteknikker:

A) *Aktiv bestråling* (aktiv skanning), hvor partikkelstrålen styres med magneter slik at hele målvolumet (svulsten) bestråles ved at en relativt tynn partikkelstråle forflyttes over målvolumet og ved at man endrer energien, slik at man lagvis og punktvis dekker hele målvolumet med ønsket dose, såkalt Pencil Beam Scanning. Dette fordrer et komplekst system med magneter like ved utløpet av strålelinjen. Teknikken er under kraftig utvikling og den er lovende med tanke på å unngå produksjon av nøytroner ved behandling. Stadig flere anlegg anvender aktiv skanning teknikk.

B) *Passiv bestråling* (passiv skanning), en sprede teknikk, hvor man bestråler hele målvolumet (svulsten) samtidig. Strålefeltet blir først spredt ut og utvidet til en størrelse som dekker hele bestrålingsområdet i pasienten. Dette feltet må deretter innsnevres ved å anvende bly og tungmetallblokker til å forme det strålefeltet som pasienten behandles med. Teknikken er beheftet med produksjon av uønsket nøytronstråling nær pasienten. Den passive teknikken er til gjengjeld noe mer robust i forhold til bevegelse av målvolumet under bestråling enn den aktive teknikken.

Forskning og utvikling for aktiv behandlingsteknikk:

Den aktive behandlingsteknikken er den mest avanserte bestrålingsteknikken innenfor partikkelterapi, både for protoner og for tyngre ioner. Ved aktiv bestråling styres små stråleknipper, Pencil Beam, med typisk diameter for strålen på 1-2 millimeter, ved bruk av magneter slik at man punkt bestråler pasienten, med såkalt Pencil Beam Scanning, lag for lag gjennom det målvolum som behandles.

Behandlingen tar utgangspunkt i at målvolumet (tumor med marginer) deles inn i mange tynne lag i stråleretningen. Hvert lag vil representere et dyp som må bestråles med en passende stråleenergi. Ved å endre energien til strålene mellom hvert av lagene vil man behandle hele målvolumet med det nødvendige antall stråleenergi.

Man starter her med bestråling av laget på det største dypet, med den høyeste aktuelle stråleenergi. Posisjonen til stråleknippet styres med magnetfelt slik at enten i) hele dette laget blir punktbestrålt (bestråling-flytting av stråleknippet til ny posisjon-bestråling – «Step-and-Shot») eller ii) slik at dette laget blir dekket ved kontinuerlig bestråling av stråleknippet, mens dette forflyttes systematisk og med kontinuerlig bestråling over hele målvolumet i dette laget. Idet hele målvolumet i det aktuelle lag er bestrålt, endres stråleenergien slik at neste lag av målvolumet kan i) punkt bestråles eller ii) sveipes over som forklart ovenfor. Man ser at det er utfordringer i kontroll med posisjonen av stråleknippet og, ikke minst, knyttet til bevegelige mål (pustebevegelse og organbevegelse) ved en slik punktbestråling med aktiv magnetstyrt teknikk.

Det foregår et omfattende forsknings- og utviklingsarbeid for aktiv bestrålingsteknikk. Det antas at det er den aktive teknikk som vil dominere innenfor partikkelterapi i fremtiden. Stadig hurtigere responstid i systemene, både med tanke på hurtigere endring av energi, hurtigere og mer presis endring av posisjonen til strålen, hurtigere og mer presis verifikasjon av posisjonen til strålen, og bedre systemer for å verifisere hvor i kroppen doseavsetningen fant sted, vil bidra til at behandlingstiden ved aktiv bestrålingsteknikk ventes å bli drastisk redusert i årene som kommer. Utviklingen vil ventelig også få konsekvenser i positiv retning for hvor presist man kan bestråle et målvolum med partikkelterapi og for hvor sikker man kan være på at man dekker målvolum i bevegelse under bestråling.

9) **Gantry:** Utstyr for å kunne bestråle pasienten fra flere retninger, anvendes et såkalt gantry. Ved anvendelse av et gantry, vil den avsluttende del av strålelinjen og strålehodet, med fokuseringsmagneter og annet utstyr, plasseres i en egen modul som kan rotere enten 180° eller 360° rundt pasienten.

All fotonstrålebehandling med lineærakseleratorer foregår ved bruk av gantry. For protonbehandling er gantryløsninger veletablert og alle leverandører vil tilby slike løsninger av ulikt format. Utviklingstrenden er at designet og størrelsen blir mindre – og det minste vi har fått demonstrert viste en halvering av dybden sammenlignet med det som har vært standard. Dette tillater mindre bygningsmasse. Det finnes også gantry løsninger som gir noe redusert bevegelsesmulighet, men også tilsvarende mindre behandlingsrom og bygningsmasse. For karbonioner er den hittil eneste utbygde gantry løsningen ved HIT, Heidelberg i Tyskland, og er et enormt maskineri på 600 tonn. Ved NIRS, Chiba i Japan, er det igangsatt design og

Hovedprogram utstyr

bygging av et karbon-gantry som skal være halvparten så stort som det i Heidelberg og benytte superkjølede teknologi. Rommet er allerede klart og Toshiba har fått oppdraget med å bygge dette.

10) **Kvalitetskontrollsystem:** For kontroll og verifikasjon av strålelinjenes beskaffenhet og kontroll, kalibrering og verifikasjon av de fysiske egenskaper til partikkelstrålene, herunder målinger av dosefordelinger og dose intensitet.

11) **Behandlingsbord:** Som pasienten ligger på, bordet vil ofte være kontrollert av en robot og er utstyrt for meget presis posisjonering og det vil være utstyrt for fiksering av pasienten i behandlingsposisjon.

Løsninger i behandlingsrommet

Dagens og fremtidens utvikling fokuserer på bedre og raskere utstyr og programvare for å levere spots-scanning og avansert partikkelbehandling, samt doseplansystemer for å planlegge mer og mer sofistikerte behandlingsmetoder. Det er å forvente at partikkelterapiutviklingen i fremtiden vil ta opp i seg mye av den utviklingen fotonbasert stråleterapi har vært igjennom vedrørende doseplanlegging og leveringsteknikker (for eksempel rotasjonsbehandling og kombinasjon av dette og spots-scanning/IMPT). For dagens partikkelbehandling finnes det mange muligheter for avbildningsutstyr i behandlingsrommet og det er stor pågående utviklingsaktivitet. Løsninger som delvis er introdusert og som det vil komme mer av er on-line og off-line PET for å monitorere doseavsetning, CBCT og in-room CT for posisjonering og monitorering av pasient-anatomi og sannsynligvis flere avanserte modaliteter i eller i tilknytning til behandlingsrommet.

12) **Diagnostisk utstyr:** I behandlingsrommet for verifikasjon av riktig posisjon for pasienten i behandlingssituasjon. Dette kan være røntgen utstyr, CT og PET- skanner plassert like i nærheten av pasienten.

Pasient posisjonering og bildeveiledning

Pasientposisjoneringssystem er tradisjonelt et pasientbord, men ny utvikling i partikkel terapi systemer bruker robot bord. 6D robot bord med millimeter nøyaktighet har blitt innført. Geometriske og romlige presisjon oppnås tilpasset for pasient-belastningen på bordet, noe som maksimerer posisjoneringen.

Et viktig tema for optimal bruk av protonterapi er høykvalitets bildestyrt oppsett for nøyaktig pasient posisjonering og for effektivisering av behandlingstiden i rommet. 3D bildebehandling – ved bruk av CBCT eller andre 3D bildeframstillinger kan muliggjøre mer presist oppsett, overvåke anatomiske endringer og «adaptiv» terapi.

Evne til å levere store felt i rimelig tid er viktig, ikke bare for å ha høy pasient gjennomstrømning og komfort for pasienten, men også for å muliggjøre optimal dosefordeling og minimalisere behovet for kritiske «field junctions» i f.eks. behandling av medulloblastoma.

Teknologien som benyttes for å produsere partikkelstråling er velkjent og bygger på årelang tradisjon og utvikling. Alle kommersielle og aktuelle løsninger p.t. baseres på en synkrotron eller en syklotron. I arbeid med utredningen har man ikke kommet over andre akselerasjonsløsninger som er mulige innen nærmeste fremtid. Hoved utviklingen de nærmeste årene (5-10 år) ser ut til å fokusere på å gjøre anleggene mer kompakte, både med tanke på synkro- og syklotroner, samt leveringsløsningene i behandlingsrommene, der kompakte gantry ser ut til å være hoved løsningen. Ellers vil utviklingen innen partikkelterapi de nærmeste årene være i behandlingsrommet, ved hardware og programvareutvikling for leveringsløsninger av behandlingsstrålen, og avbildningsutstyr for å sikre korrekt levering av behandlingen og diagnostisk oppfølging.

Forskning og utvikling for teknikker, utstyr og maskiner for partikkelterapi

For tiden er det stor aktivitet hos flere leverandører på verdensbasis innen utvikling av stadig mer kompakte og effektive anlegg for partikkelterapi. Samtlige aktører arbeider med utvikling av konseptet for hurtig og presis avlevering av stråldose til målvolumet, inkludert sanntidsverifikasjon av dosefordeling i kroppen. Dette gir særskilte utfordringer i forhold til valg av utstyr for en norsk løsning.

Kjernes spørsmålet blir om skal man velge systemer som har vist seg å være stabile og velfungerende fra etablerte leverandører med dokumentasjon i form av mange behandlede pasienter ved deres anlegg, eller skal man se fremover mot de løsningene som er under utvikling.

Det forventes at det i løpet av de kommende 2-5 år vil komme løsninger både for protonanlegg og kombinasjonsanlegg som

Hovedprogram utstyr

vil kreve vesentlig mindre plass til akseleratorer og behandlingsrom, inkludert de med roterbare gantry. Et vesentlig aspekt ved dette er den stadig mer omfattende bruken av superledende magneter, både i de medisinske akseleratorene, som i dag produseres med konvensjonelle magneter, og i strålelinjene. Ved NIRS i Chiba i Japan jobbes det med et konsept for bygging av 360° roterbart gantry for karbonterapi, hvor bruken av superledende magneter, påmontert selve gantry, reduserer størrelse og vekt av gantry vesentlig. Ved HIT, Heidelberg, har man verdens eneste gantry for klinisk stråle-behandling med karbonioner pr. 2013. HIT sitt karbon-gantry veier mer enn 600 tonn og har en diameter på om lag 13 m. Ved NIRS ønsker man i løpet av de neste par årene, sammen med Toshiba Corporation, å utvikle og bygge et superledende karbon-gantry med en diameter på om lag 11 m. og en vekt på omlag 170 tonn. Toshiba Corporation har levert vesentlige deler til den superledende synkrotron baserte kollisjonsmaskinen, Large Hadron Collider - LHC, ved CERN, noe som indikerer at selskapet har høy kompetanse innen utvikling av superledende magnetsystemer og har erfaring med sammenstilling av komplekse systemer.

Det å plassere superledende magneter og deres kjølesystem på selve den roterbare delen av gantry, vil ha som konsekvens at man kan redusere bøyeradiusen til de partiklene (karbonionene) man må styre og bøye fra strålelinjens inngang frem til pasientens posisjon. De superledende magnetene vil transportere en vesentlig høyere strøm. Dette betyr at det settes opp et vesentlig høyere magnetfelt fra en superledende magnet enn en konvensjonell elektromagnet. Det høyere magnetfeltet vil innebære en øket avbøyningskraft. Dette betyr at systemet på et mindre romlig område kan styre og avbøye de elektrisk ladde, høyenergetiske, partiklene. Dette vil muliggjøre skarpere avbøyningsradier i dette området. Dette vil i sin tur medføre en komprimering av utstyret. Følgelig vil man oppnå en nedskalering for det utstyret hvor man anvender superledende magneter.

Konseptet som en av leverandørene har med plassering av en superledende synkro-syklotron direkte på et roterbart proton-gantry er meget løfterikt med tanke på kompaktet og ved at man unngår å bruke tid på og vente på ledig stråle, noe som tentativt følger anlegg med mer enn 1 behandlingsrom pr akselerator.

Videre er det viktig at klinisk personale holder seg orientert om utviklingen av teknologi innenfor sitt område gjennom prosjektperioden.

4.3.2 *Integrasjon mellom utstyr og IKT*

Integrasjonen mellom MTU og IKT-systemer er nødvendig for å oppnå best mulig arbeids- og pasientflyt. MTU bør derfor i størst mulig grad knyttes opp mot laboratorie-datasystem, elektronisk pasientjournal (EPJ) og elektronisk kurve, evt. andre systemer. Alle som er autorisert og trenger pasientopplysninger i behandlingsøyemed må raskt kunne finne all nødvendig pasientinformasjon via færrest mulig systemer. Effektivisering og endrede arbeidsmetoder på bakgrunnen av nye MTU-IKT løsninger kan medføre endringer som bør forankres i logistikkplanleggingen.

Ved innføring av integrasjoner mellom MTU, kliniske applikasjoner og lagringssystemer benyttes den regionale IKT-arkitekturen som grunnlag med eventuelle lokale tilpasninger. De tekniske begrensningene og utfordringene i IKT-arkitekturen må avklares før anskaffelse av utstyr. Det ligger betydelige utfordringer i denne integrasjonen, som kan ivaretas ved å etablere et tidlig samarbeid mellom IKT- og utstyrsprosjekt. Overordnede regional/nasjonal satsning bør også gjenspeile nye behov knyttet til etablering av protonanlegg og den samhandling det legges opp til mellom anleggene.

For å kunne integrere utstyr mot øvrige kliniske og administrative systemer, er det en forutsetning at utstyret benytter standarder for informasjonsutveksling. Det bør undersøkes nøye hvilke typer integrasjoner, basert på hvilke standarder, som støttes av de pasientadministrative systemene før anskaffelse av utstyr. Det er nødvendig å ha spesielt fokus at riktige data oversendes til de administrative systemene. Dataene/informasjonen benyttes direkte til beslutningsprosesser for behandling av pasientene, så det er særdeles viktig at det er konsistens i dataene som presenteres i disse systemene. Det er også viktig å avklare hvilke felles rammer/systemkrav som er/blir satt for prosjektet.

Det er viktig at endring i de grunnleggende datasystemene fortløpende tas inn i prosjektet da de forventes å gi store endringer i mulighet for integrasjon mellom MTU og IKT.

Feil/nedetid på komponenter i IKT-infrastrukturen vil påvirke pasientbehandlingen. Det må derfor etableres robust

Hovedprogram utstyr

infrastruktur i tråd med regional MTU-arkitektur. Utvikling av lokal organisering og kompetanse innenfor IKT-området vil være viktig for raskt å kunne håndtere avvik og redusere nedetid på utstyr og systemer. Videre vil det være viktig med samarbeid med eksterne tjenesteleverandører.

Da kravet til sikker lagring av data er økende, går utviklingen mot et større antall integrasjoner mellom MTU og andre systemer. Da hver integrasjon krever detaljert kunnskap til IKT-arkitekturen, de kliniske og pasientadministrative systemene og det spesifikke medisinsk-tekniske utstyret, bør det i utstyrsprosjektet etableres en strategi for hvordan denne økningen av antall integrasjoner skal håndteres. Målet bør være å minimere antall integrasjoner som krever spesiell tilrettelegging.

4.4 Utstyrskonsekvenser ved ulike alternativ

4.5 Gjennomgang av spesielt kostbart og dimensjonerende utstyr

I dette kapittelet er det beskrevet spesielt kostbart og dimensjonerende utstyr basert på de forutsetningene som ligger til grunn for de ulike alternativene.

I tillegg er det i hvert delkapittel beskrevet spesielt kostbart og dimensjonerende utstyr som pr. dato ikke er en del av de planlagte aktivitetene i anleggene, men som på grunn av medisinsk og/eller teknologisk utvikling kan bli aktuelle på lengre sikt.

Tabellene under gir en oversikt over spesielt kostnadskrevede utstyr som vies særskilt oppmerksomhet i utviklingsplanen. De oppgitte prisintervaller er ment å gi et bilde av prisnivået og representerer ikke ferdigforhandlede priser fra noen prosjekter.

4.5.1 Behandlingsrom (Bunkerdel)

Behandlingsrommene med tilhørende tekniske rom vil medføre spesielt kostbart og dimensjonerende utstyr. Disse arealene er krevende bygningsmessig og inneholder høyteknologisk, dimensjonerende og meget kostbart utstyr.

Medisinsk-teknisk utstyr og områder av spesiell interesse	
Ca. kostnad (ekskl. mva.)	Type utstyr
150 mill.kr. - 235 mill.kr.	Syklotron, beamline, og et behandlingsrom m/roterende gantry
300 mill.kr. - 325 mill.kr.	Syklotron, beamline, og to behandlingsrom m/roterende gantry
65 mill.kr. - 125 mill.kr.	Behandlingsrom roterende gantry
5.5 mill.kr. - 22 mill.kr.	Forskningsrom, fixed beam
20 mill.kr.	Forskningsrom, scanned beam
Karbonanlegg	
980 mill.kr.	2 behandlingsrom, 1 forskningsrom
600 mill.kr.	Syklotron og beamline
110 mill.kr.	Behandlingsrom fixed beam
46 mill.kr.	Forskningsrom med fixed beam

4.5.2 Klinikkarealer

Billeddiagnostikk vil medføre spesielt kostbart og dimensjonerende utstyr. Disse arealene er krevende bygningsmessig og inneholder høyteknologisk, dimensjonerende og kostbart utstyr.

Den teknologiske utviklingen innen disse områdene går også veldig raskt og gjør at ny teknologi må være mulig å

Hovedprogram utstyr

implementere.

Arealer for røntgen/radiologi er byggeteknisk krevende og utstyret med tilhørende tekniske- og bi-rom er arealkrevende. Arealstandarden som legges til grunn for disse spesialrommene må kvalitetssikres for å sikre optimale løsninger for å oppnå de funksjonelle målsetninger og god pasientflyt.

Medisinsk-teknisk utstyr og områder av spesiell interesse	
Ca. kostnad (ekskl. mva.)	Type utstyr
Ca. 30 MNOK	PET-CT
Ca. 12 - 17 MNOK	3T MR
Ca. 8 - 12 MNOK	CT, 1,5T MR
Ca. 35.000 – 40.000 kr. pr. m2 BTA	Bilddiagnostikk

5. Planprosessen

Sykehusutbygging er en omfattende og komplisert prosess. Omfattende fordi byggeprosjektene fysiske og økonomiske omfang kan være store; komplisert fordi svært mange aktiviteter griper inn i, og er avhengige av, hverandre.

I denne beskrivelsen av planprosessen benyttes *programmering* om de aktiviteter som fører fram til krav til bygg og utstyr. *Prosjektering* er å planlegge løsninger basert på kravene.

Planprosessen preges av noen viktige forhold:

- Programmering av bygg og utstyr legger grunnlag for prosjekteringen av bygget. Det betyr at bygget skal løses slik at den framtidige virksomhetens i rommene kan ivaretas
- Prosjektering av bygget er den tidskritiske og mest kostnadskrevene av planleggingsaktivitetene. Derfor må programmering legges opp slik at prosjekteringen får nødvendig informasjon til rett tid

Sentrale sammenhenger mellom programmering og prosjektering som bør ivaretas helt fra prosjektstart:

- Konkrete krav til bygget som fremkommer gjennom funksjonsprogrammering og utstyrs programmering, bør holdes oppdatert gjennom hele prosjektperioden. Overordnede programmerings dokumenter som HPU og HFP/delfunksjonsprogram holdes ikke løpende oppdatert gjennom prosjektet, men de konkrete krav til bygget som fremkommer i disse dokumentene (for eksempel areal rammer og budsjett/kalkyler), holdes oppdatert
- Ved ferdigstilling av byggeprosjektet, bør de konkrete programmeringskravene til bygget samsvare med den prosjekterte og leverte løsningen. Eventuelle avvik mellom programdokumenter og prosjektert løsning skal dokumenteres.

Ved siden av å sikre byggherrekra i prosjektene, forenkler en slik ivaretagelse av forholdet mellom programmering og prosjektering en etterfølgende evaluering av leverte løsninger.

Rom- og utstyrsprogrammering bør gjøres i felles dataverktøy som også sikrer god kommunikasjon mot prosjektering og bygging bl.a. ved å bruke verktøy med åpne standarder som sikrer enkel utveksling av data.

Aktørene i utstyrsplanlegging og -anskaffelse vil ønske å foreta utstyrs valg så sent som mulig for å få det mest moderne og velprøvde utstyr som er på markedet ved sykehusets ibruktakelse. Dette vil kunne være i konflikt med prosjekterings behov for utstyrsinformasjon tidnok for byggingens fremdrift. Å finne en god balanse i denne konflikten er en viktig utfordring i detaljeringen av arbeidsprosessen videre. Det bør derfor utarbeides konkrete planer for hvilke utstyrsinformasjoner utstyrsprosjektet skal avgi til byggprosjekteringen på hvilket tidspunkt.

5.1 Plan for gjennomføring av forprogrammering

Hovedformålet med forprosjektet er å legge grunnlag for kalkyle og prioritering av innkjøp, samt å være grunnlag for prosjekterings forprosjekt.

5.1.1 Målsettinger for utstyrsprosjektet

Hovedmålsettingene for utstyrsprosjektet er:

- Utruste de berørte funksjonene med moderne, effektivt utstyr (nyanskaffelser) som i kostnad og kapasitet er tilpasset denne helseinstitusjonen på et nivå som minst viderefører dagens utstyrs standard
- Sikre at utstyr som anskaffes er sikkert/sertifisert, brukervennlig og miljøvennlig
- Sikre ansatte i driftsorganisasjonen medvirkning i valg av teknologi og løsninger
- Sikre til sambruk av teknologi/utstyr der det er mulig
- Bidra gjennom innkjøpsprosessen til å gi brukerne av utstyret god og tilstrekkelig opplæring, slik at utstyret utnyttes

Hovedprogram utstyr

- best mulig, samt skaper god behandlingseffekt og trygghet
- Beskrive utstyret slik at all nødvendig informasjon som kan påvirke utforming/dimensjonering/utrusting av byggene (dvs. alt bygg og installasjonspåvirkende utstyr) blir registrert med alle nødvendige data
- Fastslå tidspunkt for når nytt utstyr skal kjøpes inn

Det skal opprettes utstyrslistor hvor utstyret kan tildeles ulike prioriteter. Prioritering av utstyr, sammen med bruk av standard utstyrslistor, skal også bidra til likeverdig standard for alle funksjonsarealer og vil også bidra til fokus på økonomistyring av utstyrsbudsjettet.

De viktigste *suksesskriteriene* for utstyrsprosjektet er:

- Planleggingen og anskaffelsen skal gjennomføres innenfor definerte tids- og kostnadsrammer
- Planleggingen og anskaffelsen må involvere brukerne av utstyret på en hensiktsmessig måte
- Driftsorganisasjonen må ha en klart definert ledelse for å koordinere og sikre brukermedvirkning i alle faser
- Utstyrsprosjektet må sikres tilstrekkelig kompetanse og ressurser til gjennomføringen
- Utstyrsprosjektet må ha en klart definert ledelse som ivaretar rapportering og informasjonsutveksling med andre deler av byggeprosjektet

5.1.2 Faser i utstyrsprosjektet

Hovedfasene i utstyrsprosjektet etter at HPU er utarbeidet, er:

- Forprosjekt brukerutstyr
- Detaljprosjekt brukerutstyr
- Anskaffelse av brukerutstyr
- Mottak, kontroll og overtakelse av brukerutstyr
- Opplæring og ibruktakelse av utstyret

Det er kritiske avhengigheter mellom prosjektering og bygging på den ene side og utstyrsanskaffelse på den annen. Planprosessen for prosjektet samlet må derfor gjennomføres på en slik måte at disse avhengighetene blir ivaretatt. I HPU er det foreslått flere konkrete tiltak som anbefales iverksatt for å sikre at byggeprosjektet, IKT planleggingen og utstyrsplanleggingen samkjøres i nødvendig grad.

I tillegg til selve gjennomføringen er det viktig å sikre at organisasjonen har personell med riktig kompetanse i de ulike fasene. Det bør være personell med kompetanse på medisinsk utstyr, IKT, offentlig anskaffelse, prosjektkompetanse, sykehusplanlegging og drift av sykehus.

Det er særdeles viktig at driftsorganisasjonen har en strategi på brukermedvirkningen slik at man får de nødvendige innspill til riktig tid gjennom alle faser av prosjektet. Brukermedvirkningen må ha en klart definert ledelse.

5.1.3 Organisering av utstyrsprosjektet

Ut fra dette følger det at utstyrsprosjektet anbefales organisert med en egen *utstyrsleder* som ansvarlig for gjennomføring av utstyrsprosjektet. Dette bør være avklart ved oppstart av forprosjektet. Vedkommende må sikres tilgang på tilstrekkelig kompetanse og ressurser for gjennomføring av planlegging og anskaffelse av brukerutstyret. I de fleste sykehusprosjekter av noen størrelse, løses dette normalt gjennom en kombinasjon av en mindre kjernegruppe av personer ansatt i prosjektet, kombinert med kjøp av eksterne tjenester i ulike faser av gjennomføringen.

Utstyr som budsjettmessig regnes som byggetutstyr, planlegges vanligvis av de prosjekterende (arkitekt, rådgivende ingeniør elektro og rådgivende ingeniør VVS). Utstyr som budsjettmessig regnes som brukerutstyr, planlegges vanligvis i en annen prosess med egne rådgivere og til dels sterk ansatte medvirkning.

Forprosjektet omfatter både et *brutto-* og *nettoprogram* utstyr. Bruttoprogrammet omfatter alt utstyr (av en viss betydning)

Hovedprogram utstyr

som skal inn i rommet, mens nettoprogrammet angir hva av dette utstyret som skal nyanskaffes:

- a) Først utarbeides bruttoprogram utstyr som er en detaljert plan over alt nødvendig utstyr i alle rom, uavhengig av om noe av dette skal flyttes over fra det eksisterende sykehuset. Bruttoprogrammet er viktig for å gi en total oversikt over hvilket utstyr som er nødvendig for å kunne utføre forutsatt funksjon, og gir bl.a. prosjekteringen informasjon om eventuelle bygg avhengigheter uavhengig av om utstyret skal nyanskaffes eller ikke
- b) Deretter foretas det en vurdering av hvilket utstyr som skal flyttes over fra eksisterende til nytt sykehus. Dette omtales som eksisterende utstyr, og danner grunnlaget for utarbeidelse av nettoprogrammet, som er alt planlagt utstyr (=bruttoprogrammet) minus eksisterende utstyr. Nettoprogrammet for brukerutstyr omfatter dermed alt utstyret som skal anskaffes i prosjektet.

Ved avslutning av forprosjektet utarbeides det en foreløpig kalkyle for alt utstyr i sykehuset, både brutto og netto, samt avsetninger til reserver og administrasjon.

Utstysbehovet angis per rom slik at utstysbehovet og brutto kostnader også kan rapporteres per delfunksjon og per rom.

I forprosjekt utstyr, foretas en detaljert gjennomgang av utstysbehovet i det enkelte rom. Dette betinger at bl.a. romstørrelse og rommenes funksjon er fastsatt. Romstørrelse vil være kjent fra romlisten fra delfunksjonsprogrammet (DFP). Romfunksjonene fastsettes gjennom *romfunksjons-programmet (RFP)* som også utarbeides i forprosjektfasen. Det er helt vesentlig at programmering av utstyr skjer sammen med programmering av funksjon og at det ikke kjøres separate prosesser for dette. Det er mulig at det er behov for noen møter for å detaljere utstyret ytterligere.

Før oppstart av utstysplanlegging av de konkrete rom, bør det utarbeides standard utstyslister (og standard RFP) for rom som forutsettes bestykket likt, både for hele sykehuset (f.eks. kontorer, møterom, sengerom) og for avdelings-/funksjons like rom (f.eks. undersøkelses-/behandlingsrom for ulike spesialiteter, isolat). Hvilke standardrom/standard utstyslister som det er aktuelt å utarbeide kan det tas stilling til når romlisten er fastsatt.

5.2 Plan for gjennomføring av detaljprogrammering

I detaljprosjektet foretas det en videreføring og ytterligere konkretisering/detaljering av forprosjektet. Hovedformålet med detaljprosjektet er å foreta prioritering av innkjøp, være grunnlag for prosjekterings detaljprosjekt samt gi en ytterligere sikkerhet i vurdering av budsjett for anskaffelse og implementering av brukerutstyr.

Detaljprosjektet skal omfatte samlet utstysbehov for alt brukerutstyr, angitt per rom. I denne fasen planlegges det i hvilke rom det overflyttbare utstyret skal plasseres i det nye sykehuset. Dette gir en oversikt over hvilket utstyr *på romnivå* som skal kjøpes og hva som skal med flyttes.

For alle utstysartikler hvor dette er aktuelt angis krav til bygg og installasjoner så langt de er kjent.

Brukerutstysbehovet skal prioriteres innenfor de fastsatte bevilgningene til brukerutstyr inkludert kostnader til planlegging og administrasjon, samt reserve. Endelig overordnet prioritering vil foretas av ledelsen for prosjektet/sykehuset. Ved prioriteringen må en også vurdere de løpende driftskostnader sykehuset får ved de aktuelle anskaffelsene. Det bør foretas kostnadsvurderinger ved innføring av ny teknologi og etablering av nye funksjoner. Det samme gjelder ved planlegging av spesielt kostbart utstyr.

Ved avslutning av detaljprosjektet skal det foreligge:

- En oppdatert utstysoversikt som viser hva som skal anskaffes og hva som skal overflyttes spesifisert på det enkelte rom
- Tekniske spesifikasjoner for alle utstysartikler så langt disse er kjent
- Funksjonelle, leverandøruavhengige krav til hver enkelt artikkel som kan benyttes som grunnlag for kravspesifikasjon i anskaffelsesfasen.

Hovedprogram utstyr

5.2.1 Koordinering mellom utstyrsplanlegging/-anskaffelse og byggprosjekteringen

Som nevnt i det foregående, er det kritiske avhengigheter mellom prosjektering og bygging på den ene side og utstyrsanskaffelse på den annen. Byggene må prosjekteres og bygges slik at det legges til rette for en optimal utstyrs bruk i sykehusenes drift. På den annen side må planlegging og anskaffelse av brukerutstyr holdes innenfor de rammer byggene setter mht. funksjoner, teknikk, framdrift og kostnader.

Oppsummert må følgende aktiviteter og tiltak iverksettes, som et minimum, for å ivareta sammenhengen mellom brukerutstyr, IKT infrastrukturen og bygg best mulig:

- Planlegging av brukerutstyr, prosjektering og bygging skal ha felles utgangspunkt i prosjektets program som fastlegger overordnede rammer og funksjoner, samt planlagte funksjoner og krav på romnivå gjennom romfunksjonsprogram for alle rom.
- Overordnede program, romfunksjonsprogrammene og utstyrslistene må holdes oppdatert gjennom hele planleggings- og byggeperioden fram til ferdigstilling av bygget.
- Som grunnlag for byggets forprosjekt, utarbeides en foreløpig oversikt over spesielt bygg- og installasjonspåvirkende utstyr; denne bearbeides videre i forprosjekt brukerutstyr. Grensesnitt mellom fastmontert utstyr og bygg/installasjoner må fastlegges på et tidlig tidspunkt
- I forprosjektfasen må programmering av romfunksjoner og utstyrsbehov per rom koordineres. Utstyrsprosjektet er avhengig av oppdatert informasjon om planlagt funksjon i rommet, og mange utstyrsartikler i rom stiller krav til teknisk utrustning av rommet som igjen må avspeiles i romfunksjonsprogrammet
- Det må avklares hvor hjelpearbeider for utstyr skal budsjetteres (bl.a. montering av tak- og vegghengt utstyr). Dette må det stilles krav om i bygg- og teknikkentrepriser.
- Utstyrsrådgiver bør være representert i planleggingsmøter mellom PG og brukere, spesielt når utstyrstunge rom skal behandles
- Detaljprosjekt brukerutstyr er grunnlag for byggets anbudsgrunnlag for innredning
- For noen utstyrs kategorier kan ansvar for detaljprosjektering av enkelte rom legges til utstyrsleverandøren. Det må generelt avklares hvor langt prosjektering og bygging kan gå før det må treffes valg av brukerutstyr/leverandør
- Etter inngåelse av kontrakt med utstyrsleverandør, holdes oppstartmøte med hver enkelt leverandør, der bl.a. framdrift av informasjon til prosjekteringen blir avtalt; videre pliktes utstyrsleverandørene til å levere oppdatert informasjon om krav til bygg og installasjoner ved hjelp av forhåndsdefinerte informasjonsskjemaer, evt. ved registrering av disse opplysningene direkte i prosjektets utstyrsdatabase
- Prosjekteringsgruppen bør pålegges å kontrollere all informasjon fra utstyrsleverandør for å påse at den – sett fra prosjekterings side – er komplett. Utstyrsleverandøren må ha ansvar for at informasjonen som er gitt er korrekt
- Prosjektledelsen bør gjennomføre erfaringsinnhenting fra andre nylig gjennomførte sykehusprosjekter med sikte på å lære mest mulig om dagens tekniske og funksjonelle sammenhenger mellom bygg og utstyr.

5.3 Plan for gjennomføring av anskaffelse

Før oppstart av anskaffelse av brukerutstyr, opprettes det innkjøps-/kontrakts grupper ut fra hvilke utstyrtyper som skal anskaffes relatert mot leverandørmarkedet og/eller relatert til avdelinger/funksjoner i sykehuset.

Det utarbeides en detaljert anskaffelsesplan for brukerutstyr, basert på detaljprosjekt brukerutstyr. Planen angir hvilke varegrupper som skal inngå i hvilke innkjøps-/kontrakts grupper, når de ulike innkjøp må finne sted og når installasjon og mottak må finne sted.

Tid for innkjøp og mottak av brukerutstyr vil være ulikt for de forskjellige varegruppene. Noe utstyr må anskaffes tidlig på grunn av krav fra prosjekteringen om konkrete tekniske opplysninger om utstyret, og/eller nødvendighet av tidlig inntransport/montering. For andre varegrupper vil de være viktig at utstyret først mottas tett inn mot innflytting.

Når det gjelder anskaffelse av utstyret til behandlingsdelen (syklotron, beam-line, gantry etc.) er dette utstyret så førende for bygget at kontrahering av leverandør bør skje før man kontraherer bygg entreprenør. Det vil være fornuftig å kjøre en konkurranse så tidlig at leverandøren kan benyttes som rådgiver i forprosjektet.

Hovedprogram utstyr

Konkurransen må kjøres i henhold til LOA (lov og forskrift om offentlig anskaffelse) og det anbefales å kjøre anskaffelsen som en konkurransepreget dialog eller som konkurranse med forhandling.

Det er viktig at i perioden frem mot nytt sykehus står ferdig at man tenker på hva som skal skaffes slik at dette likt det utstyr som skal skaffes senere.

Vurdering av eksisterende rammeavtaler og plan for hvordan nye rammeavtaler etableres under prosjektets gang. Det må avklares anskaffelsesmetode og utarbeides konkurransegrunnlag for hvert enkelt innkjøp. Herunder må det vurderes eventuelle opsjoner, om det skal inngås rammeavtale o.l.

Innkjøpsprosessen skjer i tett dialog med personell som skal betjene/bruke utstyret. I konkurransegrunnlagene er det viktig å få frem krav til utstyrets funksjon og kvalitet, samt krav til grensesnitt mot bygg og IKT infrastrukturen. Momenter og krav til fremdrift, prøvedrift, garantibestemmelser, opplæring, servicekontrakter, prisregulering av opsjoner og på utstyrsavhengig forbruksmateriell, må også komme klart frem.

På bakgrunn av konkurransegrunnlaget utarbeides innkjøpsbudsjett for hvert enkelt innkjøp med ramme for bestillingssum og forventet sluttsum.

Etter at konkurransegrunnlaget er utarbeidet, foretas innkjøp etter gjeldende lover og regler for offentlige anskaffelser.

Etter at leverandør/produkt er valgt og kontrakt er inngått, gjennomføres oppstartmøter med leverandører og prosjekterende der alle forhold vedrørende den enkelte kontrakt blir planlagt og avtalt i detalj, herunder framdrift for leveransen, eventuelle bygningsmessige tilpasninger før installasjonen og annen informasjonsutveksling med prosjekteringen. Der det er aktuelt meg grensesnitt mot IKT infrastrukturen gjennomføres møter med IKT tjenesteleverandør. Løsningsdesign for etablering av IKT løsningen med tilhørende vurdering av pasient- og informasjonssikkerhet bør påbegynnes så tidlig som mulig.

Konkurransegrunnlaget for hvert innkjøp skal bl.a. omfatte:

- Generelt anbuds- og tilbudsgrunnlag for utstyrsanskaffelse med informasjon om prosjektet og annet av generell karakter
- Anbuds- og kontrakt bestemmelser
- Generelle kravspesifikasjoner for utstyr, herunder inngår bestemmelser om hvordan utstyrs informasjon skal overføres til prosjektering og bygging
- Byggets krav til og rammer for utstyr samt redegjørelse for hva bygget tilrettelegger for brukerstyret
- Informasjon om IKT arkitektur samt spesifisering av eventuelle IKT tekniske krav til brukerstyret med tilhørende programvare
- Kvalitativ og kvantitativ spesifisering av det brukerstyret som inngår i vedkommende innkjøp
- Framdriftsplan for innkjøpet, herunder tidspunkter for levering og installasjon samt overføring av utstyrsinformasjon til prosjekteringen
- Ønske om opsjoner for senere valg i kontraktperioden
- Krav til servicekontrakter
- Krav til opplæring
- Krav til overtakelsesforretning
- Krav til garantiforretning

På bakgrunn av konkurransegrunnlaget utarbeides innkjøpsbudsjett for hvert enkelt innkjøp med ramme for bestillingssum og forventet sluttsum.

Etter at konkurransegrunnlaget er utarbeidet, foretas innkjøp som vanligvis omfatter følgende aktiviteter:

- Kunngjøre anbuds- og tilbudskonkurranser og resultatet av slike

Hovedprogram utstyr

- Supplere anbuds- og tilbudsgrunnlag og svare på spørsmål til grunnlaget
- Motta anbud og tilbud og foreta evaluering
- Evaluering omfatter å undersøke og vurdere alle forhold som har betydning for valg av leverandører og produkter ut fra de kriterier som er valgt og fremlegge dette til godkjenning
- Utarbeide beslutningsgrunnlag og treffe valg av produkter og leverandører
- Gjennomføre avklarende møter med valgte leverandører
- Utarbeide kontrakts dokumenter

Gjennomføre oppstartmøter med leverandører og prosjekterende der alle forhold vedrørende den enkelte kontrakt blir planlagt og avtalt i detalj, herunder framdrift for leveransen, eventuelle bygningsmessige tilpasninger før installasjonen og annen informasjonsutveksling med prosjekteringen. Gjennomføre møter med IKT tjenesteleverandør for utstyr som skal integreres mot IKT arkitekturen. Løsningsdesign for etablering av løsningen med tilhørende vurdering av pasient og informasjonssikkerhet bør påbegynnes så tidlig som mulig.

5.4 Plan for gjennomføring av mottak, overtakelse og garantibefaring

5.4.1 Mottak, kontroll og overtakelse/-levering av brukerstyr

Denne fasen omfatter følgende aktiviteter:

- Oppfølging/kontroll av produksjonen for enkelte typer utstyr
- Etablering av MTU-IKT systemer for ibrugtagelse i IKT infrastrukturen.
- Eventuell testing av brukerstyr hos leverandøren eller på fabrikk før det sendes til bygget
- Mottak av brukerstyr (herunder levering og montering), der leverandørene leverer utstyr til de respektive rom, klargjort for bruk
- Kvantitativ og kvalitativ kontroll av produktene, herunder testing av utstyr og integrasjoner
- Akseptansetest i samarbeid med bruker
- Overtagelse av utstyr til prosjektorganisasjonen fra leverandør

Denne fasen er svært arbeidskrevende og kan fort bli undervurdert både faglig og kapasitetsmessig. Det vil kreve omfattende deltakelse fra både medisinsk teknisk og faglig/klinisk personale. Det må avklares i hvilken grad driftsorganisasjonen skal delta, evt. ha ansvar, ved leveranser og mottak. Det anbefales å ha en egen byggeleder for denne delen av prosjektet.

Dette gjelder også arbeidet med å etablere programvaren i IKT arkitekturen, integrere MTU mot PAS, samt etablere fjernovervåking der dette er aktuelt. Denne delen inneholder flere arbeids- og tidskrevende prosesser, bl.a. løsningsdesign, risikoanalyse, teknisk etablering, etablering i tjenesteportefølje hos IKT tjenesteleverandør, samt testing og akseptanse.

Det anbefales at det tidlig i prosjektet utarbeides en mottaksrapport som beskriver i detalj hvordan mottak, installasjon og kontroll av brukerstyr er tenkt gjennomført, og hvilke krav dette stiller til arealer, logistikk og bemanning.

I tillegg bør det beskrives når dette skal gjennomføres og hvordan samarbeidet med entreprenørene skal være.

5.4.2 Etterfølgende arbeid

Etter at mottak og kontroll er gjennomført følger for deler av utstyret prøvedrift, og for alt utstyr idriftsettelse. Denne fasen omfatter følgende aktiviteter:

Hovedprogram utstyr

- Prøvedrift av utstyr
- Verifisering/validering av utstyr og metoder
- Opplæring av brukere og driftspersonale
- Bruk av utstyret i ordinær drift

Fasen avsluttes med at brukerutstyret settes i drift.

Etter dette overleveres utstyr, sluttokumentasjon og overtakelse til driftsorganisasjonen. Denne fasen omfatter følgende aktiviteter:

- Formell overlevering av utstyr fra prosjektorganisasjonen til driftsorganisasjonen som overtar ansvar for tilsyn, drift og vedlikehold
- Utarbeidelse, supplering og overlevering av dokumentasjon for det enkelte utstyr samt overføring av data til driftsorganisasjonens utstyrsdatabase

5.4.3 Utløp av garantiperioden

Etter utløp av garantiperioden, som i de fleste prosjekt er satt til 2 år, skal det være en omfattende prosess med garantibefaringer med leverandørene, gjennomgang av teknisk historikk, oppfølging mv. for hver enkelt artikkel. Dette er et til dels betydelig arbeid som må gjennomføres av driftsorganisasjonen. I flere sykehusprosjekt har en sett at omfanget av denne aktiviteten har vært undervurdert og at det ikke er satt av tilstrekkelige ressurser til å foreta dette arbeidet.

Det anbefales at hele eller deler av driftsorganisasjonens prosjektgruppe for gjennomføring av utstyrs- og brukerkoordinering gjennom utstyrsprosjektet opprettholdes frem til majoriteten av garantigjennomgangene er avholdt.

5.5 Informasjonshåndtering

Som tidligere beskrevet, er det stor avhengighet mellom alle prosessene som går parallelt i planleggingen og byggingen av et sykehus. Programmeringsarbeidet, utstyrsplanleggingen og prosjekteringen innen alle tekniske fag, er gjensidig avhengig av oppdatert informasjon om hverandres arbeid. I teknisk kompliserte bygg som sykehus, er det både nasjonalt og internasjonalt flere eksempler på hvordan manglende informasjonsutveksling mellom aktørene i prosjektet kan gi store problemer knyttet til feilkonstruksjoner, manglende samhörighet mellom bygg, utstyr og IKT, kostnadsoverskridelser og fremdriftsproblemer.

Hvordan informasjonshåndteringen ivaretas er derfor et av de mest kritiske elementene i gjennomføring av et vellykket byggeprosjekt.

Uavhengig av hvordan de konkrete løsninger blir, må det sikres at det gjensidige behovet for informasjonsutveksling ivaretas. Grunnleggende krav som må ivaretas er bl.a.:

- Alle aktører i prosessen må ha samtidig tilgang til oppdatert informasjon om alle krav som stilles til rom og utstyr i rom
- Det må defineres hvem som kan gjøre endringer i gjeldende krav som stilles til prosjektet som helhet og ned til romfunksjonsprogram og utstyrslistor. Disse endringene må loggføres slik at de er sporbare
- Det må være mulig for aktørene i prosjektet på en enkel måte å finne/sortere de opplysningene som er relevante for dem, samt kunne holde oversikt over de endringer som gjøres både i program og utstyrslistor

I sykehusprosjekter har informasjonskravene de seneste årene blitt ivaretatt gjennom bruk av databaseverktøy og BIM med mulighet for informasjonsinnlegging og -uthenting for de ulike aktører og sikker tilgang til oppdatert/gjeldende informasjon.

6. Standardisering og systemvalg

6.1 Kostnadseffektivitet

For å få en mest mulig kostnadseffektiv utstyrsanskaffelse bør enkelte utstyrstyper standardiseres og anskaffes samtidig. Det er mange viktige grunner til dette. Det vil få en gunstig effekt på driftskostnader og vedlikehold av utstyret, men vel så viktig er sikkerheten ved klinisk bruk når en kan få et standardisert betjeningsgrensesnitt. Herunder en felles opplæringsstrategi slik at utstyr som følger pasientene kan betjenes av personell på ulike seksjoner. Likt utstyr muliggjør en kostnadseffektiv "flåtestyring" i driftssituasjonen, samt at lagerhold og innkjøp av forbruksutstyr standardiseres og er med i kostnadsvurderingen når utstyret skal anskaffes. Det betyr at utstyrsprosjektet ikke bare må se på en kostnadseffektiv *anskaffelse* av utstyret: det må også legges til rette for en vurdering av såkalt "life-cycle-cost" for å eie, drifte og re anskaffe utstyret. For mange utstyrstyper kan de akkumulerte totale eierskaps- og driftskostnadene over utstyrets levetid overstige anskaffelseskostnaden.

Den raskt økende utbredelsen av EPJ – elektronisk pasientjournal, som også muliggjør å ta inn data fra MTU må tas med i beregningen. Det må i størst mulig utstrekning søkes benyttet utstyr som kommuniserer med omverdenen over standard løsninger og med standard dataprotokoller. Modularitet og skalerbarhet må tilstrebes for å øke fleksibiliteten for endringer både underveis i prosjektet og når det er avsluttet.

Anskaffelsesøkonomiske og fremtidige driftsøkonomiske konsekvenser av ulike utbyggingsalternativer er begge åpenbart relatert til "utbyggingstettheten", dvs. graden av samlokalisering. Jo større grad av samlokalisering alle de ulike funksjonene har, jo større virkning har standardisering og sambruk på utstyrmengden som er nødvendig å anskaffe og de konkrete driftsøkonomiske konsekvenser. Sett fra anskaffelseskostnad og prosjektgjennomføring er det derfor en kostnadseffektiv fordel å samlokalisere i størst mulig grad.

- Forenklet innkjøp (færre varianter)
- Rimeligere innkjøp (rabatter)
- Forenklet vedlikehold (færre varianter gir forenklet lagerhold av reservedeler)
- Forenklet innkjøp og lagerhold av engangsutstyr
- Forenklet opplæring av personell
- Fleksibel drift
- Økt mulighet for backup/reserveutstyr

6.2 Bruksområder

For bildedannende utstyr er det normalt at fabrikantene utvikler sine egne, proprietære brukergrensesnitt selv om standard programvare ligger "i bunnen". Den kunnskap en bruker har ervervet seg ved å lære betjening av et utstyr kan ikke uten videre overføres til et annet. Dette kan ha store konsekvenser opplæringsmessig for et personale som skal ha ansvar i forhold til for eksempel vakttilkalling der de må betjene flere ulike utstyrstyper. Innenfor samme «arbeidsplass» bør derfor utstyret ikke ha store forskjeller i brukergrensesnitt. Dette har spesiell betydning etter at den initiale opplæringen av brukerne knyttet til utstyrsanskaffelsen er over, og der nye brukere skal skaffe seg kunnskaper samtidig som sykehuset er i driftssituasjonen.

Standardiserte løsninger gjennom tverrgående systemvalg bidrar erfaringsmessig til enklere måloppnåelse i tid og økonomi i et utstyrsprosjekt, men oppleves ofte i brukermiljøene som mindre fleksibelt. Standardløsninger må ta hensyn til dokumentert fungerende løsninger, og kan ikke lett tilpasses til "det siste" innen teknologi. Utstyrsprosjektet må tidlig ta stilling til hvordan standardløsninger skal vektes mot den nyeste teknologi.

Allerede i anskaffelsesfasen må det klarlegges konsekvensen av en standardløsning mht. den fremtidige re anskaffelse når utstyret skal skiftes ut – hele den konkrete standardiserte utstyrsparken blir utdatert samtidig. En stor grad av standardisering medfører implisitt et fremtidig stort utskiftningsbehov samtidig.

Hovedprogram utstyr

Generasjonslevetiden for medisinsk utstyr blir som beskrevet i kapittelet om teknologisk utvikling kortere og kortere. Det er derfor grunnleggende viktig at utstyrprosjektet tidlig tar stilling til hva som skal standardiseres, også vurdert i forhold til den forventede utvikling av den aktuelle teknologien.

Konsekvenser av alternative utbyggingsalternativer

Anskaffelsesøkonomiske og fremtidige driftsøkonomiske konsekvenser av ulike utbyggingsalternativer er begge åpenbart relatert til graden av samlokalisering. Jo større grad av samlokalisering alle de ulike funksjonene har, jo større virkning har standardisering og sambruk på utstyrsmengden som er nødvendig å anskaffe og de konkrete driftsøkonomiske konsekvenser som beskrevet foran.

6.3 Utstyr som bør standardiseres

Det kan være aktuelt å velge standardiserte, gjennomgående løsninger på følgende områder (noen av områdene er i utgangspunktet byggutstyr men vil ha tett integrasjon med brukerutstyr):

- Logistikk, transportsystemer.
- Det meste av grunnutrustning
- Pasientovervåking
- IKT utstyr og nettverk
- Intern kommunikasjon

For disse områdene bør det bli lagt vekt på gjennomgående systemvalg.

7. Behandling av eksisterende utstyr

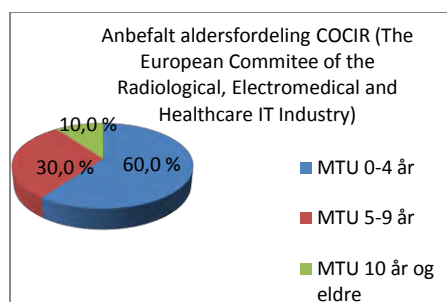
Da dette prosjektet omhandler en type behandling som ikke er etablert i Norge vil det ikke være noe gjenbruk av eksisterende utstyr. Avhengig av tomtevalg og plassering i forhold til eksisterende stråleterapibehandling kan det være aktuelt med noe sambruk av utstyr i klinikkdelen, men det vil ikke være aktuelt å utrede omfanget før i forprosjektfasen.

7.1 Levetid for ulike grupper medisinsk teknisk utstyr

Utviklingstakten av nytt utstyr har vist seg å være raskere de senere årene. Det er også en tendens til at levetiden på utstyret er kortere. Der hvor produsenten tidligere garanterte reservedeler og support i 10 år, er det i dag ikke uvanlig med begrensninger på 5-7 år. Dette gir utfordringer i forhold til økonomisk langtidsplan og fastsettelse av hvor stor del av utstyret som kan flyttes med til nytt sykehus. Dagens regler for avskrivning av investeringer er basert på retningslinjer fra SHD fra 2002. (Se figur 1). Teknologisk vs. klinisk levetid er også et tema; Der hvor utstyret fortsatt er teknisk brukbart, har utviklingen av nytt og bedre utstyr kommet så langt at klinisk personell mener det er uforsvarlig å bruke gammelt utstyr sett i lys av hvilke muligheter man har med det nye.

Kategori (SHD-klasse)	Normallevetid i år fra - til	Gj. snittlig levetid (år)
Analyse- og laboratorieutstyr	7-11	9
Pasientovervåkning utstyr	7-10	8
Radiologisk utstyr	8-12	10
Scopiutstyr (fleksibelt)	3-5	4
Ultralyd (billeddannende)	6-9	7
Annet MTU	5-20	11

Figur 1. SHD-grupper og levetid.



Figur 2. Anbefalt aldersfordeling COCIR

Det er utarbeidet retningslinjer fra COCIR (The European Coordination Committee of the Radiological, Electromedical and Healthcare IT Industry) som skisserer en anbefalt aldersfordeling på medisinsk teknisk utstyr. COCIR sin anbefaling er at 60 % av MTU skal være yngre enn 5 år. 90 % skal være yngre enn 10 år, mens maksimalt 10 % skal være eldre enn 10 år. Utarbeidelse av aldersfordeling gir en rask og enkel indikator på tilstanden til en utstyrspark, men svakheten er at den ikke skiller mellom MTU til noen tusen kroner og MTU til 20 millioner kroner. Den årlige investeringen som trengs for å opprettholde en god og sunn utstyrspark kan være for lav selv om aldersanalyser viser at aldersfordelingen er i henhold til COCIR sin anbefaling. Det skjer dersom helseforetaket investerer i mange og billige utstyrsenheter, mens store og tunge investeringer skyves ut i tid.

8. Helse, Miljø og Sikkerhet (HMS) og SHA

Etablering av et nytt sykehus omfatter anskaffelse av utstyr som kan gi personskade dersom ikke HMS/SHA-hensyn ivaretas på en tilfredsstillende måte. Ved valg av system/utstyr må det derfor legges til grunn at HMS/SHA skal ivaretas i alle faser og prioriteres på lik linje med funksjonelle, tekniske og økonomiske hensyn.

8.1 HMS krav til utstyrsprosjektet

Etablering av et nytt sykehus omfatter anskaffelser av utstyr som kan gi skade på personer og omgivelser dersom ikke hensyn til HMS ivaretas på en tilfredsstillende måte. Ved valg av systemer og utstyr må det derfor legges til grunn at HMS skal ivaretas i alle faser i planleggingen og prioriteres i likhet med funksjonelle, tekniske og økonomiske hensyn.

Følgende faktorer skal ivaretas også i planlegging av utstyrsanskaffelse og sikre et godt:

- Termisk klima, som omfatter temperatur, luftfuktighet, ventilasjon, trekk og varmestråling
- Aktinisk miljø (Belysning, stråling, magnetiske felt etc.)
- Atmosfærisk miljø – riktig luftkvalitet
- Akustisk miljø - lydmiljø
- Mekanisk miljø - fysisk tilrettelegging og tilgjengelighet
- Psykososialt miljø
- Estetisk miljø - hvordan vi oppfatter omgivelsene

Under planlegging og anskaffelse av utstyr skal følgende målsettinger legges til grunn:

- Det skal velges produkter som sikrer et godt innemiljø for pasienter, pårørende og ansatte i driftsfasen
- Lyd- og støykrav skal ivaretas på alle plan. Pasienter, pårørende og ansatte skal oppleve et bygg med et godt og behagelig akustisk miljø
- Gode ergonomiske forhold og muligheter til individuell tilpasning ut fra enkeltindividets behov skal vektlegges ved valg av innredninger, inventar og utstyr
- Bygget skal utstyres med hjelpemidler for å unngå uheldige belastninger for de ansatte
- Bygg, tekniske installasjoner, systemer og utstyr skal gi pasienter, pårørende og ansatte optimal trygghet for interne og eksterne forhold som kan true driftssikkerhet, informasjonssikkerhet og personsikkerhet
- Det må legges vekt på å velge materialer som ikke inneholder miljøfarlige stoffer, som er lite energikrevende og forurensende å produsere og som har lang levetid
- Montering av utstyr skal planlegges og gjennomføres slik at ulykker, skader eller tap på person, materiell eller miljø unngås. Det skal gjennomføres egne ROS-analyser for installasjoner som kan ha betydning for sikkerhet, helse eller arbeidsmiljø.
- Leverandører som skal foreta installasjoner på byggeplass må gjennomgå fastsatt opplæring i sikkerhet/oppførsel på byggeplass.
- Prinsippene om "ren byggeplass" skal følges. Det betyr bl. a. at leverandør skal pålegges å fjerne all emballasje og rydde opp etter seg etter leveransen

Tilfredsstillelse av denne type krav skal vektlegges ved evaluering for de artikler/system hvor dette er aktuelt.

9. Energi og miljø

Utstyret i et sykehus bidrar i vesentlig grad til energiforbruket. Det omfattende energibehovet er knyttet både til store, utstyrsenheter som røntgenutstyr men også den store mengden mindre bygg- og brukerutstyr som man finner i et sykehus (belysning, PC-er, kjøleskap, kontroll og overvåkingssystemer mv). Anskaffelse og bruk av utstyret gir dermed viktige rammer for hvordan mål om energieffektive sykehus kan nås. Også både bruken og lokaliseringen av utstyret i forhold til ulike funksjoner og krav til inneklime og kjøling er viktig.

For dette prosjektet må man ha spesielt fokus på dette i forbindelse med valg av løsninger for akseleratorer og tilhørende utstyr da dette utstyret er meget energikrevende både under drift, men også ved «stand-by» modus. Det er viktig at dette tas med som kriterier både under utarbeidelsen av kravspesifikasjoner og i evalueringen i forhold til valg av utstyr.

Det kan også være knyttet andre miljøproblemer til selve utstyret og forbruksmateriell som bør inngå i vurderingene ved planlegging og anskaffelse.

Det bør i prosjektet utarbeides egne energi- og miljøkrav til utstyrsprosjektet som bidrar til at man når de energi og miljø målsettingene som prosjekteier eller prosjektet har definert. Dette kan gjøres som en del av prosjektets Miljø Oppfølging Program (MOP) eller ved å utarbeide en egen MOP for utstyrsprosjektet.

Slike målsettinger kan være:

- Oppfylle internasjonale/nasjonale standarder for energibruk, CO² krav, utslippskrav oa.
- Gjennomføre HTA (Health Technology Assessment)
- Det må legges vekt på å velge materialer som ikke inneholder miljøfarlige stoffer, som er lite energikrevende og forurensende å produsere og som har lang levetid
- Det skal legges vekt på å anskaffe utstyr med lavt energiforbruk
- Utarbeide energi- og miljøkrav til utstyrsprosjektet
- Drøfte hvordan en på best mulig måte kan sikre at det blir valgt løsninger og utstyr som sikrer oppfyllelse av definerte krav til energibruk og miljøkrav.

Forslag til krav som kan/bør inngå i MOP for utstyrsprosjektet

Mål/Krav	Løsning/tiltak/gjennomføring - beskrivelse
ENERGIEFFEKTIVITET	
Elektrisk brukerutstyr skal ha lavt energiforbruk både under bruk og stand-by.	Miljø skal være ett vurderingskriterium i anskaffelsen. Energiforbruk skal oppgis for utstyret i konkurransen.
MILJØMERKING	
Miljømerkede produkter skal velges.	Krav om miljømerkede (Svanemerke, EU-blomst osv.) produkter stilles i anskaffelsen for de produkter hvor det er 3 eller flere miljømerkede produkter i markedet.
LCC	
Det skal gjennomføres alternativ-analyser for valg av løsninger med stor pris- og miljøkonsekvens (LCC-analyser og klimagass beregninger).	Produkter med god kvalitet og lang levetid bør gis et fortrinn.
MATERIALER	
Materialer som inneholder stoffer med mer enn 0,1 vektprosent på prioritetslisten og kandidatlisten skal unngås.	Uønskede kjemikaler og høyemitterende materialer skal ikke benyttes. Materialene skal kunne rengjøres med miljøriktige innsatsmidler:

Hovedprogram utstyr

Mål/Krav	Løsning/tiltak/gjennomføring - beskrivelse
<p>Det samles inn EPD'er for 10 produkter. For hvert produkt skal samles inn minst to EPD'er for sammenlignbare produkter.</p> <p>EPD'ene skal vurderes og dersom det er praktisk og økonomisk mulig skal det mest miljøvennlige produktet velges.</p>	<p>Materialene skal ha lang levetid og være tilpasset den bruk de er beskrevet for.</p> <p>Dette vil ikke gjelde i like stor grad for alt utstyr, da noe utstyr har kort «medisinsk» levertid.</p>
<p>Resirkuleringsgradene på materialet skal vurderes, og dersom det er praktisk og økonomisk mulig, skal det mest miljøvennlige produktet velges.</p>	<p>Resirkulert plast, stål, aluminium.</p>
<p>Forbud mot tropisk tømmer og trevirke fra ikke bærekraftig skogsdrift.</p>	
<p><u>Følgende materialer skal unngås:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Bruk av kobber og sink - PVC 	<p>For en del utstyr vil det ikke være mulig å finne alternativer. Men det bør unngås å bruke materialene unødvendig.</p>
<p>Det skal benyttes lavemitterende materialer.</p>	<p>Produkter med overflater og drift som gir lav emittering skal velges. Printere, kopimaskiner osv. er viktig i denne sammenheng, gjelder også møbler og gardiner.</p>
AVFALL	
<p>Det skal være mulig å kildesortere utstyret når det skal avhendes.</p>	<p>I brukermanual/FDV til produktet skal det være beskrevet hvordan produktet skal håndteres som avfall.</p>
<p>Brukerutstyr skal ikke generere farlig avfall annet enn EE-avfall.</p>	
<p>Leverandør skal være medlem av Grønt punkt.</p>	<p>Leverandøren skal på leveransetidspunktet dokumentere at virksomheten oppfyller lovkrav om eget eller kollektivt retursystem, som vederlagsfritt kan ta i retur kasserte produkter av tilsvarende type.</p>
<p>Mengde emballasje på produktene skal minimeres.</p>	
<p>Gjenbruk.</p>	<p>For datautstyr finnes ordninger som PC-retur som gjenbraker datautstyr til formål med lavere ytelseskrav. Krav om medlemskap i slike ordninger stilles.</p>
STØY	
<p>Støynivået fra teknisk utstyr skal være lavt (under grensene i NS 8175 tabell 12 klasse C = 32dBA Fmax).</p>	<p>For å sikre brukernes arbeidsmiljø og komfort skal lave støynivå fra teknisk utstyr tilstrebes. Still krav til at støynivå oppgis og brukes som ett kriterium i anskaffelsen der dette er hensiktsmessig.</p>

10. Kostnadsoverslag

10.1 Prinsipper for utarbeidelse av kostnadsoverslag

På dette stadiet av prosjektet kan kostnadsberegninger bare i begrenset grad bygge på kunnskap om det konkrete utstyrsbehovet til prosjektet. Kostnadsoverslaget i Hovedprogram utstyr bygger på funksjonsbeskrivelsene fra HFP-arbeidet samt innhentet informasjon fra leverandører.

I kostnadsoverslaget er det lagt til grunn en tradisjonell anskaffelse av utstyret, gjennom standard anskaffelser i henhold til LOA, og at kostnadene dekkes av prosjektet. Det er ikke gjort beregninger ut fra alternative finansieringsmodeller som leasing, nedbetaling gjennom forbruksartikler etc.

10.2 Brutto kostnadsoverslag for de enkelte hovedfunksjoner

Utarbeidning av kostnadsoverslag i HPU gjøres normalt ved at det beregnes nytt utstyr i alle rom i prosjektet og en kommer frem til en *bruttokostnad*. Følgende legges da til grunn: Opplysninger fra idéfaserapporten om planlagte funksjoner og kapasiteter.

Opplysninger fra foreliggende HFP om funksjoner og romtyper.
Forutsetninger for skillett bygg-/brukerutstyr, jfr. eget dokument.
Erfaringstall fra andre sykehusprosjekt for utstyrs-kostnader for ulike romtyper.
Erfaringstall fra andre sykehusprosjekt for utstyrs-kostnad per areal.

For å få et estimat på brutto utstyrs-kostnad er dette gjort på tre måter.

For en del arealer er det benyttet en kostnad for utstyr beregnet pr. m² brutto areal. Det er bl.a. innhentet kostnader fra andre sykehusprosjekter hvor tilsvarende arealer er sammenlignet. (PNØ og Vestre Viken, prisnivå september 2014).

For noen arealer er det brukt enhetspriser på spesielt kostbart utstyr. Enhetsprisene er innhentet fra sammenlignbare prosjekter.

For utstyr i bunkerdelen (stråleterapidelen) er det innhentet priser fra aktuelle leverandørene. Disse prisene er ikke gitt pr. utstyrsenhet, men er gitt som kostnader for et typisk anlegg for protonterapi. Prisene er gitt med ulike antall behandlingsrom og forskningsrom og er gitt som innspill til konseptfasen. Det betyr at det er ikke innhentet tilbud fra leverandørene så prisene som er gitt er med stor usikkerhet da de vil variere med tekniske spesifikasjoner for det enkelte utstyr, ønsket funksjonalitet og størrelse på de planlagte anleggene.

10.3 Netto kostnadsoverslag for de enkelte funksjoner og samlet kostnadsoverslag

I dette prosjektet er det ikke forutsatt noe gjenbruk av utstyr så netto kostnadsoverslag vil være likt brutto kostnadsoverslag.

Samlet kalkyle for HPU. Et senter med 3 Behandlingsrom (klargjort for 4) og 1 forskningsrom (HSØ eller HV)

Kostnadsoverslag brukerutstyr i mill. kr. Klinikkdelen	
Brutto utstyrs-kostnad (eks. mva.)	kr 61 317 000
Beregnet gjenbruk (0 % av brutto utstyrs-kostnad)	kr 0
Netto utstyrs-kostnad (eks. mva.)	kr 61 317 000
Administrasjon, 15 % av brutto utstyrs-kostnad	kr 9 197 550
Netto kostnadsoverslag (eks. mva.)	kr 70 514 550
Mva. 25 %	kr 17 628 638

Hovedprogram utstyr

Netto kostnadsoverslag (inkl. mva.)	kr 88 143 188
-------------------------------------	---------------

Kostnadsoverslag brukerutstyr i mill. kr. bunker	
Brutto utstyrskostnad (eks. mva.)	kr 465 325 999
Beregnet gjenbruk (0 % av brutto utstyrskostnad)	kr 0
Netto utstyrskostnad (eks. mva.)	kr 465 325 999
Administrasjon, 2 % av brutto utstyrskostnad	kr 9 306 520
Netto kostnadsoverslag (eks. mva.)	kr 474 632 519
Mva. 25 %	kr 118 658 130
Netto kostnadsoverslag (inkl. mva.)	kr 593 290 649

Kostnadsoverslag brukerutstyr i mill. kr. totalt	
Brutto utstyrskostnad (eks. mva.)	kr 526 642 999
Beregnet gjenbruk (0 % av brutto utstyrskostnad)	kr 0
Netto utstyrskostnad (eks. mva.)	kr 526 642 999
Administrasjon, (15 %/2%) av brutto utstyrskostnad	kr 18 504 070
Netto kostnadsoverslag (eks. mva.)	kr 545 147 069
Mva. 25 %	kr 136 286 767
Netto kostnadsoverslag (inkl. mva.)	kr 681 433 837

Samlet kalkyle for HPU. Et senter med 4 Behandlingsrom og 1 forskningsrom (HSØ eller HV)

Kostnadsoverslag brukerutstyr i mill. kr. Klinikkdell	
Brutto utstyrskostnad (eks. mva.)	kr 61 317 000
Beregnet gjenbruk (0 % av brutto utstyrskostnad)	kr 0
Netto utstyrskostnad (eks. mva.)	kr 61 317 000
Administrasjon, 15 % av brutto utstyrskostnad	kr 9 197 550
Netto kostnadsoverslag (eks. mva.)	kr 70 514 550
Mva. 25 %	kr 17 628 638
Netto kostnadsoverslag (inkl. mva.)	kr 88 143 188

Kostnadsoverslag brukerutstyr i mill. kr. bunker	
Brutto utstyrskostnad (eks. mva.)	kr 561 474 805
Beregnet gjenbruk (0 % av brutto utstyrskostnad)	kr 0
Netto utstyrskostnad (eks. mva.)	kr 561 474 805
Administrasjon, 2 % av brutto utstyrskostnad	kr 11 229 496
Netto kostnadsoverslag (eks. mva.)	kr 572 704 301
Mva. 25 %	kr 143 176 075
Netto kostnadsoverslag (inkl. mva.)	kr 715 880 377

Kostnadsoverslag brukerutstyr i mill. kr. totalt	
Brutto utstyrskostnad (eks. mva.)	kr 622 791 805
Beregnet gjenbruk (0 % av brutto utstyrskostnad)	kr 0
Netto utstyrskostnad (eks. mva.)	kr 622 791 805

Hovedprogram utstyr

Administrasjon, (15 %/2%) av brutto utstyrs kostnad	kr 20 427 046
Netto kostnadsoverslag (eks. mva.)	kr 643 218 851
Mva. 25 %	kr 160 804 713
Netto kostnadsoverslag (inkl. mva.)	kr 804 023 564

Samlet kalkyle for HPU. To senter med 3 behandlingsrom (klargjort for 4) og 1 forskningsrom (HSØ), 1 behandlingsrom (klargjort for 2) og 1 forskningsrom (HV)

Kostnadsoverslag brukerutstyr i mill. kr. Klinikdel	
Brutto utstyrs kostnad (eks. mva.)	kr 91 772 000
Beregnet gjenbruk (0 % av brutto utstyrs kostnad)	kr 0
Netto utstyrs kostnad (eks. mva.)	kr 91 772 000
Administrasjon, 15 % av brutto utstyrs kostnad	kr 13 765 800
Netto kostnadsoverslag (eks. mva.)	kr 105 537 800
Mva. 25 %	kr 26 384 450
Netto kostnadsoverslag (inkl. mva.)	kr 131 922 250

Kostnadsoverslag brukerutstyr i mill. kr. bunker	
Brutto utstyrs kostnad (eks. mva.)	kr 813 179 181
Beregnet gjenbruk (0 % av brutto utstyrs kostnad)	kr 0
Netto utstyrs kostnad (eks. mva.)	kr 813 179 181
Administrasjon, 2 % av brutto utstyrs kostnad	kr 16 263 584
Netto kostnadsoverslag (eks. mva.)	kr 829 442 764
Mva. 25 %	kr 207 360 691
Netto kostnadsoverslag (inkl. mva.)	kr 1 036 803 455

Kostnadsoverslag brukerutstyr i mill. kr. totalt	
Brutto utstyrs kostnad (eks. mva.)	kr 904 951 181
Beregnet gjenbruk (0 % av brutto utstyrs kostnad)	kr 0
Netto utstyrs kostnad (eks. mva.)	kr 904 951 181
Administrasjon, (15 %/2%) av brutto utstyrs kostnad	kr 30 029 384
Netto kostnadsoverslag (eks. mva.)	kr 934 980 564
Mva. 25 %	kr 233 745 141
Netto kostnadsoverslag (inkl. mva.)	kr 1 168 725 705

Kostnadsoverslag innredning "ledig" rom i mill. kr. (pr.rom)	
Brutto utstyrs kostnad (eks. mva.)	kr 103 256 810
Beregnet gjenbruk (0 % av brutto utstyrs kostnad)	kr 0
Netto utstyrs kostnad (eks. mva.)	kr 103 256 810
Administrasjon, 2 % av brutto utstyrs kostnad	kr 2 065 136
Netto kostnadsoverslag (eks. mva.)	kr 105 321 946
Mva. 25 %	kr 26 330 487
Netto kostnadsoverslag (inkl. mva.)	kr 131 652 433

Hovedprogram utstyr

Samlet kalkyle for HPU. To senter med 2 behandlingsrom (klargjort for 3) og 1 forskningsrom (HSØ), 1 behandlingsrom og 1 forskningsrom (HV)

Kostnadsoverslag brukerutstyr i mill. kr. Klinikdel	
Brutto utstyrs kostnad (eks. mva.)	kr 63 183 000
Beregnet gjenbruk (0 % av brutto utstyrs kostnad)	kr 0
Netto utstyrs kostnad (eks. mva.)	kr 63 183 000
Administrasjon, 15 % av brutto utstyrs kostnad	kr 9 477 450
Netto kostnadsoverslag (eks. mva.)	kr 72 660 450
Mva. 25 %	kr 18 165 113
Netto kostnadsoverslag (inkl. mva.)	kr 90 825 563

Kostnadsoverslag brukerutstyr i mill. kr. bunker	
Brutto utstyrs kostnad (eks. mva.)	kr 606 665 561
Beregnet gjenbruk (0 % av brutto utstyrs kostnad)	kr 0
Netto utstyrs kostnad (eks. mva.)	kr 606 665 561
Administrasjon, 2 % av brutto utstyrs kostnad	kr 12 133 311
Netto kostnadsoverslag (eks. mva.)	kr 618 798 872
Mva. 25 %	kr 154 699 718
Netto kostnadsoverslag (inkl. mva.)	kr 773 498 590

Kostnadsoverslag brukerutstyr i mill. kr. totalt	
Brutto utstyrs kostnad (eks. mva.)	kr 669 848 561
Beregnet gjenbruk (0 % av brutto utstyrs kostnad)	kr 0
Netto utstyrs kostnad (eks. mva.)	kr 669 848 561
Administrasjon, (15 %/2%) av brutto utstyrs kostnad	kr 21 610 761
Netto kostnadsoverslag (eks. mva.)	kr 691 459 322
Mva. 25 %	kr 172 864 830
Netto kostnadsoverslag (inkl. mva.)	kr 864 324 152

Kostnadsoverslag innredning "ledig" rom i mill. kr. (pr.rom)	
Brutto utstyrs kostnad (eks. mva.)	kr 103 256 810
Beregnet gjenbruk (0 % av brutto utstyrs kostnad)	kr 0
Netto utstyrs kostnad (eks. mva.)	kr 103 256 810
Administrasjon, 2 % av brutto utstyrs kostnad	kr 2 065 136
Netto kostnadsoverslag (eks. mva.)	kr 105 321 946
Mva. 25 %	kr 26 330 487
Netto kostnadsoverslag (inkl. mva.)	kr 131 652 433

Samlet kalkyle for HPU. Fire senter med 4 behandlingsrom og et forskningsrom (HSØ), 2 behandlingsrom og 1 forskningsrom (HV), 1 behandlingsrom (HM), 1 behandlingsrom (HN)

Kostnadsoverslag brukerutstyr i mill. kr. Klinikdel	
Brutto utstyrs kostnad (eks. mva.)	kr 150 270 000

Hovedprogram utstyr

Beregnet gjenbruk (0 % av brutto utstyrs kostnad)	kr 0
Netto utstyrs kostnad (eks. mva.)	kr 150 270 000
Administrasjon, 15 % av brutto utstyrs kostnad	kr 22 540 500
Netto kostnadsoverslag (eks. mva.)	kr 172 810 500
Mva. 25 %	kr 43 202 625
Netto kostnadsoverslag (inkl. mva.)	kr 216 013 125

Kostnadsoverslag brukerutstyr i mill. kr. bunker	
Brutto utstyrs kostnad (eks. mva.)	kr 1 331 358 698
Beregnet gjenbruk (0 % av brutto utstyrs kostnad)	kr 0
Netto utstyrs kostnad (eks. mva.)	kr 1 331 358 698
Administrasjon, 2 % av brutto utstyrs kostnad	kr 26 627 174
Netto kostnadsoverslag (eks. mva.)	kr 1 357 985 872
Mva. 25 %	kr 339 496 468
Netto kostnadsoverslag (inkl. mva.)	kr 1 697 482 340

Kostnadsoverslag brukerutstyr i mill. kr. totalt	
Brutto utstyrs kostnad (eks. mva.)	kr 1 481 628 698
Beregnet gjenbruk (0 % av brutto utstyrs kostnad)	kr 0
Netto utstyrs kostnad (eks. mva.)	kr 1 481 628 698
Administrasjon, (15 %/2%) av brutto utstyrs kostnad	kr 49 167 674
Netto kostnadsoverslag (eks. mva.)	kr 1 530 796 372
Mva. 25 %	kr 382 699 093
Netto kostnadsoverslag (inkl. mva.)	kr 1 913 495 465

Samlet kalkyle for HPU. Fire senter med 3 behandlingsrom og 1 forskningsrom (HSØ), 1 behandlingsrom og et forskningsrom (HV), 1 behandlingsrom (HM), 1 behandlingsrom (HN)

Kostnadsoverslag brukerutstyr i mill. kr. Klinikdel	
Brutto utstyrs kostnad (eks. mva.)	kr 121 681 000
Beregnet gjenbruk (0 % av brutto utstyrs kostnad)	kr 0
Netto utstyrs kostnad (eks. mva.)	kr 121 681 000
Administrasjon, 15 % av brutto utstyrs kostnad	kr 18 252 150
Netto kostnadsoverslag (eks. mva.)	kr 139 933 150
Mva. 25 %	kr 34 983 288
Netto kostnadsoverslag (inkl. mva.)	kr 174 916 438

Kostnadsoverslag brukerutstyr i mill. kr. bunker	
Brutto utstyrs kostnad (eks. mva.)	kr 1 124 845 078
Beregnet gjenbruk (0 % av brutto utstyrs kostnad)	kr 0
Netto utstyrs kostnad (eks. mva.)	kr 1 124 845 078
Administrasjon, 2 % av brutto utstyrs kostnad	kr 22 496 902
Netto kostnadsoverslag (eks. mva.)	kr 1 147 341 980
Mva. 25 %	kr 286 835 495

Hovedprogram utstyr

Netto kostnadsoverslag (inkl. mva.)	kr 1 434 177 474
-------------------------------------	------------------

Kostnadsoverslag brukerutstyr i mill. kr. totalt	
Brutto utstyrs kostnad (eks. mva.)	kr 1 246 526 078
Beregnet gjenbruk (0 % av brutto utstyrs kostnad)	kr 0
Netto utstyrs kostnad (eks. mva.)	kr 1 246 526 078
Administrasjon, (15 %/2%) av brutto utstyrs kostnad	kr 40 749 052
Netto kostnadsoverslag (eks. mva.)	kr 1 287 275 130
Mva. 25 %	kr 321 818 782
Netto kostnadsoverslag (inkl. mva.)	kr 1 609 093 912

10.4 Administrasjon

I tillegg til de rene anskaffelseskostnader for utstyr, må det beregnes en kostnad for administrering og drift av utstyrsprosjektet. Administrasjonskost skal bl.a. dekke:

Deltagelse i forprosjekt, (programmering av rom og utstyr), deltagelse under prosjektering, etablere anskaffelsesstrategi, anbudsfasen med utarbeidelse av konkurransegrunnlag, organisering av brukermedvirkning, evaluering, etablering av kontrakter, kontraktsoppfølging, planlegging av levering og installasjon, gjennomføring av mottakskontroll og overtakelsesforretning.

Før den videre organisering og gjennomføring av utstyrsprosjektet er fastlagt, er det vanskelig å gi et nøyaktig anslag for dette. Ut fra erfaring fra andre prosjekt, vil vi anslå en administrasjonskostnad på 10 - 15 % av netto utstyrsbudsjett. Anslaget her er usikkert og det er vanskelig å finne sammenlignbare tall da det er ulikt fra prosjekt til prosjekt hva som inngår i utstyrsprosjektets ansvarsområde. Det er innhentet erfaringstall fra PNØ som tilsier en administrasjonskostnad opp mot 15 % av netto utstyrs kostnad. Hvis prosjektorganisasjonen bemannes med personell som har erfaring fra denne type arbeid ved andre prosjekter kan dette trekke i retning av lavere administrasjonskostnader.

10.5 Vurdering av usikkerhet

I kostnadsoverslaget for brukerutstyr er ikke utstyr som i de fleste sykehusprosjekt er regnet som byggutstyr innarbeidet. Dette gjelder bl.a. maskiner og utstyr til desinfeksjonsrom, sikkerhetsbenker/LAF-benker, og avtrekkskap. I separat vedlegg er listet opp det grensesnitt mellom bygg- og brukerutstyr som er lagt til grunn for brukerutstyr kalkylen.

En usikkerhetsfaktor vil være tidspunktet for gjennomføring av prosjektet. I det forliggende kostnadsoverslaget er det lagt til grunn ferdigstilling av hele prosjektet i 2022.

Kostnadsutviklingen for medisinteknisk utstyr og IKT-relatert brukerutstyr er også en usikkerhetsfaktor. For noen typer utstyr har vi sett en reduksjon i prisnivået som er sammenlignbart med hvordan prisene for IKT-utstyr i konsumentmarkedet har utviklet seg. Prisutviklingen vil derfor også påvirke anskaffelseskostnaden for brukerutstyr i prosjektet. I tillegg vil mye av anskaffelsen av brukerutstyr være valutaavhengig.

De kostnadstallene som er brukt som referanse er tall fra perioden 2014 – 2015. Det er i utstyrs kalkylen ikke tatt hensyn til de valutaendringene som har vært frem til d.d.

Når det gjelder kostnader for utstyr i behandlingsarealene (syklotron, beam-line, gantry etc.) så er det brukt kostnadsanslag innhentet fra ulike leverandører. Disse kostnadene varierer mye fra leverandør til leverandør og det er i estimatet brukt en gjennomsnittspris basert på laveste og høyeste estimat. (For alternativet med fire behandlingsrom og et forskningsrom er denne prisvariasjonen fra 385 mill.kr. til 706 mill.kr.) I tillegg er det stor usikkerhet i disse kostnadene i forhold til hvor

Hovedprogram utstyr

komplett leveransen er.

Grunnlaget for kostnadsestimatet for brukerstyr bygger på en fordeling av utstyr i henhold til grensesnittdokument bygg- og brukerstyr. En gjennomgang av dette grensesnittet må gjøres under oppstart av prosjektet og vil kunne medføre en intern omfordeling av budsjettmidler.

Alle disse faktorene kan påvirke kostnadene til brukerstyr i begge retninger, og er således ikke ensbetydende med risiko for kun økte kostnader. Det er på det nåværende stadium ikke mulig nøyaktig å vekte eller beregne usikkerhetens størrelse.

Kostnadsoverslaget i HPU er ikke inkludert en spesifikk reserve, men er et anslag for reell anskaffelseskostnad. Eventuelle reserver avsettes innenfor kostnadsrammen. Det kan være reserver for å håndtere teknologisk utvikling, pris og valutaendringer eller feil og mangler fra programmering og prosjekteringsfasene.

Usikkerhet i kostnadsoverslaget for brukerstyr er knyttet til hvilke behandlingsmetoder og detaljerte funksjoner den nye enheten skal inneholde. Videre kan det være nye behandlingsmetoder, teknologi og funksjonalitet som tilkommer i løpet av planleggingsperioden for en ny enhet. En slik utvikling vil i størst grad kunne påvirke somatiske MTU. En annen usikkerhetsfaktor er eventuelle kommende endringer i totalarealer i prosjektet, arealforskyvinger mellom funksjoner samt endringer i planlagte funksjoner ved enhetene i forhold til foreliggende utkast til HFP.

KONSEPTFASE – ETABLERING AV PROTONBEHANDLING

UTREDNINGER

Forenklet skisseprosjekt



KONSEPTRAPPORT FOR ETABLERING AV PROTONANLEGG
FORENKLET SKISSEPROSJEKT

DOKUMENTNUMMER: 00-000000000-00-00-00

Prosjekt	Hovedfunksjon	Disiplin	Prosess	Dokumenttype	Løpenr.	Revisjon	Side

UTARBEIDET AV

HR-NOR AS	Vedlegg fra konseptrapport	

DOKUMENTSTATUS

13.06.16		Godkjent av Styringsgruppen			

BEHANDLINGSPROSEDYRE

Oversendt for behandling	Forventet dato for behandling	Instans	Dato for behandling
06.06.16	13.06.16	Styringsgruppen	

KONSEPTRAPPORT FOR ETABLERING AV PROTONANLEGG

Forenklet skisseprosjekt

Dato 23.05.2016

Innhold

BAKGRUNN

FORUTSETNINGER

EVALUERINGSKRITERIER

EVALUERINGER

Helse Sør-Øst, OUS - Gaustad

Helse Sør-Øst - Radiumhospitalet

Helse Vest, Haukeland - Haukelandsbakken NORD

Helse Vest, Haukeland - Haukelandsbakken Sykepleierhøgskolen

TEGNINGER

Basisvarianter, behandlingsrom

Basisvarianter, samlede anlegg

Helse Sør-Øst, OUS - Gaustad

Helse Sør-Øst - Radiumhospitalet

Helse Vest, Haukeland - Haukelandsbakken NORD

Helse Vest, Haukeland - Haukelandsbakken Sykepleierhøgskolen

KONSEPTRAPPORT FOR ETABLERING AV PROTONANLEGG

Forenklet skisseprosjekt

Dato 23.05.2016

BAKGRUNN

I forbindelse med Konseptfasen for etablering av et protonsenters i Norge er denne tomte vurderingen utarbeidet i perioden februar til juni 2016 av firmaet HR-NOR AS.

Innledningsvis ble det gjennomført befaringer på følgende 4 tomter; OUS Gaustad, Det Norske Radiumhospita i Oslo, samt to tomter ved Haukeland i Bergen.

Som grunnlag for tomte vurderingene ble det utarbeidet et antall basisvarianter for utforming av behandlingsrom for selve protonstrålebehandlingen. Utgangspunkt for dette har vært en undersøkelse av følgende leverandørers utforming av protonanlegg: Hitachi, IBA, Mevion, Mitsubishi, ProNova, ProTom, Sumitomo, Toshiba og Varian. Disse leverandørene representerer verdensmarkedet for partikkelbehandling, og deres respektive teknologier og geometriske utforminger ble gjennomgått innledningsvis i prosessen.

Det ble tatt utgangspunkt i det største anlegget med tilhørende støttefunksjoner slik at antall mulige tilbydere i en senere anbudsprosess ikke begrenses.

Romprogram for variantene av anleggsstørrelse er utarbeidet av Sykehusbygg HF i samarbeid med Lohfert & Lohfert AS. Dette programmet danner grunnlaget for de variantene som er vurdert på de respektive tomter.

FORUTSETNINGER

Anleggstyper for protonterapi

Modellene omfatter anlegg med proton-behandlingsrom for hhv. 4, 3 og 2 gantry-rom til pasientbehandling samt 1 fixed beam-rom til forskning.

For et nasjonalt protonterapisenter, enten i Oslo eller i Bergen, eller som et av to anlegg alene i Oslo, vises følgende:

- 4G+1F, med hhv. 'bred' og 'smal' disponering av støttefunksjoner.

Som to anlegg vurderes ytterligere:

- 3G+1F, med hhv. 'bred' og 'smal' disponering av støttefunksjoner i Oslo,
- 2G+1F, med 'bred' og 'smal' disponering av støttefunksjoner i Bergen.

Gantry-rom dimensjoneres etter den største geometriske utforming av behandlingsrommene blant de 9 leverandørenes utforminger, tilsvarende 'IBA' eller 'Varian'.

Fixed-beam planlegges i korridorareal bak gantry-rom, tilsvarende 'IBA'-løsningen.

Partikkelakseleratorerne i alle typer dimensjoneres etter syklotron (ca. Ø5m) eller liten synkrotron (ca. Ø7-8m).

De kliniske servicefunksjonenes skannerfasiliteter plasseres som utgangspunkt i samme etasje som behandlingsrom. Disse kan ved en senere detaljplanlegging sannsynligvis plasseres i et annet nivå enn behandlingsnivået, men for å illustrere 'worst case' i forhold til senterets grunnareal, velger vi å plassere behandlingsrom og skannerfasiliteter i samme nivå i bakgrunnsrapporten.

KONSEPTRAPPORT FOR ETABLERING AV PROTONANLEGG

Forenklet skisseprosjekt

Dato 23.05.2016

Alle varianter vises med indre gårdsrom ved de kliniske støttefunksjonene for å sikre et godt dagslysmiljø.

Anlegg for karbonterapi

Et karbonterapianlegg med 2 gantries og 1 fixed beam vises som en mulig fremtidig utvidelse til et nasjonalt senter. Gantry i et karbon-anlegg vises i størrelsesorden 2 ganger et proton-gantry. Støttefunksjoner for et karbon-anlegg antas å være i samme størrelsesorden som for Proton-anlegg. En samordning av støttefunksjoner med et allerede etablert protonanlegg påregnes.

Tomter

De fire tomtene, i hhv. Oslo og Bergen, som vurderes er:

- OUS Gaustad – anlegg med 4G+1F og 3G+1F behandlingsrom
Radiumhospitalet – anlegg med 4G+1F, 3G+1F behandlingsrom
- Haukeland – Haukelandsbakken NORD – anlegg med hhv. 4G+1F og 2G+1F behandlingsrom
Haukeland – Haukelandsbakken Sykepleierhøgskole – anlegg med hhv. 4G+1F og 2G+1F behandlingsrom

KONSEPTRAPPORT FOR ETABLERING AV PROTONANLEGG

Forenklet skisseprosjekt

Dato 23.05.2016

EVALUERINGSKRITERIER

Lokalisering og tomt med tilhørende anlegg vurderes etter følgende forhold:

Tomtens geometriske forhold

Egnethet og tilgjengelighet ift. areal, topografi.

Mulighet for fremtidige utvidelser og utvikling over tid.

Tilgjengelighet og logistikk

Trafikk og adkomst

Avstand til tilknyttede kliniske funksjoner

Parkering for biler og sykler

Avsetningsplass og holdeplass for taxi, syketransport etc.

Offentlig transport, buss, trikk, t-bane

Varetransport inn- og ut etc.

Teknikk

Forsyninger

Geoteknikk

Grunnforhold, fjell eller løsmasser, grunnvann, bortskaffelse etc.

Realisering

Eksisterende bygg som evt. må fjernes, evt. gjenoppbygging.

Byggeprosess, byggeplass og adkomst i byggeperioden.

Myndighetsforhold

Kliniske og forskningsmessige sammenhenger

Nærhet til annen sykehus-virksomhet

Mulighet for koblinger til relevante sykehusfunksjoner i evt. eksisterende bygg

Mulige relasjoner til forskningsrelaterte funksjoner

Eiendoms- og reguleringsforhold

Arkitektur og miljø

Mulighet for å utforme attraktive og verdige fysiske rammer for pasienter, pårørende og ansatte.

Arkitektoniske potensialer i forhold til form, indre rom, dagslys, utsikt, skjerming for innsyn etc.

Pasientmiljø og arbeidsmiljø

KONSEPTRAPPORT FOR ETABLERING AV PROTONANLEGG

Forenklet skisseprosjekt

Dato 23.05.2016

HELSE SØR-ØST, OUS - GAUSTAD

Tomtens geometriske forhold

Tomten øst for Gaustad er stor og med god avstand til vernede bygninger ved Gaustad Sykehus. Ingen eksisterende bygninger berøres ved denne plasseringen.

På denne tomten kan man plassere et protonanlegg med opp til 4G+1F behandlingsrom. Tomten kan romme både en 'bred', mot øst, og en 'smal' disponering. Men av hensyn til det sterkt hellende terreng, tilkjøringsforhold og til evt. fremtidige utvidelser bør disponeringen av behandlingsrom og støttefunksjoner være 'smal'.

Det sterkt hellende terrenget gjør det naturlig at behandlingsrommenes omfattende betongkonstruksjon etableres inn mot – og i - tomtens syd-østvendte skrent. De nødvendige støttefunksjoner, vente- og ankomstarealer vendes dermed naturlig mot sydøst.

Tomten rommer gode muligheter for fremtidige utvidelser, herunder et karbon-anlegg med to gantries og en fixed beam. I den forbindelse regnes det med en samordning av støttefunksjoner fra protonanlegget.

Utbygging av lokale hotellfasiliteter anses for å være mulige ved påbygging av de kliniske servicefunksjonene.

Tilgjengelighet og logistikk

Der er gode adkomstmuligheter for biltrafikk via Klaus Torgårds Vei fra Torny Segerstedts Vei (Ring 3). Disse adkomstmulighetene kan også benyttes til inntransport eller senere utskifting av tungt behandlingsutstyr.

Parkering for biler, syketransport, kiss and ride, sykler etc. kan etableres på tomten.

Nærmeste T-banestasjon, 'Forskningsparken' ved Problemveien, vil være ca. 650m fra senterets hovedinngang.

Nærmeste trikkestopp er nær Rikshospitalets hovedinngang, ca. 550m fra senterets hovedinngang. Et evt. nytt stopp ved Gaustadalléen kan redusere avstanden til inngangen til ca. 400m.

Teknikk

EL-forsyning tilkobles fra Sogn Transformatorstasjon.

Vann forventes å kunne tilsluttes til eksisterende rørføring ved veikrysset Klaus Torgårds vei/Gaustad alléen.

Varme forventes å kunne tilknyttes eksisterende rørføring ved rundkjøringen på Klaus Torgårdsvei.

Geoteknikk

På Gaustad er det stort sett fjell som skal sprenges og fjernes i øvre del av tomten, mens i nedre del vil antagelig utgravingen av tomten treffe på løs leire, som ble resultatet da rundkjøringen i universitetskrysset ble etablert. Dybden for enkelte leirgroper ved fundamentene til Ringveien var opp til 13 m, mens arbeider på nordsiden av rundkjøringen i Universitetskrysset har pågått i forholdsvis fast fjell.

KONSEPTRAPPORT FOR ETABLERING AV PROTONANLEGG

Forenklet skisseprosjekt

Dato 23.05.2016

Realisering

Tomten eies av Oslo Kommune og er regulert til friområde. Tomten må kjøpes og omreguleres, og friareal må erstattes. Risiko ift. disse prosessene må tas med i en samlet vurdering.

På tomten er det stort sett fjell som skal sprenges og fjernes i øvre del av tomten, mens i nedre del vil antagelig utgravingen av tomten treffe på løs leire, som da rundkjøringen i universitetskrysset ble etablert.

Plasseringen inntil høyt trafikkert ringvei for Oslo, og inntil en sterkt trafikkert rundkjøring, vil medføre en større investeringer i midlertidige trafikk-løsninger og adkomster. Det vil nok også bli aktuelt med noen erstatningsarealer for BUP-bygget og tilliggende service-bygninger ved full utbygging av en 4G+1F-model.

Kliniske og forskningsmessige sammenhenger

På grunn av den relativt store avstanden mellom protonsentret og Rikshospitalets hovedinngang, ca. 650m, vil et senter her være et 'stand alone'-anlegg.

Anlegget må derfor innrettes med alle støttefunksjoner inkl. alle nødvendige logistiske og forsyningsmessige tekniske funksjoner.

Avstand til Rikshospitalets forskningsmiljø er ca. 650m.

Avstand til Universitetsmiljøet på Blindern er ca. 1 km.

Arkitektur og miljø

Det bakenforliggende Gaustad Hospitals bevaringsverdige bygninger og tilhørende parkmessige kvaliteter er attraktive elementer for denne tomten.

Derimot dominerer de omfattende trafikale anlegg mellom Klaus Torgårds Vei og Torny Segerstedts Vei (Ring 3) de fysiske omgivelser ved ankomst til senteret.

Trafikken som helhet, samt bensinstasjonen og McDonalds på motsatt side av Klaus Torgårds Vei, vil gjøre ankomst og utsiktsforhold mindre attraktive. Sjenerende innsyn til ankomstareal og indre ventarealer fra forbi-passerende samt evt. støy fra trafikken etc. vil kreve særlige skjermende foranstaltninger i bygningsutformingen for å oppnå gode og verdige forhold for pasienter og pårørende.

For visse pasienter og personalgrupper kan den relativt store avstanden mellom senter og det eksisterende Rikshospitalet være utfordrende. Dessuten vil avstanden til Radiumhospitalets forskningsmiljø være betydelig.

KONSEPTRAPPORT FOR ETABLERING AV PROTONANLEGG

Forenklet skisseprosjekt

Dato 23.05.2016

HELSE SØR-ØST - RADIUMHOSPITALET

Tomtens geometriske forhold

Arealet under gårdsplassen ved den nye stråleterapi og bygg E reserveres til utvidelse av det eksisterende foton-behandlingsanlegg (linak). De eksisterende planer viser mulighet for å etablere ytterligere 7 strålerom under gårdsplassen.

Ved etablering av et protonanlegg er det derfor nødvendig at flere eksisterende, og slitte, bygninger må rives for å etablere det nødvendige areal. Der kan plasseres et 4G+1F-anlegg, type 'bred'-disponering, på arealet der bygningene F, G, H og I er lokalisert i dag.

For å få best mulig tilkobling til den eksisterende bygningsmasse samt beste pasient- og personalflyt plasseres behandlingsrommene mot øst og støttefunksjoner mot vest og bygning C.

Det eksisterer allerede hotelfasiliteter på tomten, så det anses ikke nødvendig med ytterligere hotellutvidelser ved protosenteret.

Mulige fremtidige utvidelser, herunder et karbonanlegg, skal på grunn av tomtens begrensninger ses i sammenheng med fornyelse av bygningsmassen ved bygning C, og det kommende klinikkbygget mot syd. Tomten og bygningsmassen tillater ikke ytterligere utvidelser uten at ytterligere eksisterende bygningsmasse berøres.

Tilgjengelighet og logistikk

De trafikale forhold, parkeringsforhold etc., kan ikke ses isolert for et protosenter alene, men må ses i sammenheng med det eksisterende sykehuset og det kommende nye klinikkbygget. I den forbindelse vil det være snakk om omdisponering av hovedinngangen, innkjøring og parkering for hele sykehusets tomt.

Teknikk

EL-forsyning tilkobles fra Smestad Transformatorstasjon.

Vann og varme forventes å kunne tilsluttes til hovedforsyning til det eksisterende sykehuset.

Geoteknikk

Det må regnes med at store deler av tomten består av løs masse og leire, evt. utskiftingsmasser etter andre utbyggingsprosjekter, og kun mindre deler av tomtearbeidene vil foregå på fjellgrunn. Tomten for det nye forskningsbygget bidro også til at grunnvannsnivået i området ble merkbart senket, og det må påregnes egne sikringsarbeider for å unngå setningsskader i byggene.

Store deler av det nye senteret vil også ha vegger som grenser inn til eksisterende bygningsmasse, og det må påregnes omfattende sikringstiltak for byggene, og HMS-tiltak for å sikre ansatte og pasienter.

Realisering

Tomten eies av sykehuset og er regulert til sykehusformål.

Spesielt for Radiumhospitalet er at det bygges midt i et område med sykehus i drift, og til og med hovedinngangen blir berørt. Tomten ligger også delvis oppå den tidligere adkomstveien til øvre del av Radiumhospitalet, og en god del kommunaltekniske føringer ligger i tomteområdet. I tillegg er det planer om å bygge ny behandlingsfløy (Buchardt-prosjektet), og dette ligger helt inntil den viste tomten for proton-senteret, og kan bli en utfordring i forbindelse med realisering.

KONSEPTRAPPORT FOR ETABLERING AV PROTONANLEGG

Forenklet skisseprosjekt

Dato 23.05.2016

Eksisterende bygg må rives før realisering og det må vurderes behov for erstatningsareal for eksisterende virksomhet. Store deler av det nye senteret vil ha vegger som grenser inn til eksisterende bygningsmasse, og det må påregnes omfattende sikringstiltak for byggene, og HMS-tiltak for å sikre ansatte og pasienter.

Deler av klinikkvirksomheten vil kunne være felles med eksisterende strålebehandling ved Radiumhospitalet, og dette kan være en driftsmessig fordel, men gir utfordringer i forhold til nærhet og ombyggingsprosjekt.

Det må forventes at de begrensede plassforhold og de nødvendige tilpasninger til støy- og vibrasjonsforhold vil kunne medføre en forlenget byggetid og er sjenerende for den daglige driften i eksisterende fasiliteter.

Kliniske og forskningsmessige sammenhenger

Nærhet til DNR's eksisterende kliniske fasiliteter ses som en betydelig fordel for et nytt protonanlegg her.

Det antas at kliniske støttefunksjoner etableres i fullt omfang, selv om visse funksjoner allerede finnes i det eksisterende sykehuset. Da det øvrige sykehuskomplekset sannsynligvis vil gjennomgå omfattende fornyelser av de sentrale behandlings- og diagnostiske funksjoner, vil et protonsenters drift kreve kliniske støttefunksjoner i fullt omfang.

Flere logistiske funksjoner finnes i det eksisterende komplekset, og kan med fordel betjene et nytt protonsenters her.

Det omfattende kreftforskningsmiljøet med eksisterende forskningsfasiliteter, herunder dyrestall i forskningsbygget, vil være særdeles relevant for et senter her.

Arkitektur og miljø

Topografi og eksisterende bygningsmasse gir en naturlig skjerming av ankomstforhold og de mer sårbare pasientfasilitetene. Et nytt protonsenters vil dra fordel av disse fysiske forholdene.

Selv om Ullernchausseen er nær, oppleves den ikke som et sjenerende element, hverken visuelt eller støymessig.

Nærhet til Mærradalen mot vest er likeledes en fordel for hele hospitalet.

KONSEPTRAPPORT FOR ETABLERING AV PROTONANLEGG

Forenklet skisseprosjekt

Dato 23.05.2016

HELSE VEST, HAUKELANDSBAKKEN NORD

Geometriske forhold

Tomten ved det eksisterende parkeringsanlegget, som forutsettes fjernet, er relativt lang og smal.

Et 4G+1F-anlegg i 'smal' disponering av støttefunksjoner vil kreve visse overskridelser av tomtegrensen mot nord.

Et 2G+1F-anlegg også i 'smal' disponering kan få plass. 'Brede' disponeringer er det vanskelig å få plass til, da de vil overskride østlig og/eller vestlig tomtegrense.

Selve tomtearealet er relativt plant og svakt hellende mot nord, og arealet møter en høy bergvegg mot øst. Selve behandlingsrommenes omfattende betongkonstruksjon plasseres naturlig opp mot denne fjellformasjonen. Som følge av dette disponeres de kliniske støttefunksjoner mot syd og vest, hvilket også er hensiktsmessig i forhold til ankomst og tilkjøringsmuligheter.

Tilgjengelighet og logistikk

Haukelandsbakken gir kjørende god adgang til senteret.

Parkering kan etableres enten foran hovedinngangen ved rundkjøringen, med en risiko for å skyve et 4G+1F-anlegg for langt mot nord. Alternativt langs den vestlige fasade på senteret eller på tomten ved Sykepleierhøgskolen.

Teknikk

EL-forsyning tilkobles Ravneberget Transformatorstasjon. Høyspent strømforsyning kan hentes fra Ravneberget transformatorstasjon, som ligger ca. 300 m øst og opp for selve tomteområdet. Det finnes kun gangvei mellom tomteområdet og transformatorstasjonen, og det ligger nokså sentralt i forhold til et mye benyttet fritids- og rekreasjonsareal.

Vann og varme forventes å kunne tilsluttes til hovedforsyningen til eksisterende sykehus.

Geoteknikk

Tomten ligger i skrånende terreng, og er plassert i enden av en ensidig adkomstvei. Grunnen for denne tomten ser ut til å være alt overveiende fjell, men med løse masser der tidligere byggeprosjekter har vært gjennomført.

Hele tomteområdet ligger for øvrig inne på et utsprengt platå i en fjellside, og andre byggearbeider i de nære områdene tilsier at grunnen i utgangspunktet er fast fjell. Det er knyttet noe usikkerhet til andre installasjoner inne i det samme fjellet, siden arealer for Teknisk Sentral og andre funksjoner er sprengt inn i fjellet på et lavere nivå.

Avstander og eventuelle nødvendige sikringsarbeider må utredes i detalj hvis prosjektet videreføres med denne plasseringen.

Realisering

KONSEPTRAPPORT FOR ETABLERING AV PROTONANLEGG

Forenklet skisseprosjekt

Dato 23.05.2016

For tomten finnes det et tilbud om kjøp fra Statsbygg. Dette er ikke tiltrådt men kan tiltres etter avtale.

Reguleringsprosessen avventer konseptrapport og det endelige tomtevalg. Det er positive signaler vedrørende reguleringen, og det er en frist for gjenopptakelse i oktober 2016. Risiki i forhold til reguleringsprosessen må tas inn i en samlet vurdering.

Plassering i fjellskråning, og noen trange adkomstforhold i nabolaget blir utfordringen i forhold til rigging, utsprenging og transport. Tomten er plassert i enden av bilvei til sykepleieskolen og omkringliggende bygningsmasse, og dalstasjonen til Ulriksbanen ligger i denne veien ca. 100 m nedenfor tomten.

Tomten ligger i skrånende terreng, og er plassert i enden av en ensidig adkomstvei, og er plassert i et område med både boliger og andre helse-funksjoner, så det vil vel også medføre ekstra investeringer i sikringstiltak, støyreduksjon og vibrasjonskontroll.

Tilførsler av elektroforsyninger og forsyninger for kommunaltekniske anlegg blir noe krevende siden det kun er en vei inn til tomten, og det krever omfattende uttransport av sprengstein og stor arbeider i bakken for infrastrukturen.

Kliniske og forskningsmessige sammenhenger

Avstand mellom protonsentret og selve Haukeland Sykehus vil være ca. 450m for gående, ca. 800m for biltransport, så et anlegg her vil være et 'stand alone'-anlegg. Anlegget må derfor innredes med alle støttefunksjoner inkl. alle nødvendige logistiske og forsyningsmessige tekniske funksjoner.

Evt. kan det etableres enkelte støttefunksjoner i nærliggende Sykepleierhøgskole, men det må vurderes hvilke funksjoner som kan plasseres fysisk adskilt fra selve protonsentret.

Arkitektur og miljø

Tomten ligger høyt hevet over eksisterende sykehus og foranliggende by og havn.

Men de to foranliggende boligblokket mot vest skjermer dessverre for den storslåtte utsikten ut over Bergen by.

Det vil kun være begrenset gjennomkjørende trafikk via Haukelandsbakken, så plasseringen gir god skjerming for innsyn og støy, og vil kunne gi tilfredsstillende og rolige omgivelser for pasienter og besøkende.

KONSEPTRAPPORT FOR ETABLERING AV PROTONANLEGG

Forenklet skisseprosjekt

Dato 23.05.2016

HELSE VEST, HAUKELAND - HAUKELANDBAKKEN SYKEPLEIERHØGSKOLEN

Geometriske forhold

Tomtens geometri tillater et 4+1-anlegg i 'bred' disponering av støttefunksjoner, samt et 2+1-anlegg i 'bred' disponering.

En forutsetning er at eksisterende Sykepleierhøgskole må fjernes for å gi plass til et 2+1-anlegg. Ytterligere en bygning vest for Sykepleierhøgskolen må fjernes hvis det skal etableres et 4+1-anlegg her.

Behandlingsrom plasseres best mot øst så de kliniske støttefunksjonene, og tilhørende ankomst- og ventearealer, kan plasseres mot vest og den fine utsikten. Tomten er relativt plan og vannrett, men en skrent ned mot vest avgrenser tomten. Derfor må de kliniske støttefunksjoner for et 4+1-anlegg tilpasses denne tomtegrensen.

Tilgjengelighet og logistikk

Haukelandsbakken gir kjørende god adgang til senteret.

Parkering kan kanskje etableres foran hovedindgang ved rundkjøringen, med en mulig risiko for å skyve et 4G+1F-anlegg for langt mot syd. Alternativt er det god plass på parkeringsarealet umiddelbart nord for rundkjøringen.

Teknikk

EL-forsyning tilføres fra Ravneberget Transformatorstasjon.

Man forutsetter å kunne tilknytte hovedforsyningen til det eksisterende sykehus for å få vann og varme.

Geoteknikk

Denne tomten har for såvidt samme forutsetninger som tomten i parkeringsanlegget, men ligger friere foran sykepleierhøgskolen, og er litt mindre krevende i forhold til sprengning.

Grunnen for denne tomten ser også ut til å være alt overveiende fjell, men med løse masser der tidligere byggeprosjekter har vært gjennomført.

I forbindelse med at tomten ligger på en hylle i fjellskråningen over motorveien inn i Haukelandstunnellen, må det påregnes særskilte sikringstiltak i forbindelse med utspregning og transport for dette alternativet, med sikring av eksisterende fjellskråning. I tillegg gjelder det også her at det finnes utspregte arealer på et lavere nivå inne i fjellet, og dette må tas hensyn til ved videre bearbeidelse av alternativet.

KONSEPTRAPPORT FOR ETABLERING AV PROTONANLEGG

Forenklet skisseprosjekt

Dato 23.05.2016

Realisering

Tomt ved lærerhøgskolen eies av Helse Bergen HF. Bygg, umiddelbart etter høgskolen eies ikke av Helse Bergen.

Tomt bak denne igjen eies av Helse Bergen.

Reguleringsprosessen avventer konseptrapporten og det endelige tomtevalget. Det er positive signaler angående reguleringen, og det er satt en frist for gjenopptakelse oktober 2016. Risiki i forhold til reguleringsprosessen må tas inn i en samlet vurdering.

Det ligger eksisterende bebyggelse på dette tomtearealet, slik at det vil bli nødvendig med en del rivearbeider og tilpasningsarbeider i forhold til den eksisterende bygningsmassen.

Imidlertid er den plassert på en hylle i terrenget, og denne er i minste laget for det største alternativet med 4+1 behandlingsrom, så det vil medføre en del tilpasningsarbeider i forhold til høyder og omkringliggende installasjoner. Det må anbefales at denne plasseringen kun anvendes til etablering av 2+1 løsning.

I forbindelse med utføringen av selve byggearbeidene kan det bli nødvendig å inndra en del av parkeringsarealet (om ikke hele arealet) for å kunne anskaffe det nødvendige arealet til byggeplassen. Dette vil kunne medføre krav om henvisning til midlertidige P-plasser i nærheten og evt. utgifter til anskaffelser disse.

Kliniske og forskningsmessige sammenhenger

Avstanden mellom protonsentret og selve Haukeland Sykehus vil være ca. 450m for gående, ca. 800m for biltransport, så et anlegg her vil være et 'stand alone'-anlegg.

Anlegget må derfor innrettes med alle støttefunksjoner inkl. alle nødvendige logistiske og forsyningsmessige tekniske funksjoner.

Arkitektur og miljø

Plasseringen gir god skjerming av innsyn og støy, og vil kunne gi tilfredsstillende og rolige omgivelser for pasienter og besøkende. Det vil kun være begrenset gjennomkjørende trafikk via Haukelandsbakken.

Utsiktsmulighetene ut over Bergen by og havn er en stor fordel med denne lokaliseringen.

Konseptrapport for etablering av protontanlegg

FORENKLET SKISSEPROSJEKT

TEGNINGER

2016.05.31

Innhold

Basisvarianter for behandlingsrum

- 1G og 2G
- 4G+1F, 3G+1F og 2G+1F, Hitachi synkrotron
- 4G+1F, 3G+1F og 2G+1F, IBA syklotron
- 4G+1F, 3G+1F og 2G+1F, Varian syklotron
- 5G+1F og 6G+1F, Varian syklotron
- Karbon anlegg, stor synkrotron

Basisvarianter for samlede anlegg

- type 4G+1F, 'bred'
- type 4G+1F, 'smal'
- type 3G+1F, 'bred'
- type 3G+1F, 'smal'
- type 2G+1F, 'bred'
- type 2G+1F, 'smal'

Helse Sør-Øst, OUS - Gaustad

4G+1F, 3(4)G+1F - 'smal'

Helse Sør-Øst - Det Norske Radiumhospital

4G+1F, 3(4)G+1F - 'bred'

Helse Vest, Haukeland - ved P-Plass

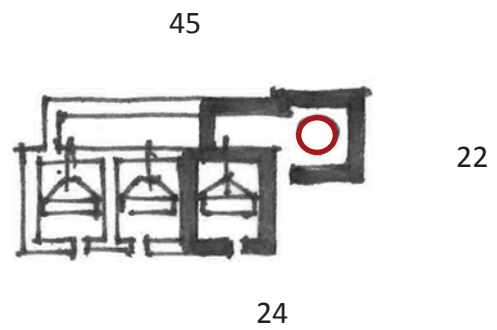
2G+1F, 1(2)G+1F - 'smal'

4G+1F, 3(4)G+1F - 'smal'

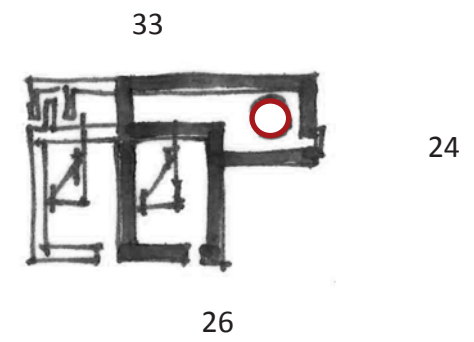
Helse Vest, Haukeland - ved Sykepleierhøgskolen

2G+1F, 1(2)G+1F - 'bred'

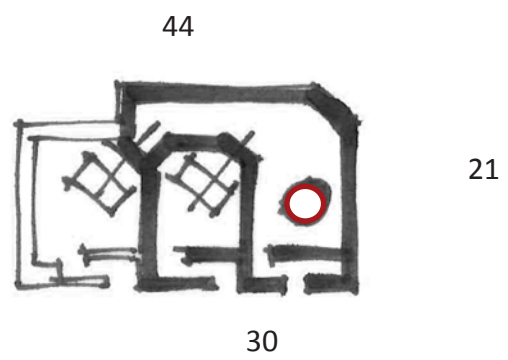
Pro Nova



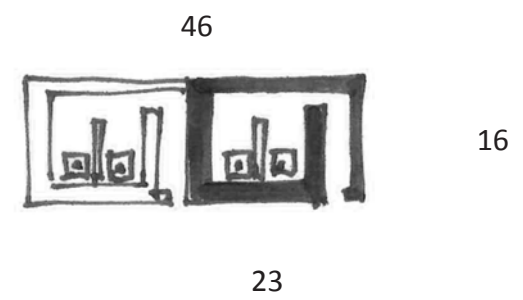
Pro Tom



Mitsubishi

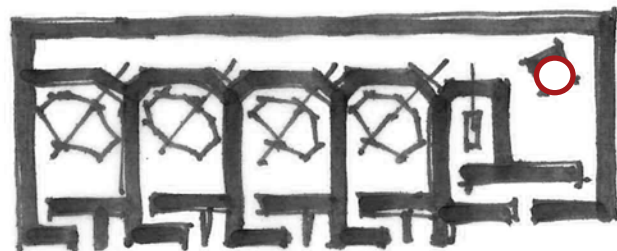


Mevion



Behandlingsrum - 1 og 2
Synkrotron

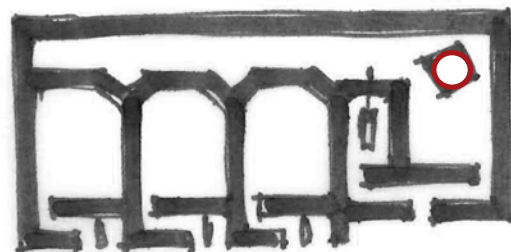
79



4 Gantries
1 Fixed

31

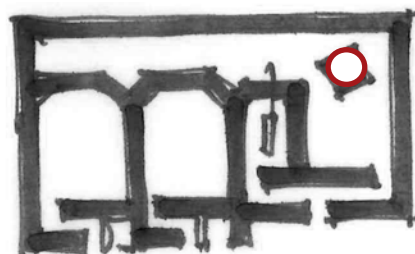
66



3 Gantries
1 Fixed

31

53



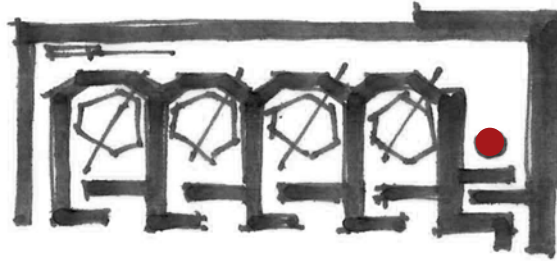
2 Gantries
1 Fixed

31

Behandlingsrum - 4+1, 3+1 og 2+1
Hitachi Synkrotron

71

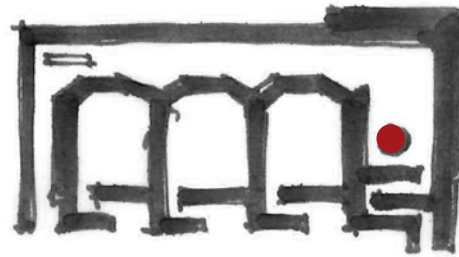
4 Gantries
1 Fixed



32

58

3 Gantries
1 Fixed



32

45

2 Gantries
1 Fixed

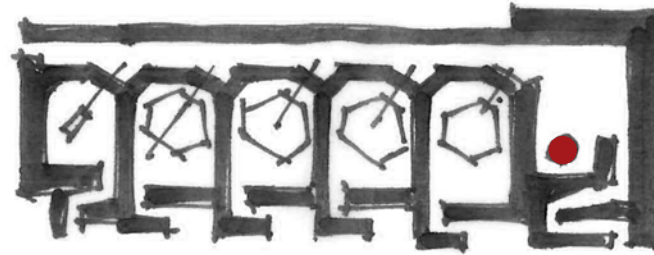


32

Behandlingsrum - 4+1, 3+1 og 2+1
IBA Syklotron

85

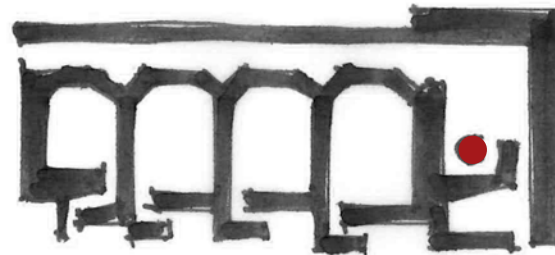
4 Gantries
1 Fixed



31

72

3 Gantries
1 Fixed



31

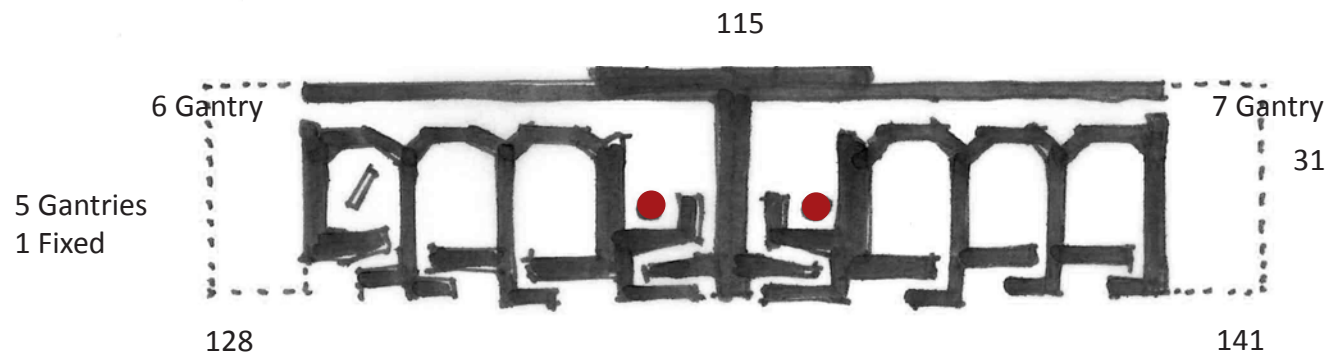
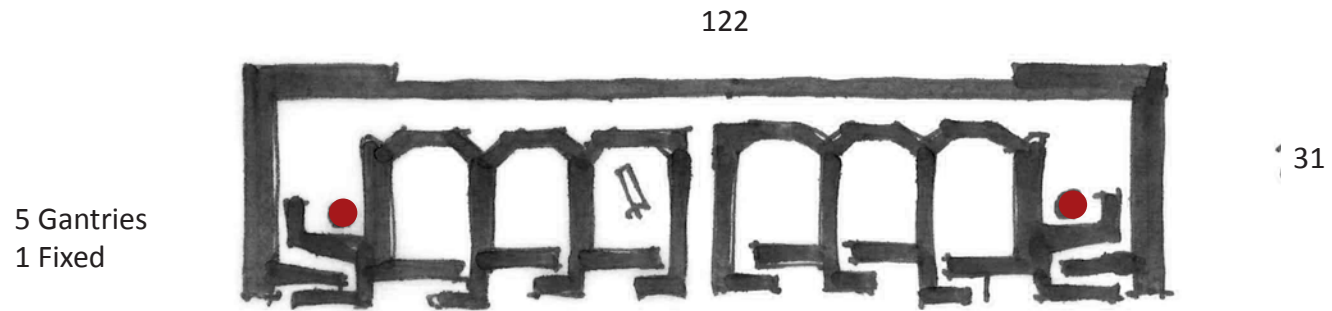
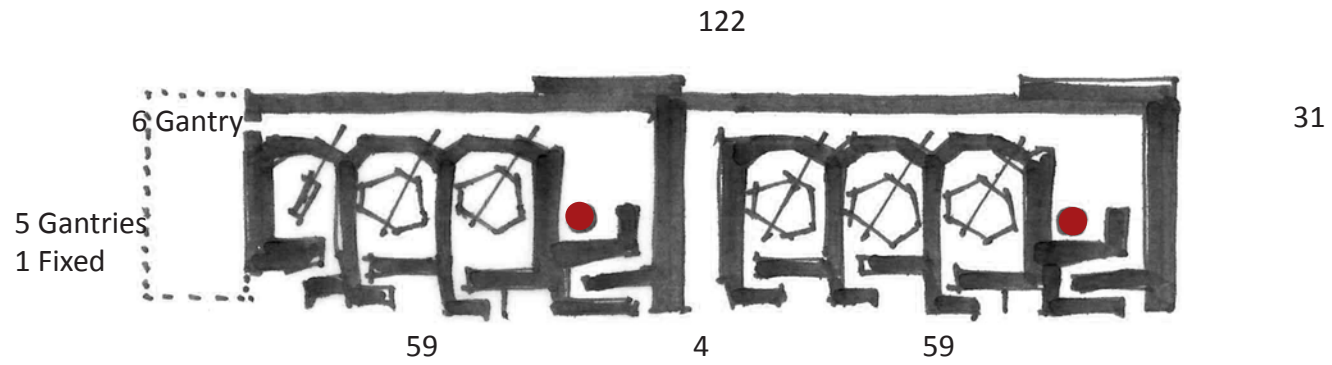
59

2 Gantries
1 Fixed

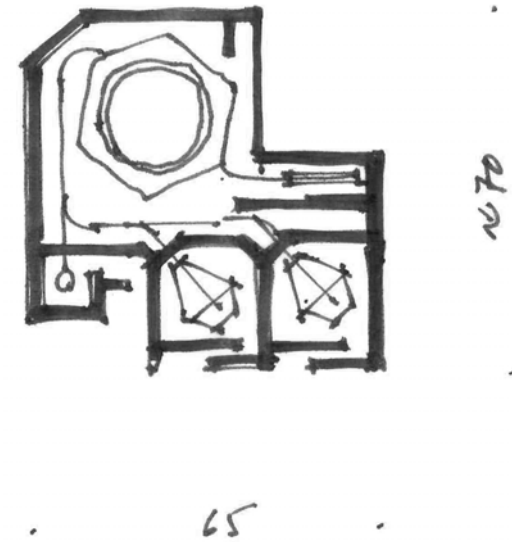
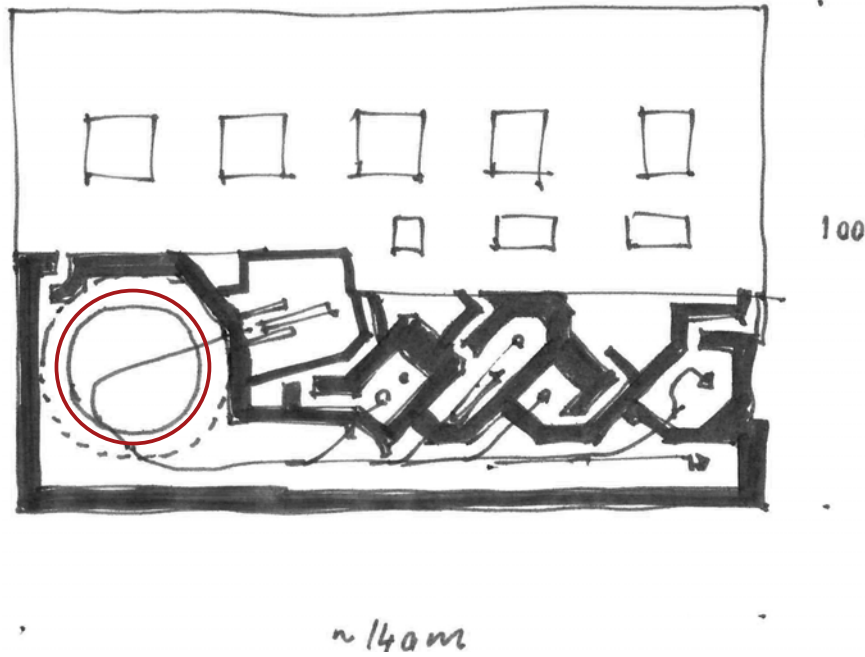
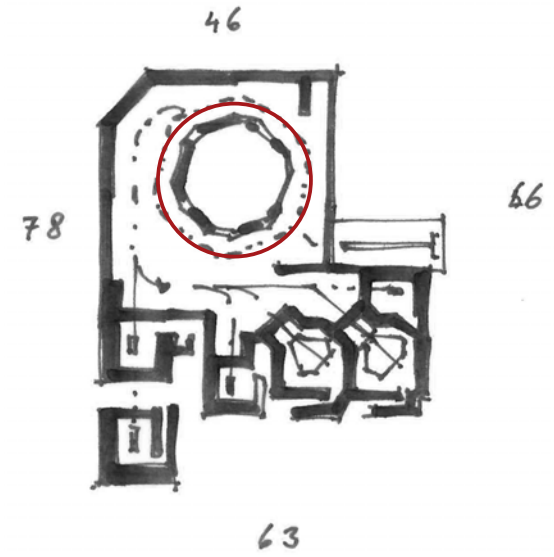
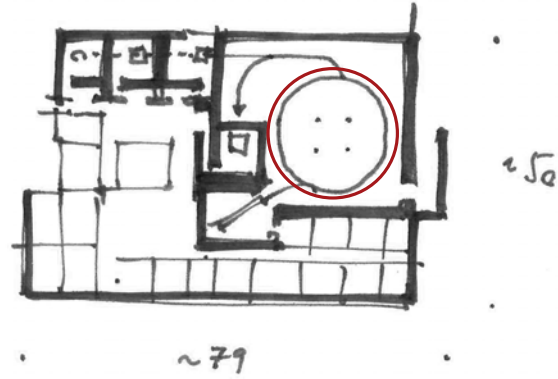
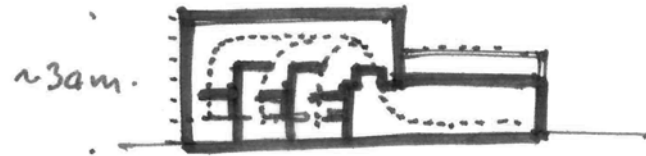


31

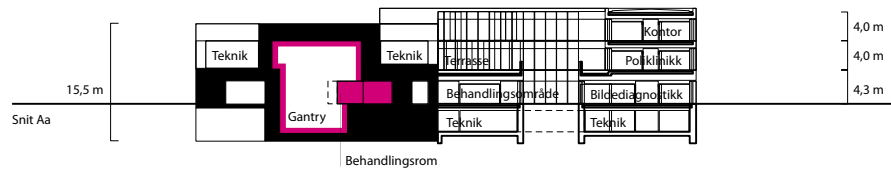
Behandlingsrum - 4+1, 3+1 og 2+1
Varian Syklotron



Behandlingsrum - 5+1 og 6+1
Varian Syklotron

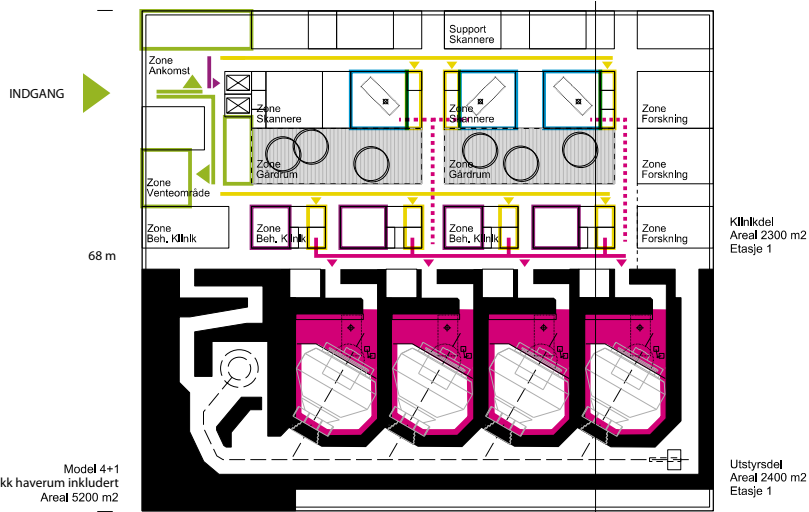


Behandlingsrum -
Mitsubishi Synkrotron Stor

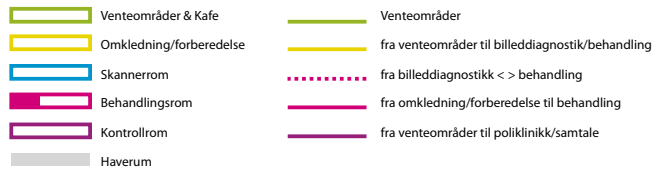


FUNKTIONSDIAGRAM etasje 3

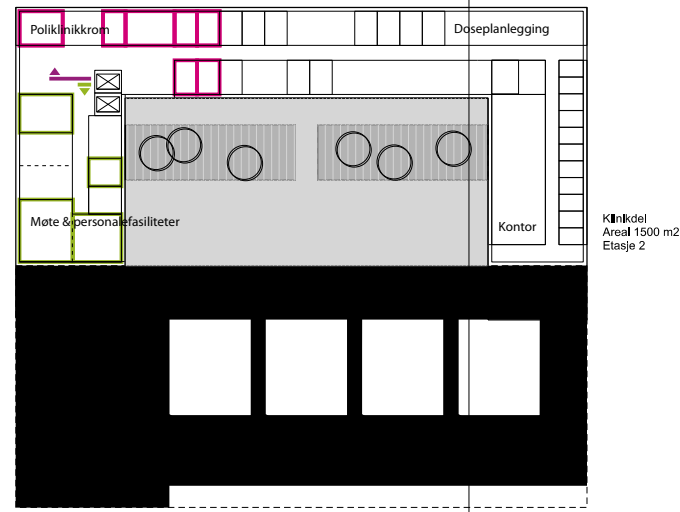
Møte & personalefasiliteter	areal 340 m ²
Kontor	areal 1160 m ²
I alt	areal 1500 m ²



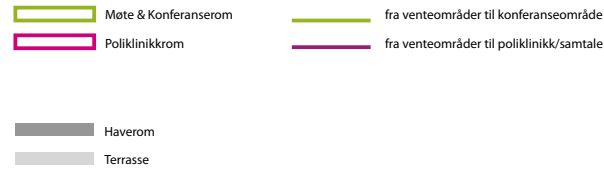
PATIENTFLOW



Snit Aa

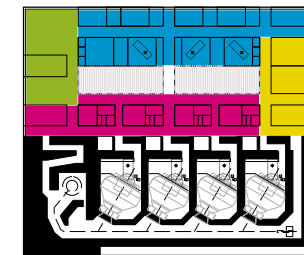


PATIENTFLOW



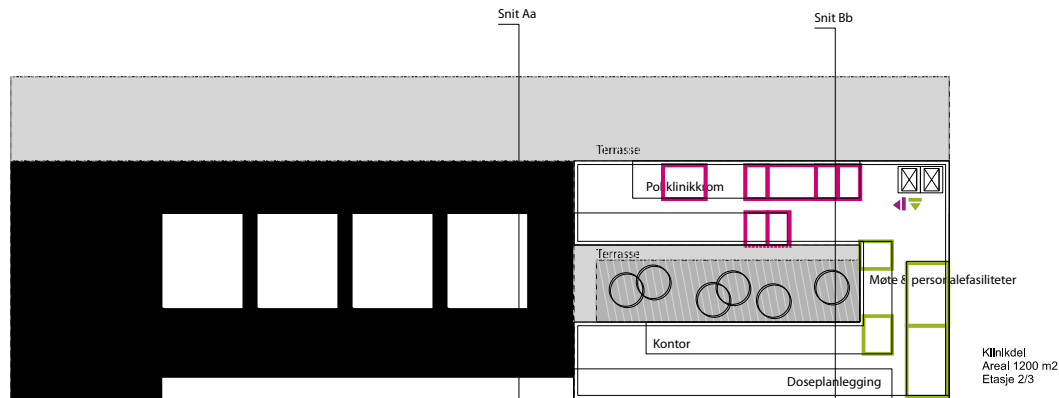
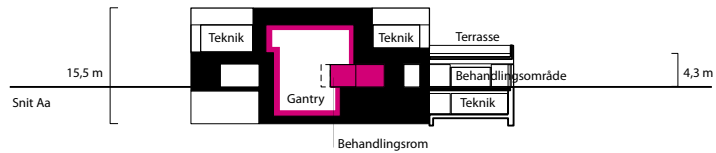
FUNKTIONSDIAGRAM etasje 2

Møte & personalefasiliteter	areal 340 m ²
Poliklinikk/samtale	areal 560 m ²
Kontor	areal 260 m ²
Doseplanlegging	areal 340 m ²
I alt	areal 1500 m ²

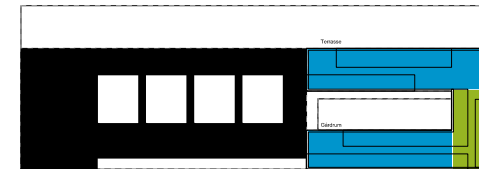


FUNKTIONSDIAGRAM etasje 1

Ankomstområde	areal 360 m ²
Skannere	areal 940 m ²
Beh.område klinikkdel	areal 600 m ²
Forskning (full løsning)	areal 400 m ²
Utstyrsdel	areal 2400 m ²
I alt	areal 4700 m ²
	76,5 m

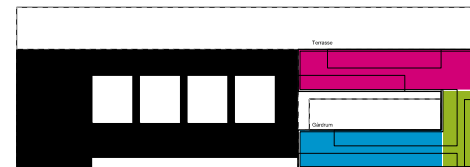


PATIENTFLOW



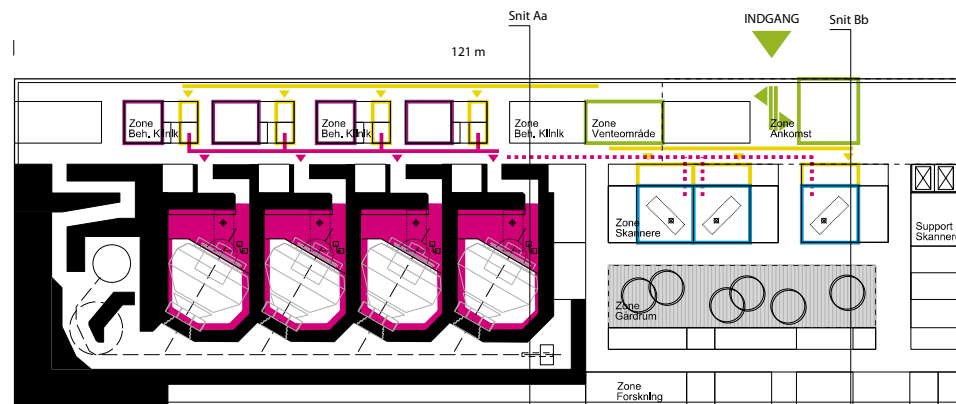
FUNKTIONSDIAGRAM etasje 3

Møte & personalefasiliteter	areal 240 m ²
Kontor	areal 960 m ²
I alt	areal 1200 m ²

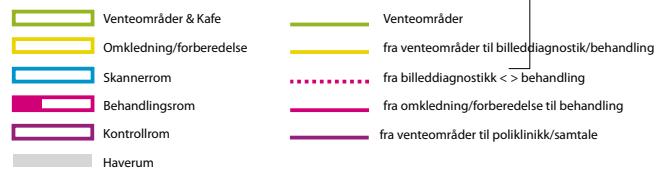


FUNKTIONSDIAGRAM etasje 2

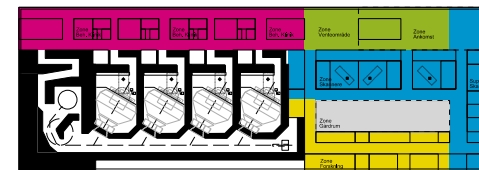
Møte & personalefasiliteter	areal 240 m ²
Poliklinikk/samtale	areal 600 m ²
Doseplanlegging	areal 360 m ²
I alt	areal 1200 m ²



PATIENTFLOW



Klinikkdel
Areal 2500 m²
Etagje 1

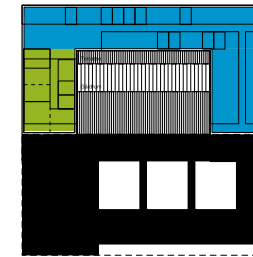
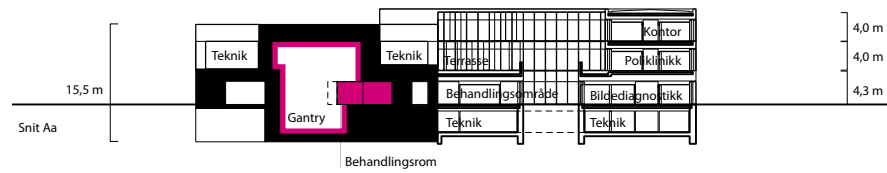


FUNKTIONSDIAGRAM etasje 1

Ankomstområde	areal 400 m ²
Billediagnostikk	areal 1000 m ²
Beh.område klinikkdel	areal 700 m ²
Forskning (full løsning)	areal 400 m ²
Utstyrsdel	areal 2400 m ²
I alt	areal 4900 m ²

Utstyrsdel
Areal 2400 m²
Etagje 1

Basistype 4G+1F, 'smal' (1a, 1b, 2b)



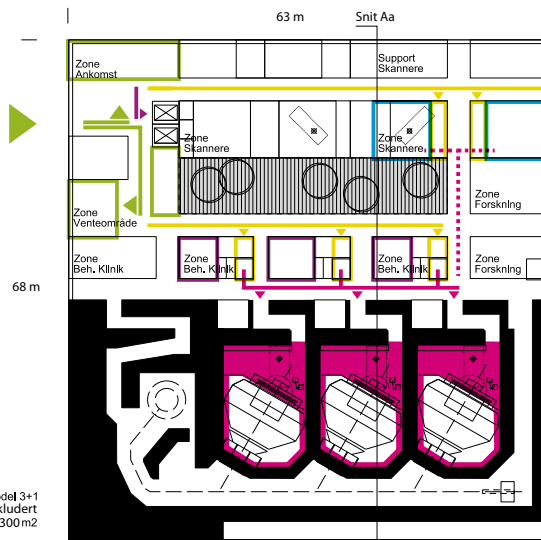
FUNKTIONSDIAGRAM etasje 3

■ Møte & personalefasiliteter	areal 250 m ²
■ Kontor	areal 1050 m ²
I alt	areal 1300 m ²



FUNKTIONSDIAGRAM etasje 2

■ Møte & personalefasiliteter	areal 250 m ²
■ Poliklinikk/samtale	areal 500 m ²
■ Kontor	areal 300 m ²
■ Doseplanlegging	areal 250 m ²
I alt	areal 1300 m ²



Klinikkdel
Areal 1900 m²
Etasje 1

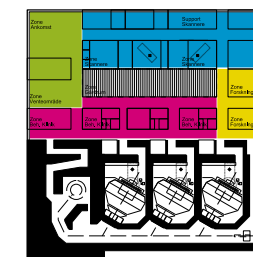
Utstyrsdel
Areal 2100 m²
Etasje 1

Model 3+1
Fotavtrykk haverom inkludert
Areal 4300 m²

PATIENTFLOW

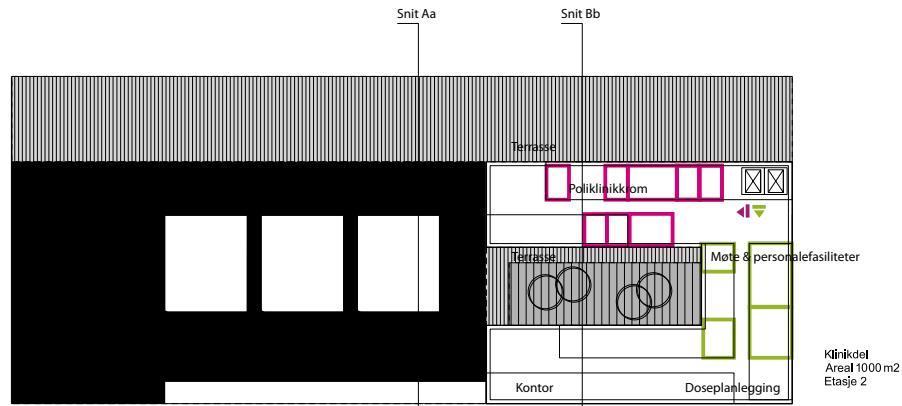
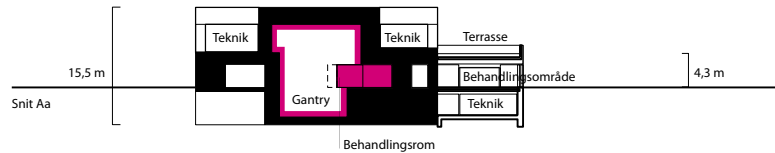


PATIENTFLOW

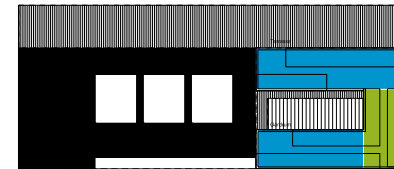


FUNKTIONSDIAGRAM etasje 1

■ Ankomstområde	areal 330 m ²
■ Billeddiagnostikk	areal 750 m ²
■ Beh.område klinikkdel	areal 550 m ²
■ Forskning (full løsning)	areal 200 m ²
■ Utstyrsdel	areal 2100 m ²
I alt	areal 4000 m ²

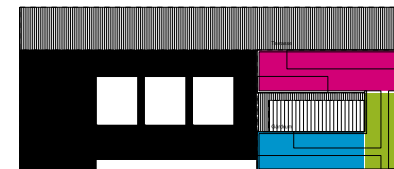


PATIENTFLOW



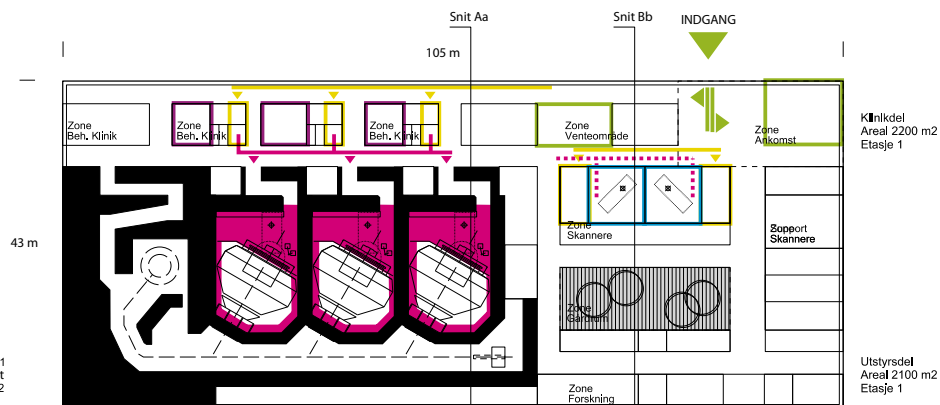
FUNKTIONSDIAGRAM etasje 3

Mote & personalefasiliteter	areal 240 m2
Kontor	areal 760 m2
I alt	areal 1000 m2

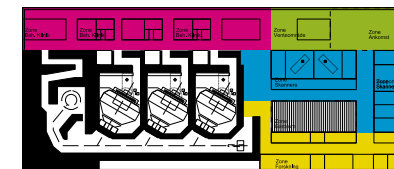
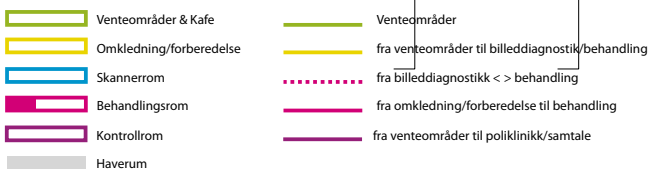


FUNKTIONSDIAGRAM etasje 2

Mote & personalefasiliteter	areal 240 m2
Poliklinikk/samtale	areal 400 m2
Doseplanlegging	areal 360 m2
I alt	areal 1000 m2



PATIENTFLOW

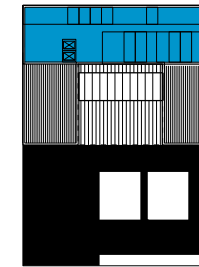
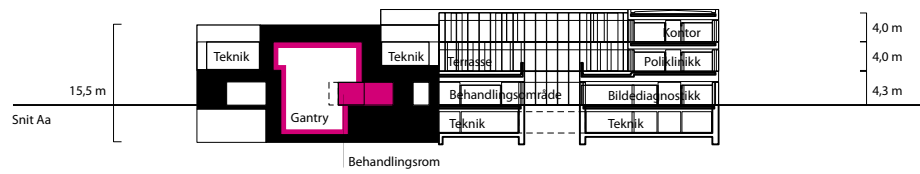


FUNKTIONSDIAGRAM etasje 1

Ankomstområde	areal 320 m2
Billeddiagnostikk	areal 700 m2
Beh.område klinikdel	areal 700 m2
Forskning (full løsning)	areal 400 m2
Utstyrsdel	areal 2100 m2
I alt	areal 4300 m2

Model 3+1
Fotavtrykk haverum inkludert
Areal 4500 m2

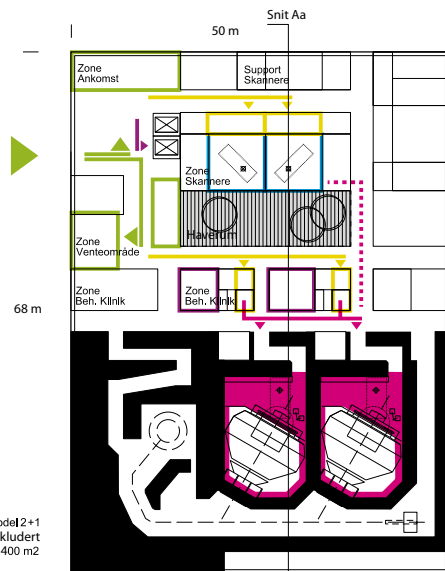
Basistype 3G+1F, 'smal' (2aa)



FUNKTIONSDIAGRAM etasje 3

■ Kontor
I alt

areal 600 m²
areal 600 m²

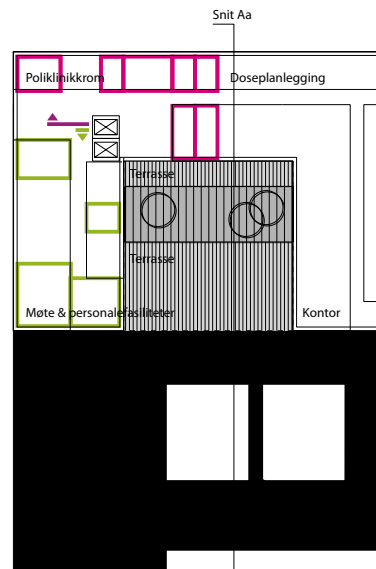


Klinikkdel
Areal 1600 m²
Etasje 1

Utstyrsdel
Areal 1600 m²
Etasje 1

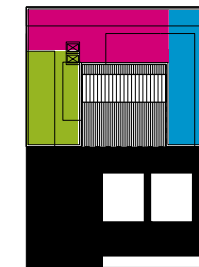
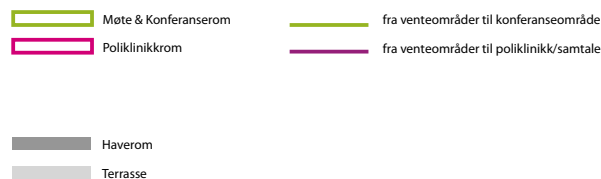
Model 2+1
Fotavtrykk haverum inkludert
Areal 3400 m²

PATIENTFLOW



Klinikkdel
Areal 1100 m²
Etasje 2

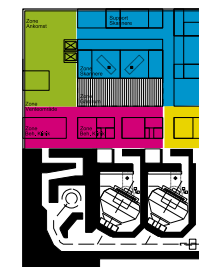
PATIENTFLOW



FUNKTIONSDIAGRAM etasje 2

■ Mote & personalefasiliteter
■ Poliklinikk/samtale
■ Kontor
■ Doseplanlegging
I alt

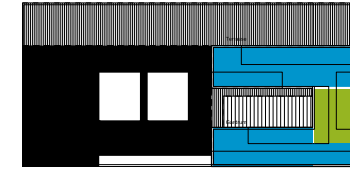
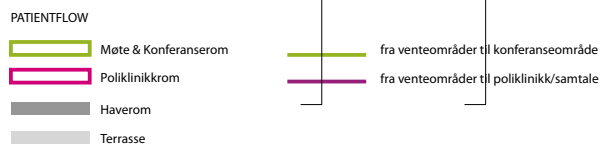
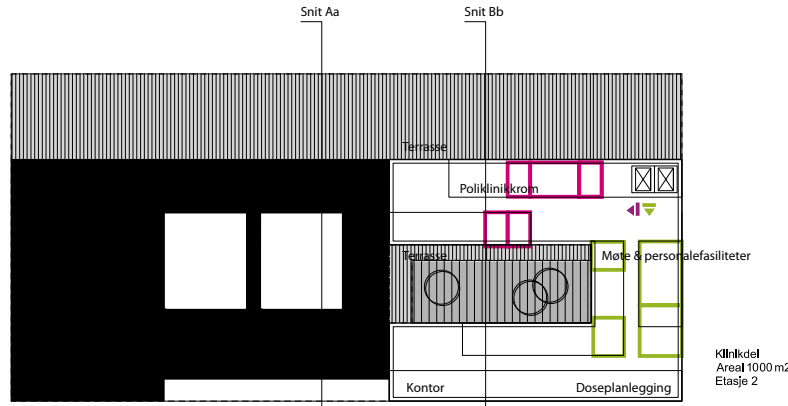
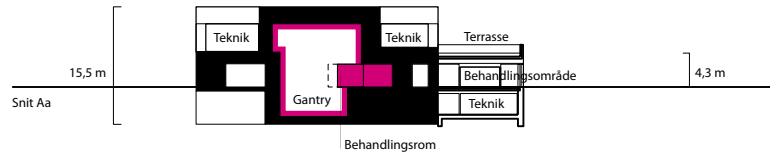
areal 300 m²
areal 370 m²
areal 200 m²
areal 230 m²
areal 1100 m²



FUNKTIONSDIAGRAM etasje 1

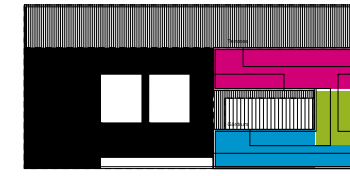
■ Ankomstområde
■ Billediagnostikk
■ Beh.område klinikkdel
■ Forskning (enkel løsning)
■ Utstyrsdel
I alt

areal 320 m²
areal 700 m²
areal 450 m²
areal 130 m²
areal 1600 m²
areal 3200 m²



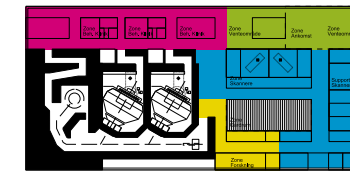
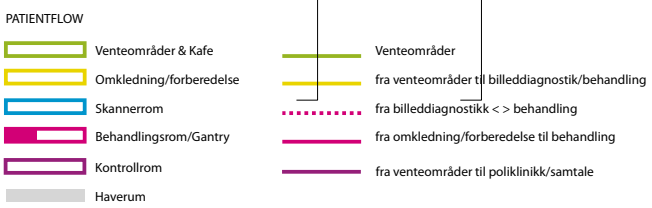
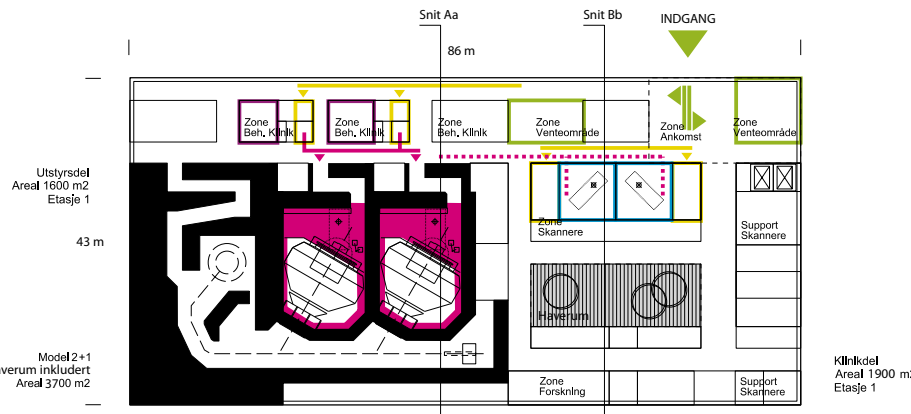
FUNKTIONSDIAGRAM etasje 3

Møte & personalefasiliteter	areal 200 m2
Kontor	areal 800 m2
I alt	areal 1000 m2



FUNKTIONSDIAGRAM etasje 2

Møte & personalefasiliteter	areal 200 m2
Poliklinikk/samtale	areal 400 m2
Kontor	areal 160 m2
Doseplanlegging	areal 240 m2
I alt	areal 1000 m2



FUNKTIONSDIAGRAM etasje 1

Ankomstområde	areal 320 m2
Billediagnostikk	areal 800 m2
Beh.område klinikkdel	areal 600 m2
Forskning (enkel løsning)	areal 180 m2
Utstyrsdel	areal 1600 m2
I alt	areal 3500 m2

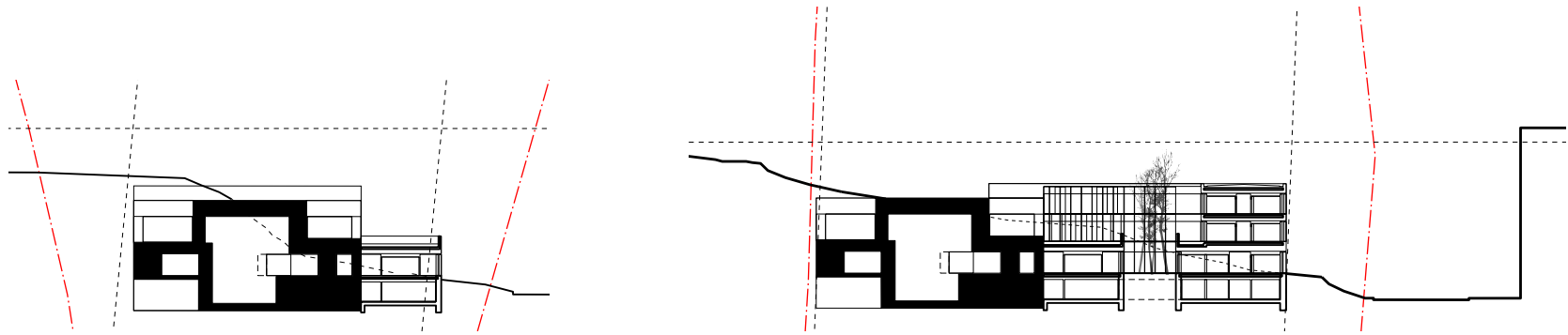
Utstyrsdel
Areal 1600 m2
Etasje 1

43 m

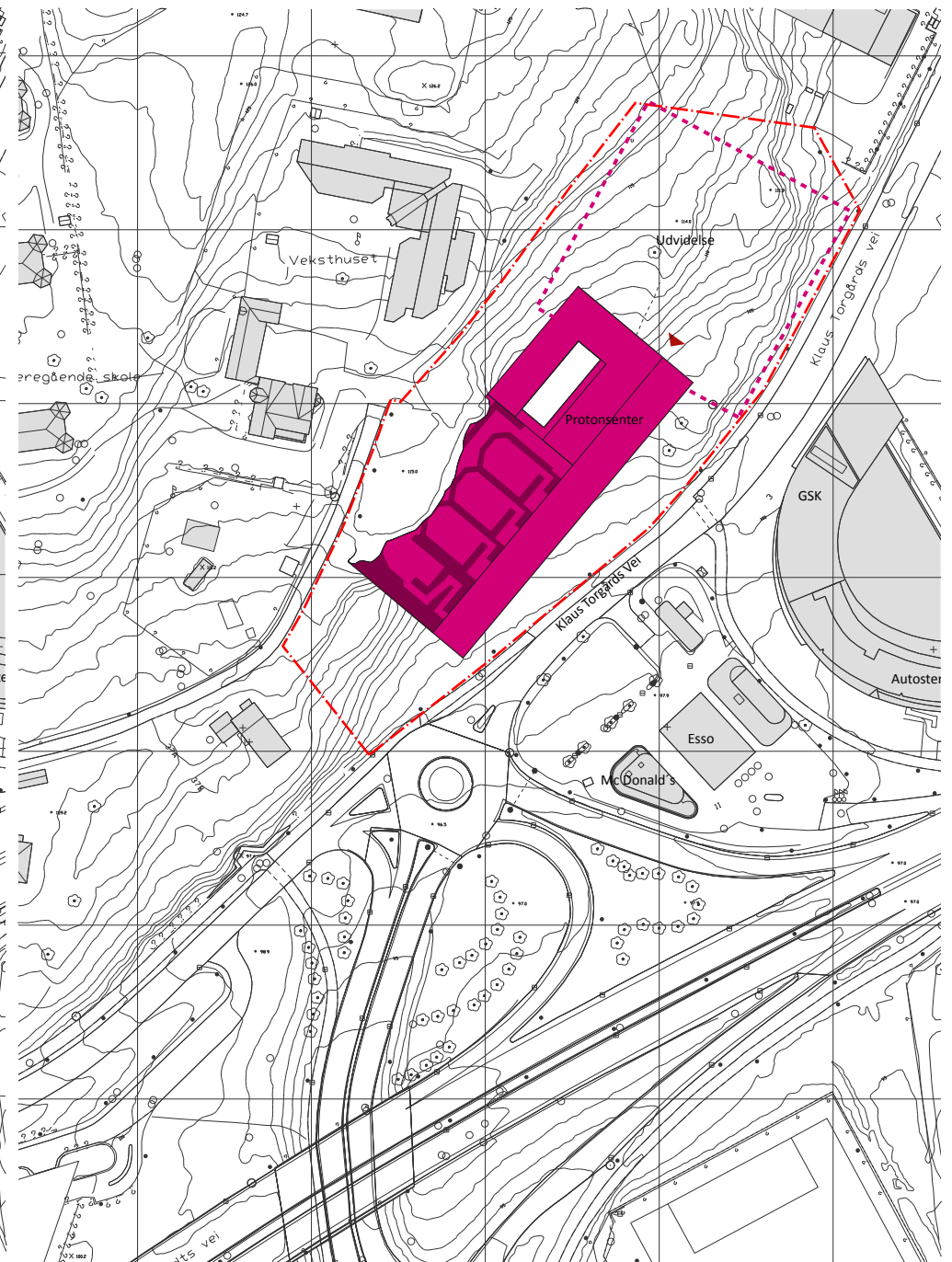
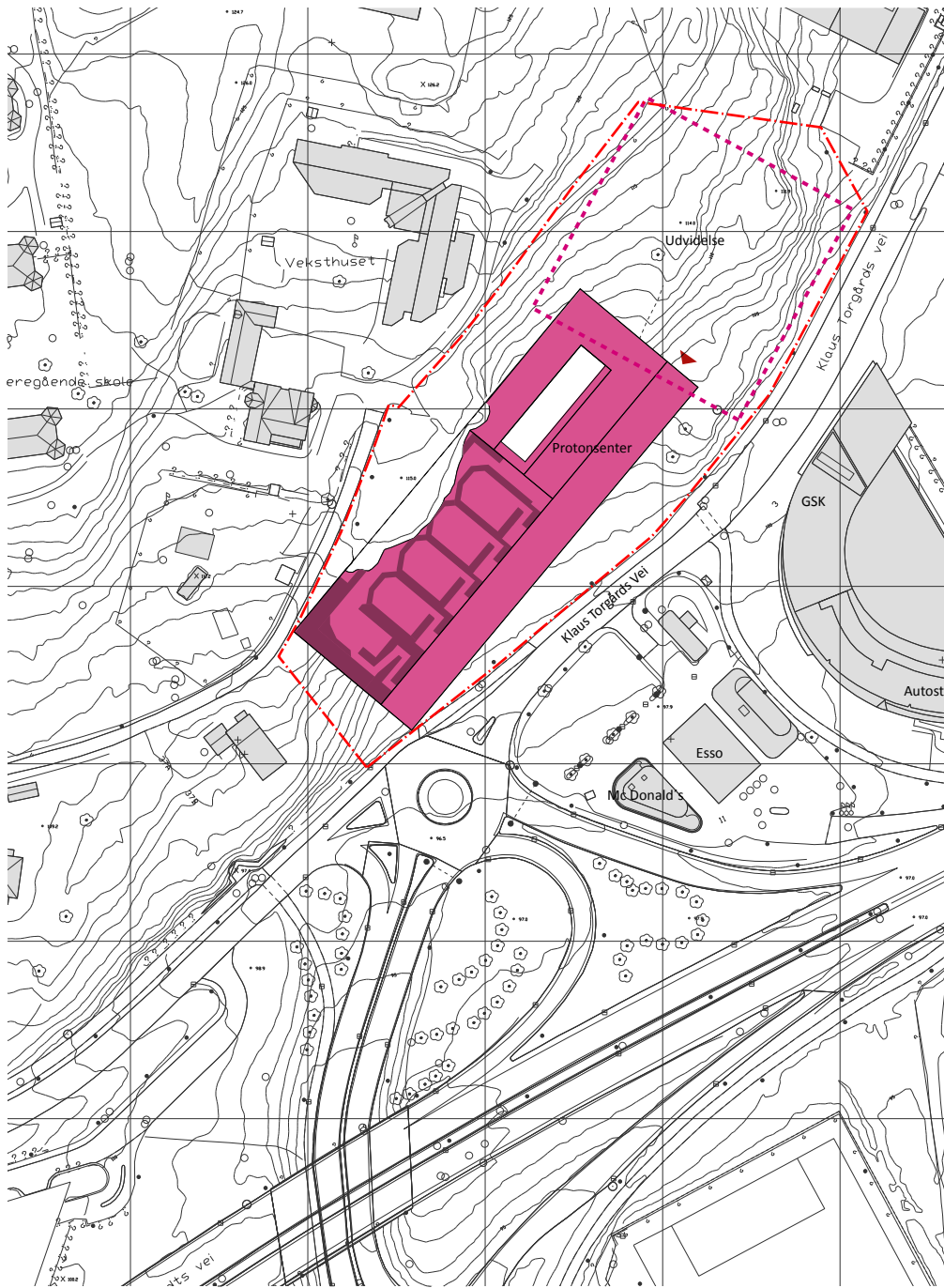
Model 2+1
Fotavtrykk haverom inkludert
Areal 3700 m2

Klinikkdel
Areal 1900 m2
Etasje 1

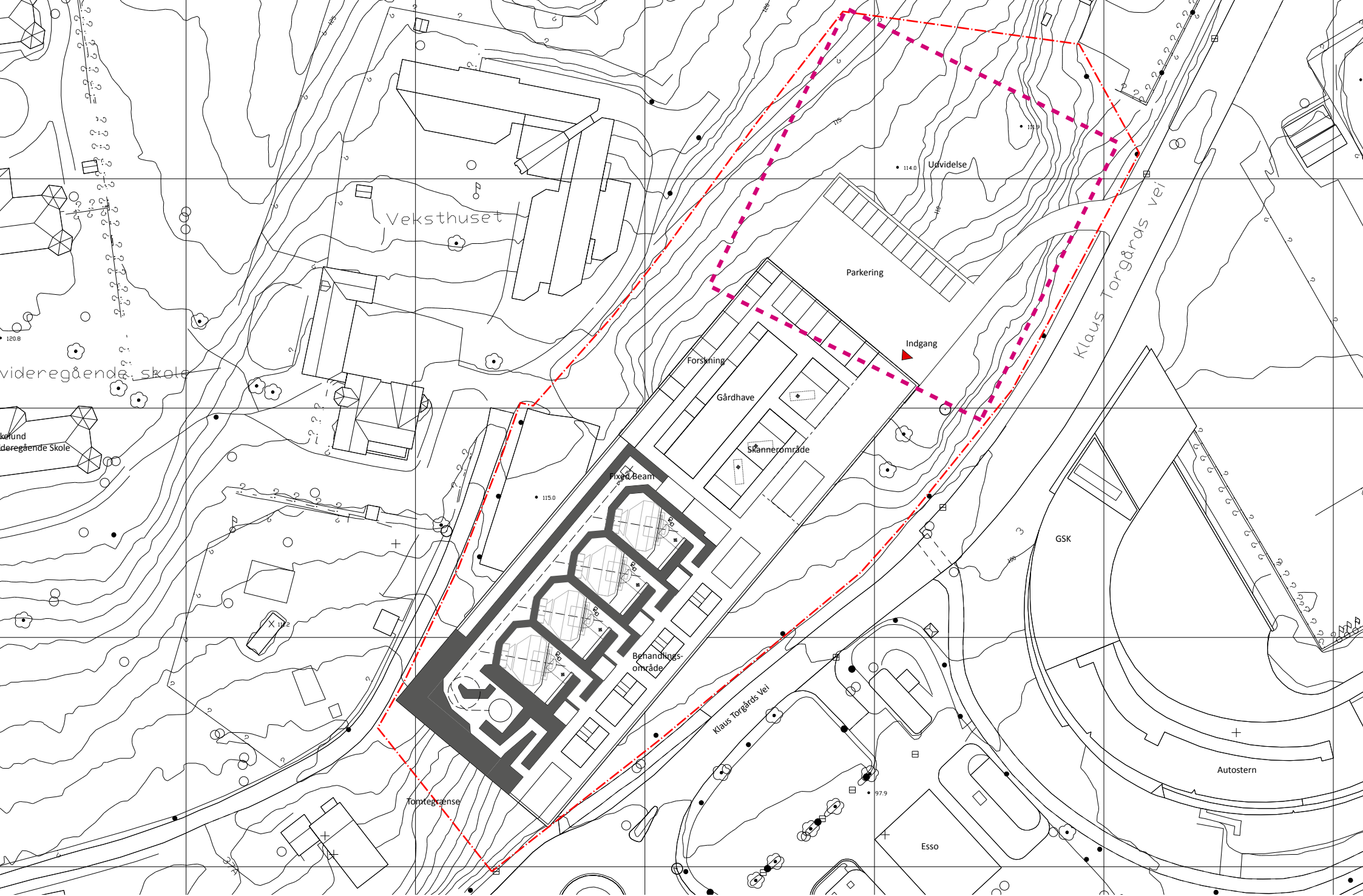
Basistype 2G+1F, 'smal' (2b)



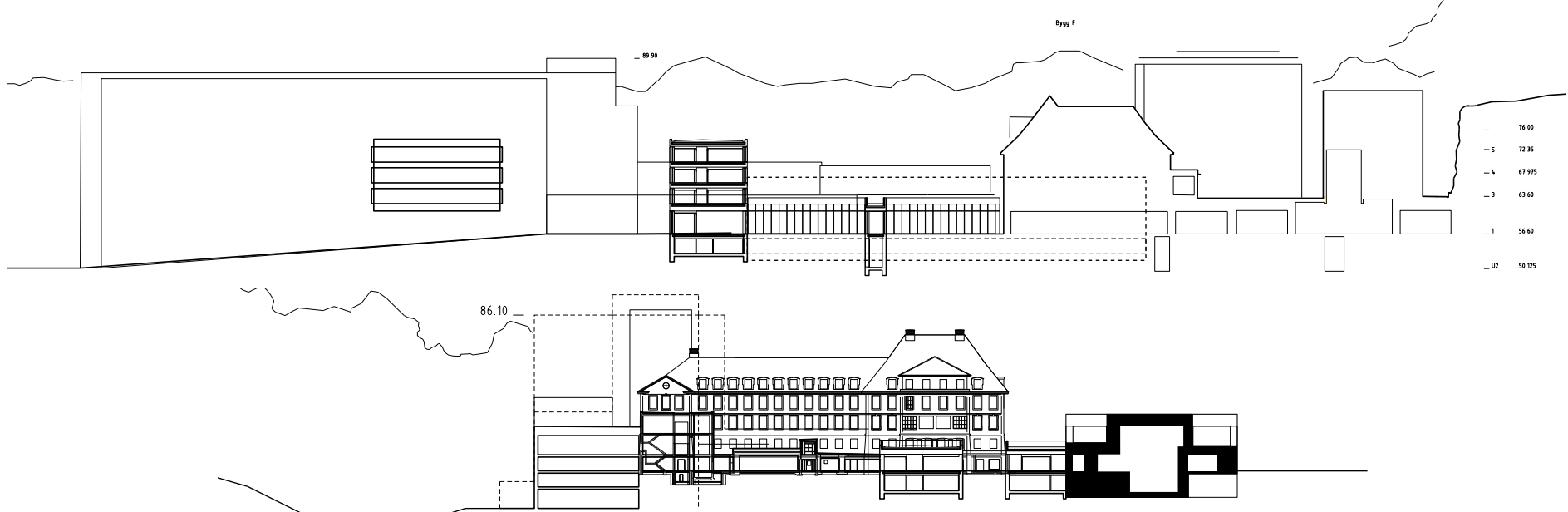
HSØ Gaustad - 4G+1F 3(4)G+1F - 'smal' (1a, 1b, 2b)



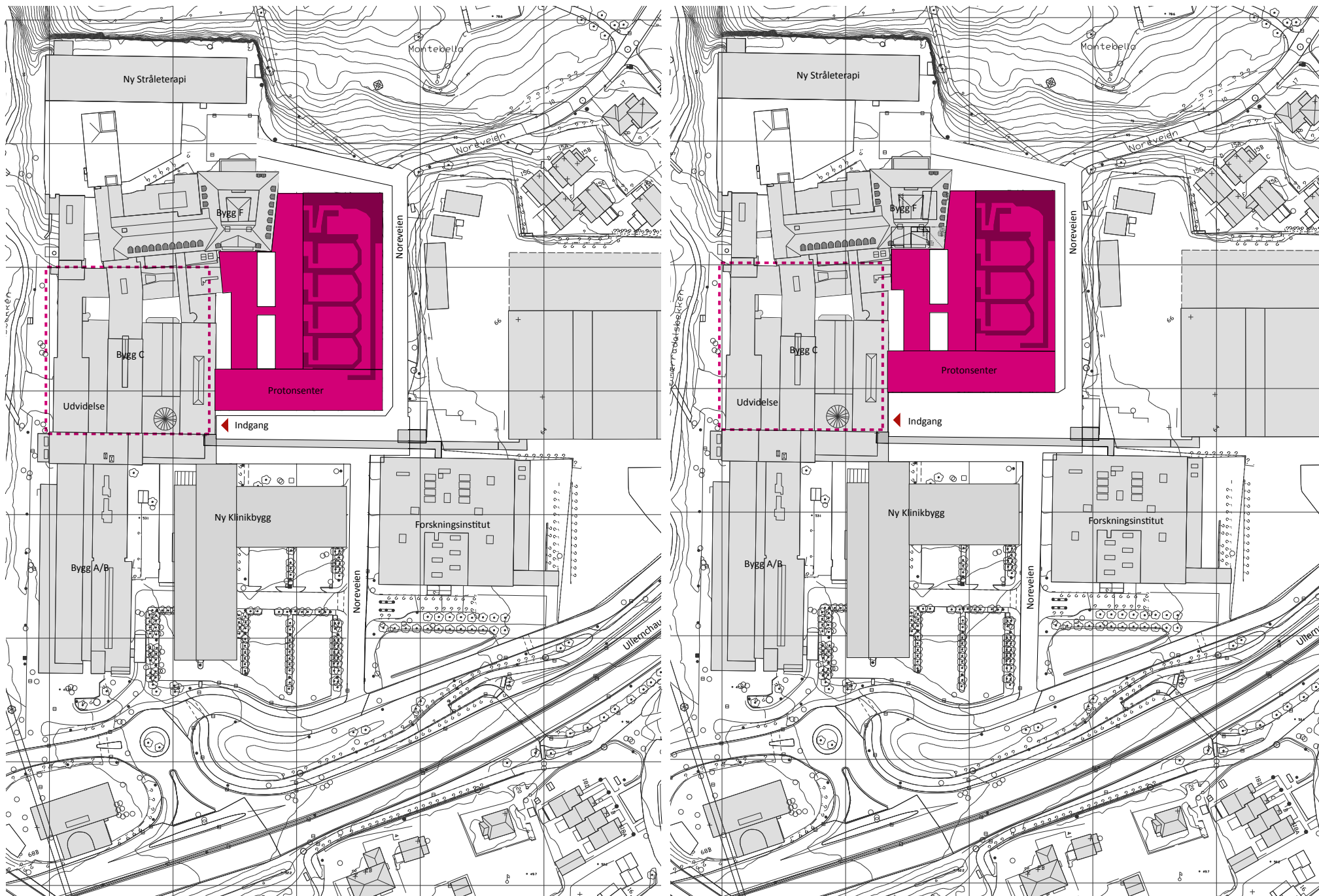
HSØ Gaustad - 4G+1F 3(4)G+1F og 3G+1F - 'smal' (1a, 1b, 2b og 2aa)
Situasjonsplan, 1:1000



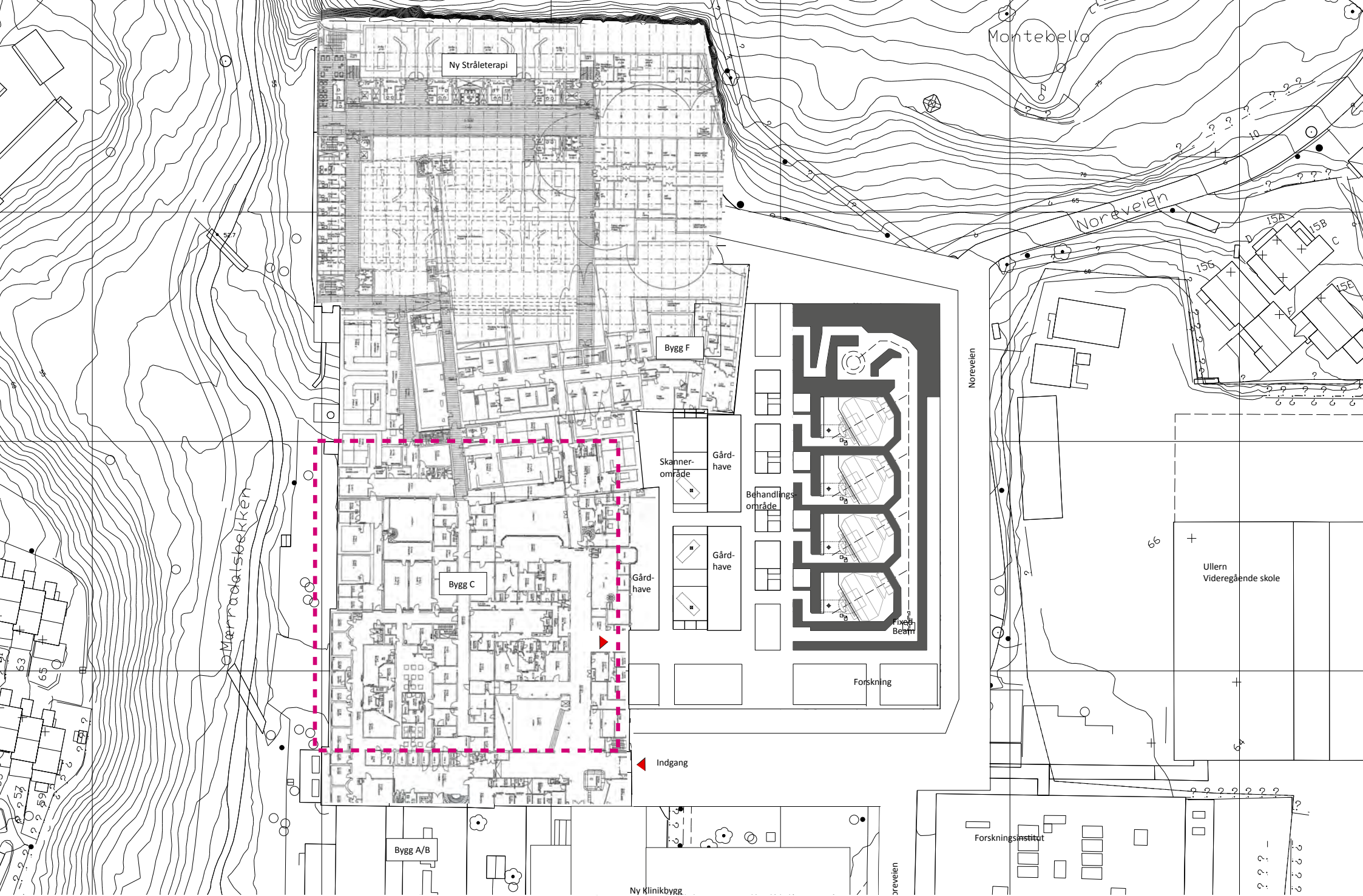
HSØ Gaustad - 4G+1F 3(4)G+1F - 'smal' (1a, 1b, 2b)
Etasje 1, 1:500



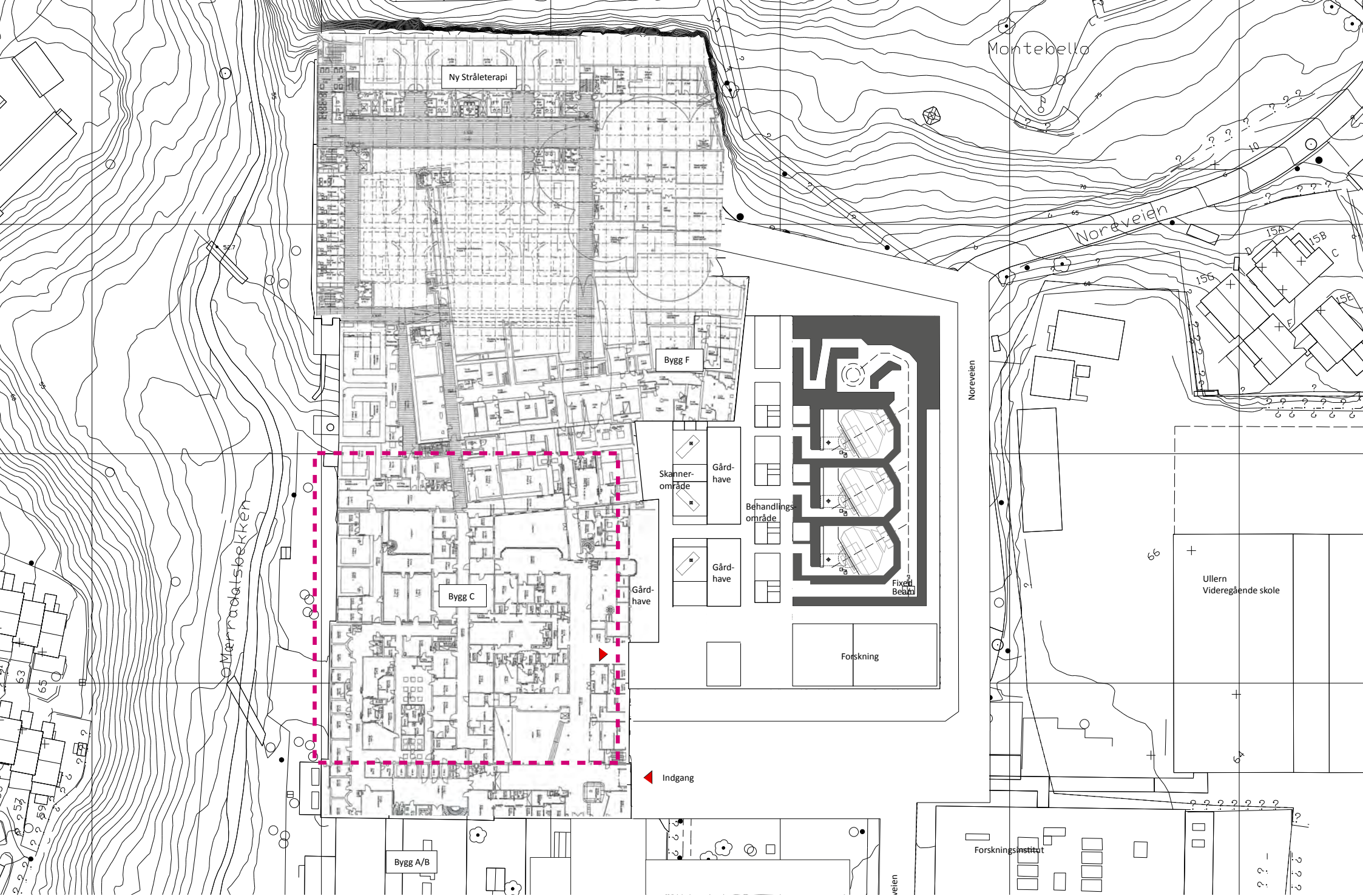
HSØ DNR - 4G+1F, 3(4)G+1F - 'bred' (1a, 1b, 2b)



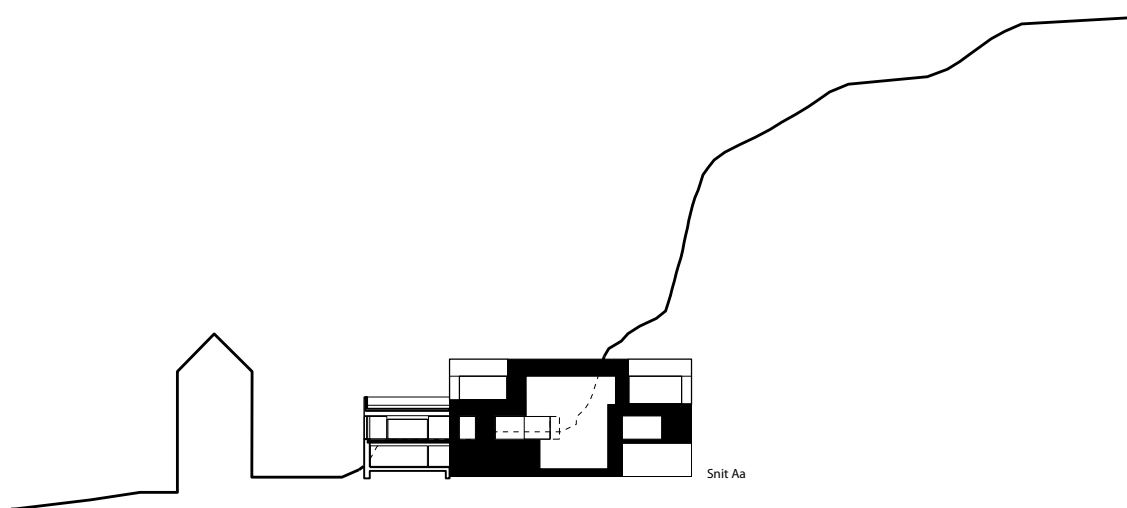
HSØ DNR - 4G+1F, 3(4)G+1F og 3G+1F, 2(3)G+1F - 'bred' (1a, 1b, 2b og 2aa)
Situasjonsplan 1:1000



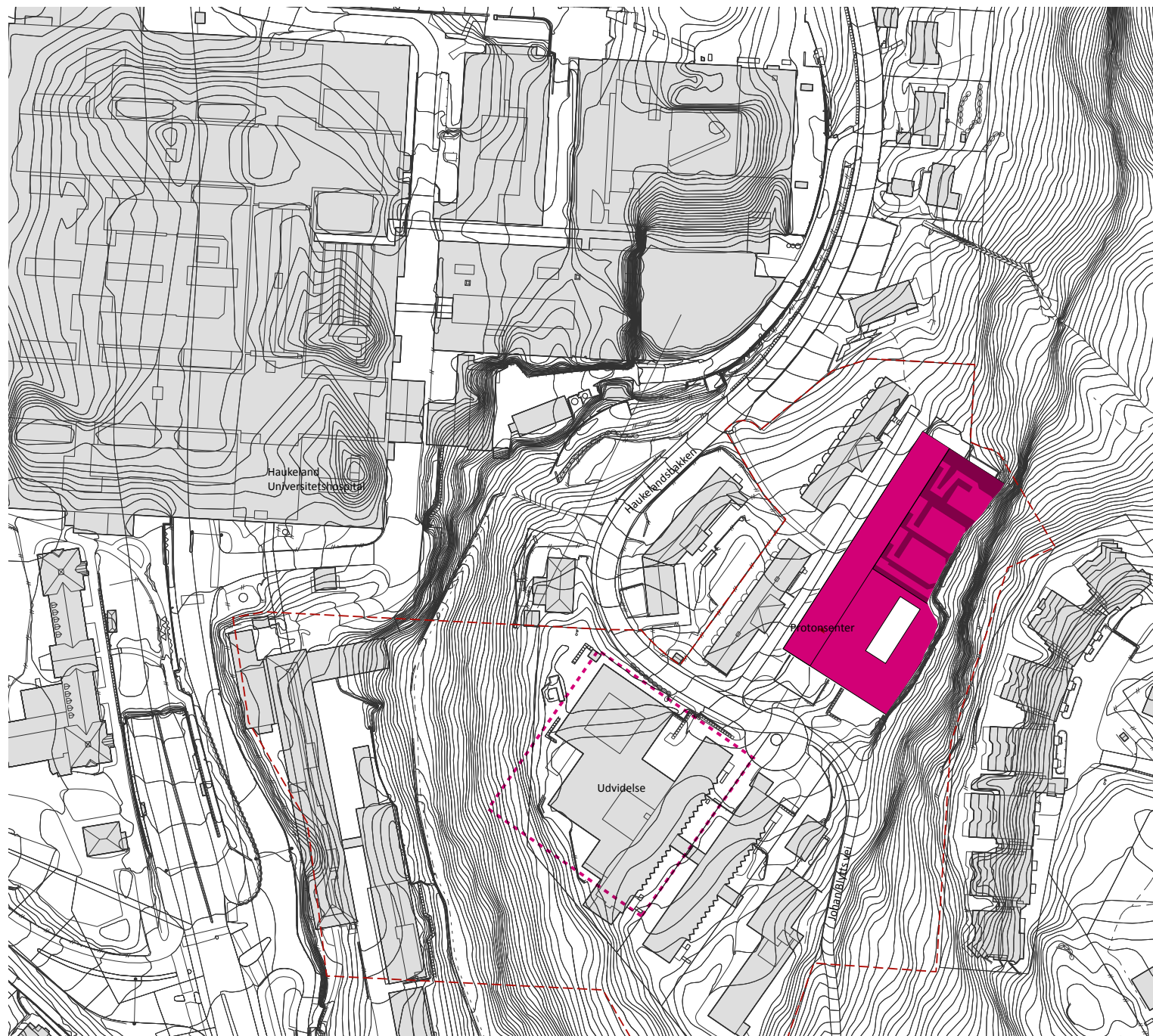
HSØ DNR - 4G+1F, 3(4)G+1F - 'bred' (1a, 1b, 2b)
Etasje 1, 1:500



HSØ DNR - 3G+1F, 2(3)G+1F - 'bred' (2aa)
Etasje 1, 1:500



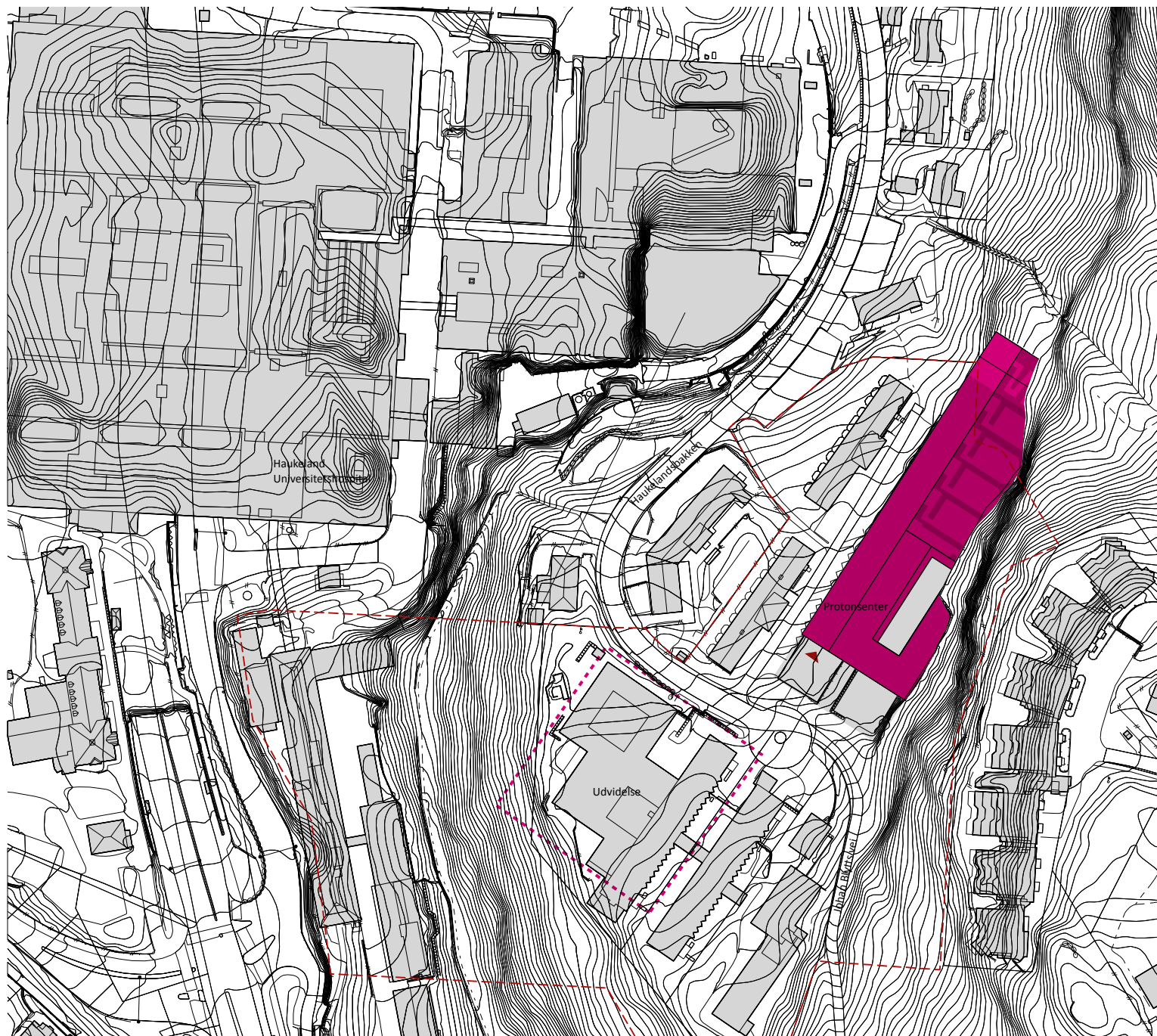
HV ved P-plass - 1(2)G+1F - 'smal' (2b)



HV ved P-plass - 1(2)G+1F - 'smal' (2b)
Situasjonsplan, 1:1000



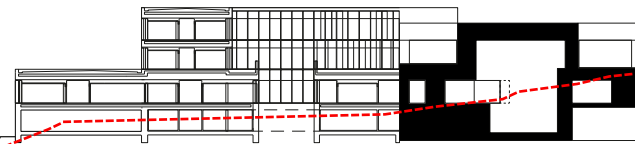
HV ved P-plass - 1(2)G+1F - 'smal' (2b)
Etasje 1, 1:500



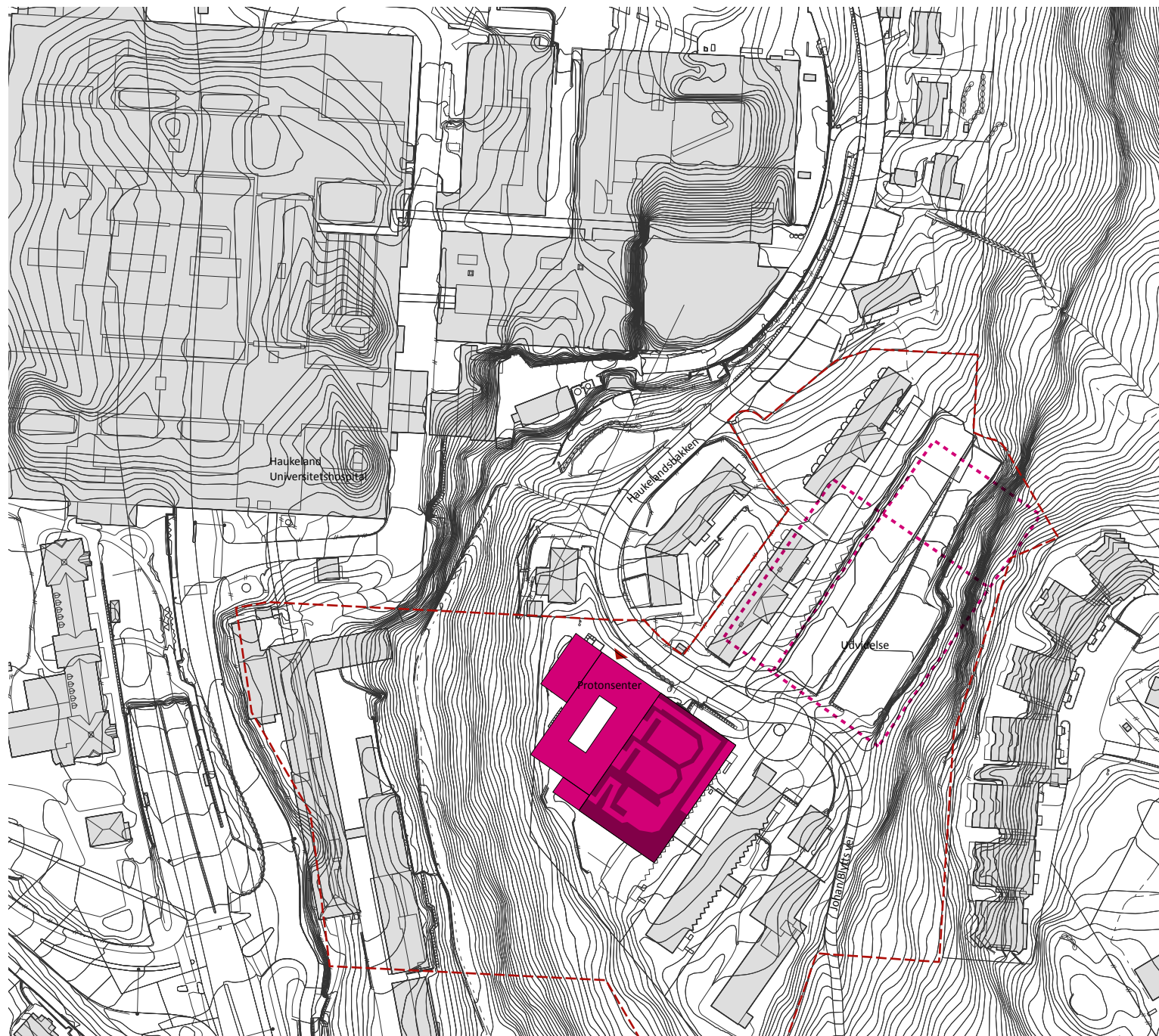
HV ved P-class - 4G+1F, 3(4)G+1F - 'smal' (1a, 1b)
Situasjonsplan, 1:1000



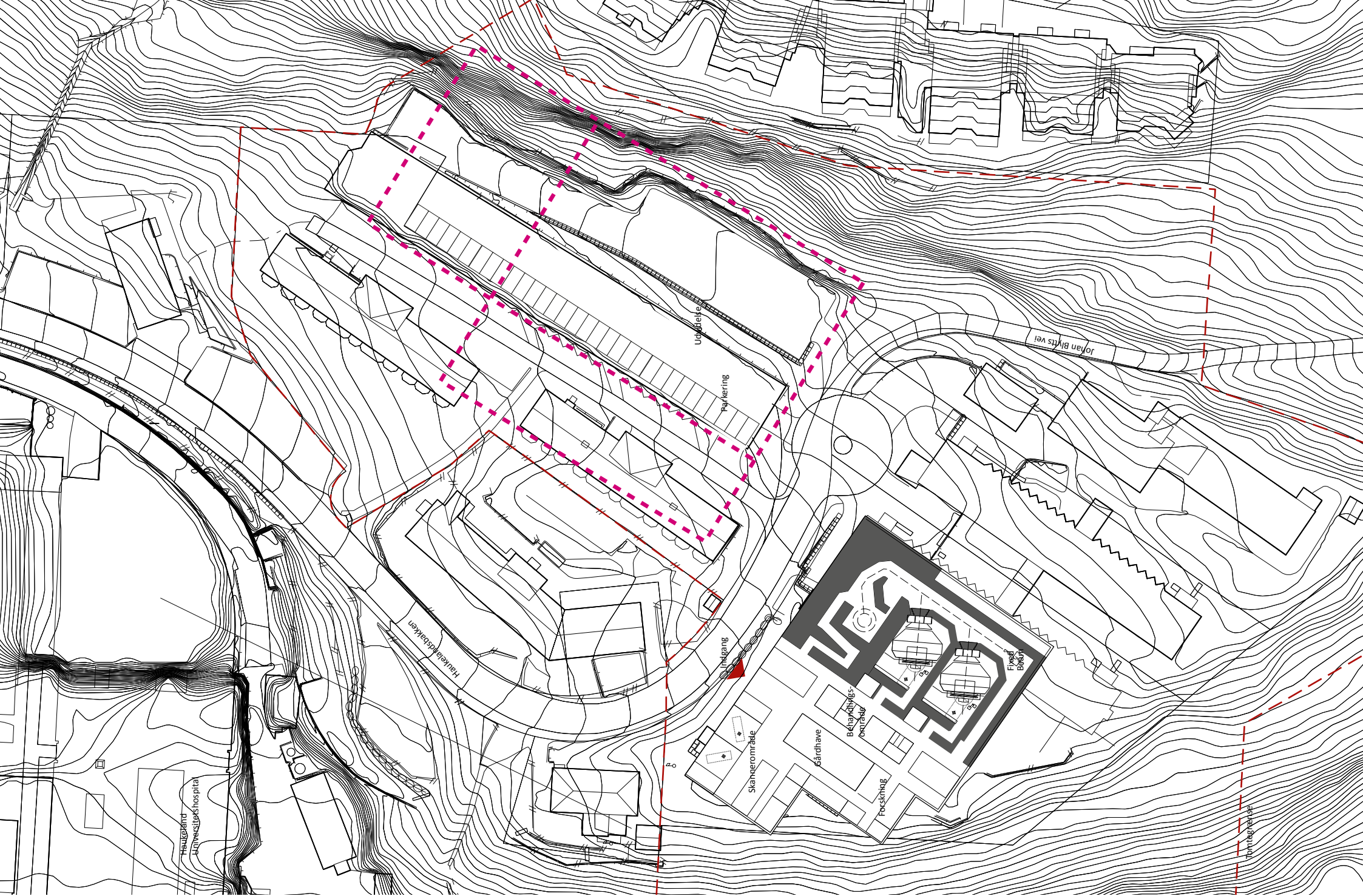
HV ved P-lass - 4G+1F, 3(4)G+1F - 'smal' (1a, 1b)
Etasje 1, 1:500



HV ved Sykepleierhøgskolen - 1(2)G+1F - 'bred' (2b)



HV ved Sykepleierhøgskolen - 1(2)G+1F - 'bred' (2b)
Situasjonsplan, 1:1000



HV ved Sykepleierhøgskolen - 1(2)G+1F - 'bred' (2b)
Etasje 1, 1:500

KONSEPTFASE – ETABLERING AV PROTONBEHANDLING

UTREDNINGER

Kalkyler og LCC



Konseptfase- etablering av protonbehandling

Økonomiske kalkyler og LCC

DOKUMENTNUMMER: 00-00000000-00-00-00

Prosjekt	Hovedfunksjon	Disiplin	Prosess	Dokumenttype	Løpenr.	Revisjon	Side

UTARBEIDET AV

HR-NOR AS		

DOKUMENTSTATUS

1	26.05.16	Utarbeidet rapport	26.05.16	R2	
2	03.06.16	Revidert rapport etter usikkerhetsanalyse og kommentarer fra Sykehusbygg	03.06.03		
3	07.06.16	Kostnadstall		R3	
4	09.06.16	Endret for finanskostnader og endret 2AA		R4	
5	09.06.16	Fagkontroll – siste endringer		R5	
	13.06.16	Godkjent for styringsgruppen			

BEHANDLINGSPROSEDYRE

Oversendt for behandling	Forventet dato for behandling	Instans	Dato for behandling

Økonomiske kalkyler og LCC

Dato 09.06.2016

Innhold

1 Innhold

2	Sammendrag og konklusjon	5
3	Basismodell og alternativer	7
3.1	Basialternativ bygning og teknikk	7
3.2	Basialternativ MTU.....	7
4	Tomtealternativer, lokasjonsavhengige kostnader	8
4.1	Generelle lokasjonskostnader	8
4.2	Haukeland, alt. 1 + 2:.....	9
4.2.1	HV1 Alt 1 (Haukeland ved P-plass)	9
4.2.2	HV1 Alt 2 (Haukeland ved Sykepleieskolen).....	9
4.3	Radiumhospitalet, alt. 1:	10
4.3.1	HSØ alt 1(ved Radiumhospitalet, Radiumhospitalet).....	10
4.4	Gaustad, alt. 2:.....	11
4.4.1	HSØ alt 2 (ved universitetskrysset, Gaustad)	11
5	Omfangsbeskrivelse.....	12
5.1	Energibruk	12
5.2	2 Bygning.	13
5.3	3 VVS.....	13
5.4	4 Elektro.....	15
5.5	5 Tele, auto, alarm.....	15
5.6	6 Andre installasjoner	16
5.7	7 Utomhusarealer.....	16
6	Klimaregnskap	16
7	Kostnadssammenstilling.....	17
7.1	Korrigerings av kostnader fra Danske og Svenske løsninger til Norske	19
8	LCC beregninger.....	20
8.1	Anskaffelse og restkostnad.....	23
8.2	Forvaltningskostnader	23
8.3	Drift og vedlikeholdskostnader.	23
8.4	Utskiftning og utvikling.....	24
8.5	Forsyning.	24
8.6	Renholdskostnder.....	24

Økonomiske kalkyler og LCC

Dato 09.06.2016

8.7	LCC-beregninger.....	24
9	Usikkerhetsanalyse.....	24
10	Avskrivninger.....	24
11	Vedlegg 1 - Investeringskostnader og LCC kostnader pr m ² vektet areal av basiskostnad.....	25
12	Vedlegg 2 – Usikkerhetsanalyse inkl kalkyle.....	Feil! Bokmerke er ikke definert.

2 Sammendrag og konklusjon

Det er foretatt en kostnadskalkyle og LCC-beregning av prosjektet «Konseptfase – etablering av Protonbehandling.»

Denne rapporten er en av flere rapporter der HR-NOR AS svarer ut tilbudsforespørsel med hensyn til økonomiske kalkyler og beregninger, LCC, samfunnsøkonomi og bærekraftanalyse. En egen rapport for usikkerhetsanalyse er også utarbeidet. I tillegg er det utarbeidet egne rapporter for samfunnsøkonomisk analyse med følsomhetsanalyse, bærekraftanalyse og usikkerhetsanalyse - kalkyle. Alle disse rapportene er knyttet til «tjenestemråde 2e» fra konkurransegrunnlaget.

Kun forhold som har relevans til kalkyle, usikkerhet og LCC er omhandlet i denne rapporten.

Forslag til fysisk utforming av alternativer foreligger i en annen HR-NOR rapport med vedlegg som svarer ut tilbudsforespørsel forenklet skisseprosjekt. Dette tilsvarer «tjenestemråde 2f» fra konkurransegrunnlaget.

Det er utredet en rekke alternativer og løsningsforslag basert på 2 tomtealternativer i Bergen og i Oslo.

Kostnadskalkylen er i utgangspunktet basert på en løsning med 4 Gantry (behandlingsrom) og 1 forskningsrom hvor Klinikdel og Protonbehandlingsområdet kalkuleres hver for seg. Her vil klinikdelen tilsvare en utvidet radiologiavdeling med hensyn til bygning og teknikk. For Protonbehandlingsområdet (Bunker) vil man i hovedsak ha syklotron med behandlingsrom (Gantry rom) og forskningsrom.

De ulike alternativene bygger på de samme hoveddeler, men skaleres avhengig av hvor mange maskiner som skal installeres. Det er foretatt kostnadskalkyler inkl kostnad for medisin teknisk utstyr (MTU) og LCC kalkyle for 11 ulike alternativer hvor hver av alternativene består av en klinikdel og et protonbehandlingsområde. Av disse 11 alternativer er det foretatt en usikkerhetsanalyse P50 og P85 for alternativene 1A, 1B, 2B og 2AA i henhold til avtale med oppdragsgiver.

Prosjektkostnader for de valgte alternativer:

Alternativ	1a 3(4)G+1F HSØ eller HV	1b 4G+1F HSØ eller HV	2b 3(4)G+1F HSØ 1(2)G+1F HV	2aa 2(3)G+1F HSØ 1G + 1F HV
Prosjektkostnad - basiskalkyle NOK inkl mva	1 545 413 432	1 668 064 125	2 605 518 728	2 100 965 221
Prosjektkostnad P 50 NOK inkl mva	1 693 551 549	1 814 567 310	2 841 617 924	2 294 333 539
Prosjektkalkyle P 85 NOK inkl mva	1 809 777 510	1 941 252 290	3 020 343 884	2 432 835 752

Samlet kostnadsoppsett prosjektkostnad fremgår av egen usikkerhetsrapport med prosjektkalkyle
I vedlegg er angitt alle prosjektkostnader - basiskalkyle pr. m² vektet areal.

Økonomiske kalkyler og LCC

Dato 09.06.2016

Årskostnaden for de valgte alternativer på grunnlag av prosjektkostnad - basiskalkyle:

Alternativ	1b 4G+1F HSØ eller HV	1a 3(4)G+1F HSØ eller HV	2b 3(4)G+1F HSØ 1(2)G+1F HV	2aa 2(3)G+1F HSØ 1G + 1F HV
Sum årlig kostnad bygg og teknikk NOK inkl mva	62 785 082	64 343 566	83 089 194	99 024 494
Sum årlig kostnad MTU NOK inkl mva	152 775 905	128 949 447	213 544 233	181 312 115
Samlet årlig kostnad pr. senter NOK inkl mva	215 560 987	191 143 529	296 633 427	280 336 608

I vedlegg er alle beregninger angitt pr m² vektet areal.

Klinikkdelen skaleres i forhold til protonbehandlingsområdet (antall Gantry og forskningsrom) mens protonbehandlingsområdet skaleres i forhold til antall rom og maskiner. I enkelte alternativer bygges det flere rom enn antall gantry som skal installeres. Enkelte av alternativene har også forskning-Gantry installert.

Kalkylen for basisalternativet (4G + 1F) for protonbehandlingsområdet er bygget på erfaringstall for tilsvarende anlegg i Århus og i Sverige selv om dette er kostnader for inntil 3 Gantry. Anlegget i Århus er under bygging og anlegget i Sverige er ferdigstilt og er i drift. HR-NOR AS har også fått tilgang til anbudspriser fra NCC for betongarbeider for anlegget i Århus. Kostnadsdifferensen mellom danske (oppgradert til 2016) og norske kroner er ca kalkulert til 1,5.

Forøvrig er det tatt utgangspunkt i kalkyletall fra PET-senteret ved UNN i Tromsø, og PET Radiofarmakaproduksjonen ved St Olav i Trondheim, i tillegg til arealpriser fra konseptfase ved Sykehuset Vestre Viken, samt tall fra ISY-calculus (Norsk Prishåndbok) . Kalkylen er behandlet på 2-siffernivå I henhold til NS 3451/53 og videre korrigeret i forhold til de ulike alternativer og kombinasjoner.

Basis tomtekostnad for hvert alternativ består av utomhuskostnader, en andel av kalkyleposten rigg og en andel av kalkylepost 21 «grunn og fundamenter» supplert med spesielle lokasjonskostnader for de aktuelle tomtealternativer bestående av kostnader til riving, sprengning og bortkjøring, teknisk infrastruktur, sikringstiltak , overvannshåndtering. Lokasjonskostnader knyttet til ulike tomtevalg varierer lite for de ulike alternativene hvor Radiumhospitalet (HSØ) er dyrest og Haukeland P-plass er rimeligst, men forskjellen er bare ca. 5 mill kr.

Det er også tatt med kostnader til ervervelse av tomt for hvert alternativ. Denne kostnaden tilsvarer kr 3000 kr/m² fotavtrykk for senteret og er fremkommet i dialog med representanter.

Sum prosjektkostnad eks MTU er lik for 4G+1F og 3(4) G +1F, mens forskjellen ligger i MTU-kostnader for klinikkdelen og protonbehandlingsområdet.

Bygg og teknikk-kostnader for klinikkdelen og protonbehandlingsområdet er tilsvarende lik, selv om fotavtrykket for klinikkdelen er noe forskjellig fra protonbehandlingsområdet. Protonbehandlingsområdet er korrigeret med bruttoareal da denne delen er inntil 4 etasjer høy. Forskjellen er i hovedsak knyttet til de bygningsmessige kostnader da disse er 40 % høyere for protonbehandlingsområdet. Det er i utgangspunkt tatt kostnadshøyde for de tykke betongveggene. Erfaringer fra Danmark – Århus protonbehandlingprosjektet tilsier at bygningsmessige kostnader for protonbehandlingsdelen kan reduseres noe når maskin og strålevurderinger er utført, og veggtykkelser er optimalisert.

Usikkerhetsanalysen angir et forventet tillegg på basiskalkyle på 8,5 % som gir Prosjektkostnad P-50. Beregningen viser at kostnadene er lavest pr. gantry når dette er samlet på en lokasjon.

Økonomiske kalkyler og LCC

Dato 09.06.2016

Kostnader til Forskningsdel er vurdert til ca 50 mill kroner, mens kostnad pr Gantry varierer fra 400 mill kr/Gantry til 700 mill kr/Gantry alt avhengig av hvor mange maskiner som installeres på samme syklotron.

Ser vi på kostnader pr. senter så er 1B rimeligst pr maskin mens 2B er dyrest pr maskin.

For medisinteknisk utstyr (MTU) er det foretatt tilsvarende beregning fordelt på klinikkdel og protonbehandlingsområde.

Her er det endel kostnader knytt til administrasjon av MTU for klinikkdelen og det er benyttet 15 %, mens det for protonbehandlingsområdet er benyttet 2 % for administrasjon og 3 % for inntransport, frakt etc da dette ikke inngår i utstyrskostnaden. Dette er omforent med Sykehusbygg. CT og MR inngår i alle alternativer, mens PET/CT bare installeres ved 4 Gantry i samme bygg.

Dersom man skal beholde et «tomt» Gantryrom, så vil merkostnaden for utstyrsdelen bli ca 130 mill kr for en ekstra maskin.

For LCC-beregninger er det lagt vekt på de ulike installasjoners levetid. De tekniske installasjoner har stort sett 20-30 års levetid, mens bygg har 60 års levetid etter NS 3454. Her er benyttet 40 års levetid i gjennomsnitt

For MTU er det vesentlige kortere levetider mens det for protonbehandlingsområdet vil være deler som har lengere levetid. Det er benyttet 10 år levetid som gjennomsnitt.

Servicekostnader for syklotron og Gantry er det angitt med stor usikkerhet da innsamlet kostnader varier +/-30 %. Vi har her benyttet de tall som er kommet fra MTU-oppsettet med noen justeringer.

3 Basismodell og alternativer

3.1 Basisalternativ bygning og teknikk

Kostnadene er basert på grunnmodell 4+1 basert på 2 -siffernivå etter NS 3451/NS5453 for HSØ Gaustad. Der det er relevant, legges prosjektets Overordnet Teknisk Program (OTP) til grunn.

Grunnmodellen danner basis for alle alternativ. I tillegg til kostnadene kommer økte/reduerte kostnader knyttet til lokalisering(tomtevalg). For den fysiske utformingen og tilhørende skisser så henvises til egen rapport «Konseptfase - etablering av protonanlegg» fra HR-NOR AS.

Etter avtale med prosjektgruppe er det satt en standard ervelseskostnad på kr 3000 kr / m2 fotavtrykk tilsvarende kr. 15 mill er lagt inn i basiskalkylen.

Gantryrommene er kostnadskrevenne og forskjellen mellom et uinnredet rom og innredet rom er liten. Kostnadsforskjellen ligger i installasjonen av maskiner.

3.2 Basisalternativ MTU

MTU-kostnader er delt tilsvarende som bygningen, en klinikkdel og et protonbehandlingsområde.

Kostnader og løsninger for MTU er utarbeidet i egen rapport for MTU fra Sykehusbygg AS

4 Tomtealternativer, lokasjonsavhengige kostnader

For prosjektet er det forespeilet 2 tomtealternativer i Oslo og 2 tomtealternativer i Bergen. Basis for samlet tomtekostnad med klargjøring for bygging for hvert alternativ, består av utomhuskostnader, en andel av riggekostnaden og en andel av grunn og fundamenter, supplert med spesielle lokasjonskostnader bestående av kostnader til riving, sprengning og bortkjøring, teknisk infrastruktur, sikringstiltak og overvannshåndtering.

Alternativ 4G + 1 F ved HSØ Gaustad er lagt til grunn som basis tomtekostnad for tomtealternativer i Bergen og Oslo.

Basis for felles tomtekostnad som omfatter byggeplassarbeider og ordinært uttak og klargjøring av tomten, utgjør følgende (alle tall eks.mva)

Andel Rigg - ca 20 %:	kr 15 mill
Andel Grunn og Fundament – ca 50 %:	kr 16 mill
<u>Utomhuskostnad -</u>	<u>kr 20 mill</u>
Sum Basis tomtekostnad	Kr. 31 mill

I det etterfølgende er beskrevet forhold som er lagt til grunn for kalkyle.

4.1 Generelle lokasjonskostnader

Før de aktuelle byggearbeidene kan startes, må klargjøringsarbeidene være utført, og dette medfører at tomten må være ferdig ryddet, den eksisterende infrastruktur som ikke skal benyttes videre må være fjernet, og selve tomtearealet må være utsprengt og planert. Byggeplassen må også være sikret i forhold til stedlige HMS-krav, og eventuelt forurenset masse fjernet og deponert på forskriftmessig vis. Normalt vil den utsprengte/utgravde tomten bli ca. 10 m bredere, 10 m lengre, og ca. 2 m dypere enn selve bygningskroppen, og det forutsettes at all utsprengt/utgravd masse borttransporteres og deponeres annet sted.

I tillegg til tomten må det etableres tilstrekkelig riggplass for entreprenører og leverandører i området. Dette kan medføre kostnader i forbindelse med evt. leie og opparbeidelse, samt drift av riggplass etc. i hele prosjektperioden.

Trafikkforholdene rundt riggplass og tomt må også løses i prosjektet, og siden lagring og inntransport av stort og tungt utstyr er en viktig del av prosjektet, tas det med kostnader for opparbeidelse av tilkjørselsveier, kranoppstillinger, samt innheisingsutstyr for syklotron og Gantry.

Byggeplassens areal for de bygningsmessige arbeidene er beregnet til å bli ca 10.000 m² og området for leverandøren av syklotron og gantry forventes å være på ca. 1.500 m².

I forbindelse med planlegging av byggeplassen må det anrettes plass for å etablere innheisingsstativ for innheising av syklotron og tilhørende gantryer, og dette areal vil være ca. 15 – 18 m bredt og etableres i hele protonbehandlingsområdeens lengde.

Kostnader for tilpasning til offentlig infrastruktur er tatt med på dette stadiet, men disse kostnadene vil være beheftet med en god del usikkerhet, siden endelig størrelse og plassering av veier og P-plasser for de enkelte alternativene, ikke er bestemt.

Kostnader for tilknytning til forsyningsledninger og offentlige nett er også tatt inn i disse tallene, men også disse kostnader vil da være beheftet med usikkerhet, siden de forskjellige alternative varianter gir litt forskjellige forutsetninger for traséer for tilknytningsledninger, og dermed variasjon i mengde og kostnader.

Økonomiske kalkyler og LCC

Dato 09.06.2016

4.2 Haukeland, alt. 1 + 2:

EL-forsyning kan hentes fra Ravneberget Transformatorstasjon.

Vann og varme regnes med å kunne tilknyttes til hovedforsyningen til det eksisterende Haukeland sykehus.

Avløp for overvann og spillvann må føres ned i Haukelandsbakken, og tilknyttes nede ved eksisterende sykehus, der dimensjonene er tilstrekkelige til en slik kapasitetsøkning.

4.2.1 HV1 Alt 1 (Haukeland ved P-plass)

Plassering i fjellskråning, og noen trange adkomstforhold i nabolaget blir utfordringen i forhold til rigging, utsprengning og transport. Tomten er plassert i enden av bilvei til sykepleieskolen og omkringliggende bygningsmasse, og dalstasjonen til Ulriksbanen ligger i denne veien ca. 100 m nedenfor tomten.

Høyspent strømforsyning kan hentes fra Ravneberget transformatorstasjon, som ligger ca. 300 m øst og opp for selve tomteområdet. Det finnes kun gangvei mellom tomteområdet og transformatorstasjonen, og det ligger nokså sentralt i forhold til et mye benyttet fritids- og rekreasjonsareal.

Tomten er plassert i et område som er omgitt av både boliger og andre helse-funksjoner, så det vil også medføre ekstra investeringer i sikringstiltak, støyreduksjon og vibrasjonskontroll.

Tomten ligger i skrånende terreng, og er plassert i enden av en ensidig adkomstvei. Grunnen for denne tomten ser ut til å være alt overveiende fjell, men med løse masser der tidligere byggeprosjekter har vært gjennomført.

Denne tomten er plassert slik at den delvis ligger over teknisk sentral som er sprengt inn i fjellet på et lavere nivå, og det vil knytte seg noe usikkerhet til om det må utføres noen sikringstiltak i denne sammenhengen.

Tilførsler av forsyninger for kommunaltekniske anlegg blir noe krevende siden det kun er en vei inn til tomten, og det krever omfattende uttransport av sprengtstein og store arbeider i bakken for infrastrukturen.

I forbindelse med tomtearbeidene er følgende særskilte kostnader beregnet og medregnet, og lagt inn som forutsetning for videre kalkyler (alle tall eks.mva):

Sprengning og bortkjøring	: kr. 5,5 mill
Forsyninger	: kr. 10,0 mill.
Merutgift til lokal infrastruktur	: kr. 6,0 mill.
Fordrøyning av overvann/infiltrasjon	: kr. 3,3 mill.
Rivearbeider	: kr. 0,0 mill.
<u>Samlet lokasjonskostnad</u>	<u>: kr 24,8 mill</u>

Basis tomtekostnad : kr 31 mill

Total tomtekostnad : kr 55,8 mill

4.2.2 HV1 Alt 2 (Haukeland ved Sykepleieskolen)

Har for såvidt samme forutsetninger som tomten i parkeringsanlegget, men denne tomten ligger friere foran sykepleieskolen, og er litt mindre krevende i forhold til sprengning. Imidlertid er den plassert på en hylle i terrenget, og denne er i minste laget for det største alternativet med 4+1 behandlingsrom, så det vil medføre en del

Økonomiske kalkyler og LCC

Dato 09.06.2016

tilpasningsarbeider i forhold til høyder og omkringliggende installasjoner.

Grunnen for denne tomten ser også ut til å være alt overveiende fjell, men med løse masser der tidligere byggeprosjekter har vært gjennomført.

Dessuten ligger det eksisterende bebyggelse på dette tomtearealet, slik at det vil bli nødvendig med en del rivearbeider og tilpasningsarbeider i forhold til den eksisterende bygningsmassen.

Som for parkeringsplassen er denne tomten plassert slik at den delvis ligger over teknisk sentral som er sprengt inn i fjellet på et lavere nivå, og det vil knytte seg noe usikkerhet til om det må utføres noen sikringstiltak i denne sammenhengen.

I forbindelse med tomtearbeidene er følgende særskilte kostnader beregnet og medregnet, og lagt inn som forutsetning for videre kalkyler (alle tall eks.mva):

Sprengning og bortkjøring	: kr. 3,3 mill.
Forsyninger	: kr. 9,8 mill.
Merutgift til lokal infrastruktur	: kr. 5,9 mill.
Fordrøyning av overvann/infiltrasjon	: kr. 3,3 mill.
Rivearbeider	: kr. 4,6 mill.
<u>Samlet</u>	<u>: kr 26,9 mill</u>

Basis tomtekostnad : kr 31 mill

Total tomtekostnad : kr 57,9 mill

4.3 Radiumhospitalet, alt. 1:

EL-forsyning kan hentes fra Smestad Transformatorstasjon.

Vann og varme regnes med å kunne tilknyttes til hovedforsyningen for det eksisterende sykehuset. Avløp for spillvann og overvann forventes å måtte føres ned i den eksisterende Noreveien, frem til dimensjonene er tilstrekkelig til en slik kapasitetsøkning, dvs. nede ved Ringveien.

4.3.1 HSØ alt 1 (ved Radiumhospitalet, Radiumhospitalet)

Av HSØ-alternativene bør nevnes spesielt alternativ Radiumhospitalet der det legges opp til bygging midt i et område med sykehus i drift tett ved hovedinngangen for det eksisterende Radiumhospitalet. Tomten ligger også delvis oppå den gamle adkomstveien til øvre del av Radiumhospitalet, og en god del kommunaltekniske føringer ligger i tomteområdet. I tillegg finnes det planer om å bygge ny behandlingsfløy (Buchardt-prosjektet), og dette ligger helt inntil den viste tomten for Proton-senteret, og kan bli en skikkelig logistikk-utfordring i forbindelse med gjennomføringen. Det må regnes med at store deler av tomten består av løs masse og leire, evt. utskiftingsmasser etter andre utbyggingsprosjekter, og kun mindre deler av tomtearbeidene vil foregå på fjellgrunn.

Store deler av det nye senteret vil også ha vegger som grenser inn til eksisterende bygningsmasse, og det må påregnes omfattende sikringstiltak for byggene, og HMS-tiltak for å sikre ansatte og pasienter.

Deler av klinikkvirksomheten vil kunne være felles med eksisterende strålebehandling ved Radiumhospitalet, og dette kan være en driftsmessig fordel, men gir utfordringer i forhold til nærhet og ombyggingsprosjekt.

Økonomiske kalkyler og LCC

Dato 09.06.2016

Våren 2016 ble også OCCI sine bygg for Ullern videregående skole, og arealer til Patologisk Laboratorium, samt diverse forskningsenheter, tatt i bruk. Den daglige trafikken over det tenkte tomtearealet for Proton-senteret er pr. i dag svært høy, både for pasienter, ansatte og skole-elever.

I forbindelse med tomtearbeidene er følgende særskilte kostnader beregnet og medregnet, og lagt inn som forutsetning for videre kalkyler (alle tall eks.mva):

Sprengning og bortkjøring	: kr. 5,5 mill.
Forsyninger	: kr. 10,0 mill.
Merutgift til lokal infrastruktur	: kr. 2,0 mill.
Fordrøyning av overvann/infiltrasjon	: kr. 3,3 mill.
Rivearbeider	: kr. 10,0 mill.
<u>Samlet</u>	<u>: kr 30,8 mill</u>

Basis tomtekostnad : kr 31 mill

Total tomtekostnad : kr 61,8 mill

Dette tomtealternativet gir en økning av prosjektkostnad på 7 mill .

4.4 Gaustad, alt. 2:

EL-forsyning kan hentes fra Sogn Transformatorstasjon.

Vann regnes med å kunne tilknyttes til eksisterende rørføring ved veikrysset Klaus Torgårds vei/Gaustad alléen, og varme forventes å kunne tilknyttes eksisterende rørføring ved rundkjøringen i Klaus Torgårds vei.

4.4.1 HSØ alt 2 (ved universitetskrysset, Gaustad)

På Gaustad er det stort sett fjell som skal sprenges og fjernes i øvre del av tomten, mens i nedre del vil antagelig utgravingen av tomten treffe på løs leire, som ble resultatet da rundkjøringen i universitetskrysset ble etablert. Plasseringen inntil høyt trafikkert ringvei for Oslo, og inntil en sterkt trafikkert rundkjøring, vil nok medføre en del større investeringer i midlertidige trafikk løsninger og adkomster. Det vil nok også bli aktuelt med noen erstatningsarealer for BUP-bygget og tilliggende service-bygninger ved full utbygging av 4+1-modellen.

I forbindelse med tomtearbeidene er følgende særskilte kostnader beregnet og medregnet, og lagt inn som forutsetning for videre kalkyler (alle tall eks.mva):

Sprengning og bortkjøring	: kr 10,0 mill.
Forsyninger	: kr. 10,0 mill.
Merutgift til lokal infrastruktur	: kr. 3,0 mill.
Fordrøyning av overvann/infiltrasjon	: kr. 3,3 mill.
Rivearbeider	: kr. 0,0 mill.
<u>Samlet</u>	<u>: kr 26,3 mill</u>

Basis tomtekostnad : kr 31 mill

Total tomtekostnad : kr 57,3 mill

For de ulike tomtealternativer er det liten forskjell mellom dyreste og billigste alternativ.

5 Omfangsbeskrivelse

Etterfølgende kapitler er ytterligere prosjektspesifikke spesifiseringer knyttet til klinikkdel, protonbehandlingsområdet, tomtealternativ eller løsninger som har betydning for kalkyle. Noe er felles for både klinikk og protonbehandlingsområdet og noe er forskjellig for disse

Overordnet Teknisk program (OTP) pr 27.05.16 er et styrende dokument i prosjektet og gjelder foran etterfølgende kapitler hvis ikke noe annet er presisert.

5.1 Energibruk

I følge OTP skal sykehusanlegget tilfredsstillende energiklasse A, TEK10 samt passivhuskriteriene i NS 3701.

Det forutsettes at forskriftens krav til U-verdier, lekkasjetall og kuldebroer ivaretas.

Det er utgangspunktet forutsatt at varme og kjøling kjøpes fra en ekstern leverandør (energileverandør eller tilstøtende bygg) og denne produksjon er utenfor byggets eget grensesnitt ved vurdering av energimerkekarakter.

I Oslo er det konsesjonsbelagt tilknytning til Hafslund Varmes nett, og i Bergen tilknytning til BKK Varmes nett. Bygget bruker mye el-energi og har derfor overskudd av energi. Det er vurdert ulike energilagringalternativer, men disse er ikke funnet økonomisk lønnsomme. Det er derfor lagt vekt på at energien gjennvinnes via varmepumpe og kan overføres/ selges til nærliggende bygninger.

Det må selvsagt vurderes å benytte overskuddsvarme fra utstyrsdelen som oppvarming for Klinikkdelen av miljøhensyn, og ved tomtealternativet på Montebello må det jo vurderes om varmekilden kan integreres i det eksisterende varmeanlegget for Radiumhospitalet. Kan hende at dette gir et begrenset bidrag til dekning av energibehov i Klinikkdelen, men vil normalt ikke ha signifikant innvirkning på energiregnskapet totalt.

I denne type bygning er det lite forbruk av tappevann slik at gjenvinning til dette gir liten gevinst.

For å imøtekomme byggets energikrav er det ut over bygningsmessige forhold lagt vekt på:

- Temperaturgjenvinning i ventilasjonssystem for klinikk og protonbehandlingsområde
- Energibruk til belysning og optimal styring av dette (LENI-tall)
- Optimalisert bruk av dagslys i klinikkdelen og de områder for protonbehandling som er relevant
- Spesifikk vifteeffekt i gjennomsnitt i driftstiden.
- Det vil også bli gjennomført vurderinger av utnyttelse av varmelagringsevnen til det tunge bygningskroppen i utstyrsdelen, sammen med en egen vurdering av eventuelle muligheter for utjevning av temperaturer ved direkte utnyttelse av grunnvarme. Dette er da en betraktning som må gjennomføres i nært samarbeide med bygningsfysiker.

Det er for klinikkdelen kalkulert med noenlunde ordinær sykehusbygging, med vekt på likheten med en tyngre radiologisk avdeling pga. MR-skanner, PET/CT-skanner (ved flere enn 4 Gantry I samme bygning), og øvrige CT-skannere for doseplanlegging og undersøkelse, og det er derfor benyttet nyere erfaringstall for denne type prosjekter.

Byggets form og utførelse blir i stor grad bestemt av at det er en fysisk tilknytning til protonbehandlingsområdesbygget, og de forskjellige nivåer vil ha forskjellige krav til utførelse og utstyr.

Forøvrig tas det inn relevante bestemmelser i OTP om klimamål og forutsetninger om klimavennlige anlegg for generell teknikk, selv om større deler av anleggene er viet til prosess-forsyninger, og må behandles som sådan.

Økonomiske kalkyler og LCC

Dato 09.06.2016

5.2 2 Bygning.

Klinikkdelen:

Klinikkdelen er som en oppgradert radiologiavdeling med nøktern standard.

Klinikkdelen utføres med standard veggkonstruksjoner for sykehusbygg, og må tilfredsstille krav til energimål i tillegg til tilpasning til eksisterende bebyggelse

Klinikkdelen er forutsatt bygd som et tradisjonelt stålkonstruksjon med dekker av prefabrikerte betongelementer, med utførelse som tilpasses krav til nyttelaster, skjerming, brannkrav etc. Yttervegger må tilfredsstille krav til isolasjon, solskjerming og støydemping, og innerveggene krav til robusthet og støyskjerming, samt enkelte rom som også har krav til stråleskjerming.

Da de ulike alternative har ulike grunnforhold så er det i kostnaden forutsatt konstruksjoner på fjell.

Plasstøpt såle mot fjell, plasstøpt flatdekkekonstruksjon over bakken, mens dekke over tekniske arealer kan være utført i korrugert stålplate, stålsøyler og fagverk. Stålsøyler i fasade, betong innvendig. Vertikale skiver og innervegger: Bærende betongskiver med tykkelse minimum 250mm.

Protonbehandlingsområdet:

Protonbehandlingsområdet med syklotron, beamline og gantry-rom utføres i plasstøpt betong med lettere konstruksjoner for tekniske arealer plassert på toppen av protonbehandlingsområde. Teknikkarealene kan utføres som prefabrikerte, isolerte sandwich-elementer, som er selvbærende og utført i branssikkert materiale.

Betong-veggene og overliggende dekke er kalkulert med svær stor tykkelse, helt opp til 3 m på enkeltelementer, siden tilstrekkelig strålingsbeskyttelse vil kreve slike tykkelser hvis man skal unngå tilleggsskjerming. Den endelige betongtykkelse avhenger av avgitte effekt fra syklotron/beamline, betongtypen, bruken av de tiliggende lokaler (herunder at omgivelserne kan være fjell) og at den endelige betongtykkelse optimaliseres i samarbeid med strålefysikerne på stedet.

5.3 3 VVS

Overordnet teknisk program har vært et sentralt styrende dokument og det er lagt vekt på energiutnyttelse. Energibruken medfører at byggene har energioverskudd og det er nødvendig å flytte energien mellom byggene. Det skal etableres komplette tekniske installasjoner både i klinikkdel og protonbehandlingsområdesdel, og det forutsettes at de tekniske installasjonene holder normalt god sykehusstandard. Det etableres egne teknisk rom i hver av delene. Det er valgt tilstrekkelig takhøyde for horisontale føringer. Vertikale sjakter for VVS og elektro er etablert i same områder.

Avløps-systemet fra bygningsmassen skal deles opp i spillvann og overvann, og overvannet må normalt føres inn på det offentlige nettet via et fordrøyningssystem, siden de fleste overvannsystemene pr. i dag mangler reservekapasitet. Spillvann tilknyttes det offentlige nettet via selvfallsledning, og det må forskriftsmessig sikres mot tilbakeslag og rotteplager.

Spillvann som kommer fra de arealer av protonbehandlingsområdedelen som gir fare for strålingsaktivert avløp skal føres til egne oppsamlingstanker for kontroll og eventuelt henfall før det slippes ut på det offentlige nettet.

Forbruksvannsystem og sprinkleranlegg tilknyttes nærmeste offentlige forsyning med tilstrekkelig kapasitet, og det forutsettes at nybygget for Protonsenter er såvidt lavt at det ikke blir behov for ekstra trykkøkningssystem. Kapasitetsforhold i sprinkleranlegget kan likevel medføre at sprinklerforsyningen må utstyres med trykkøkningpumpe.

Varmeanlegget tilknyttes den eksisterende fjernvarmeforsyning på stedet, og for Radiumhospitalet-alternativer vil dette bety at forsyningen i første omgang vil komme fra Radiumhospitalet. Hafslund Varme har lagt opp

Økonomiske kalkyler og LCC

Dato 09.06.2016

fjernvarmeforsyning med tilstrekkelig kapasitet til oversiden av Ringveien, og Preklinisk Institutt er allerede tilknyttet, og forhandlinger for Rikshospitalet og Radiumhospitalet har pågått en tid.

Det skal etableres balansert ventilasjon i alle arealene, og ventilasjonsanleggene utstyres med best mulig varmegjenvinning og kjøling til å betjene alle kontor-, oppholdsrom og behandlingsrom og øvrige arealer i klinikkdelen. I tillegg skal det etableres komplette luftbehandlingsanlegg med full redundans for betjening av cyclotron-, beamline- og Gantry-rom i protonbehandlingsområdet. Dette innebærer dublering av vifter for kritiske funksjoner, for i syklotronhvelv og områder med fare for strålekontaminering av luften, må ventilasjonen gå hvis strålebehandlingen skal være uforstyrret.

Det skal også etableres ordinære luftbehandlingsanlegg med varmegjenvinning for å betjene trafikkarealer og teknikkarealer i både klinikkdel og protonbehandlingsområdesdel.

Det etableres et nytt, samlet, 100% redundant kjøleanlegg med den nødvendige kapasitet for å dekke prosesskjøling av syklotron, og tilknyttede el-/IT-rom, samt komfortkjøling lokalt og i luftbehandlingsanleggene. Her er det regnet med nødvendig kapasitet for å begrense dublering til kun å omfatte prosesskjøling som er kritisk for ordinær drift av syklotron og gantry. Først og fremst for å slippe å måtte stenge ned behandlingstilbudet unødig, og dermed redusere kapasitet i pasientbehandlingen.

Det etableres mest mulig frikjøling og varmegjenvinning av overskuddsvarmen fra kjøleanleggene, og det skal også vurderes videre om deler av kjølingen kan dekkes av varmpumper/grunnvannskjøling via energibrønner i henhold til OTP.

Nettvannsskjøling etableres for sensitivt utstyr knyttet til medisinteknisk utstyr og IT-rom.

Det skal etableres sentralanlegg for trykkluft og oksygen ved det nye protonsentret, mens mindre brukte gasser som nitrogen og andre spesialgasser for syklotronen forsynes via lokale gassentraler/flasker. Oksygen og trykkluft er pustehjelp til pasienter, og arrangeres forskriftsmessig som sentralanlegg med alarmering og faste servicerutiner. Ved alternativene med frittliggende bygg vil dette være et forskriftskrav, mens det ved Radiumhospitalet antagelig kan tilknyttes eksisterende sentralanlegg.

Det er forutsatt at bygningsmassen skal fullsprinkles men det må vurderes å benytte vanntåkesystem for å redusere følgeskadene ved utløst brann i arealer med elektronikk. Beregninger og erfaring fra tilsvarende prosjekter tilsier at det vil være en del rom hvor det må installeres andre alternative slokkeanlegg til vannsystem. I områder hvor vann ikke egner seg eller representerer en risiko for materielle verdier kan andre slokkesystemer vurderes; som for eksempel gasslokkeanlegg eller inertgassystem. Slike anlegg er typisk benyttet i områder som IKTrom, tavlerom, arkiver, medisinskteknisk utstyr etc. Inertgassystem er et alternativ som forhindrer at en brann kan oppstå ved å tilføre luft med lavt oksygeninnhold. Valg av gasslokkeanlegg eller inertgassystem bør vurderes opp mot bruk av rommene og hvilke verdier de inneholder.

Klinikkdelen:

I forbindelse med klinikkdelen vil det bli installert nødvendig antall CT og MR. For klinikkdel med 4 gantry eller flere så vil PETCT bli installert. Disse installasjoner vil kreve kjøling og nødvendig backupkjøling. Ved installasjon av MR og PET krever leverandørene befuktning noe som gjør installasjonene mere krevende teknisk og energimessig

Protonbehandlingsområdet:

I tillegg skal det etableres komplette luftbehandlingsanlegg med full redundans for betjening av cyclotron-, beamline- og Gantry-rom i protonbehandlingsområdet. Det skal også etableres ordinære luftbehandlingsanlegg med varmegjenvinning for å betjene trafikkarealer og teknikkarealer i både klinikkdel og protonbehandlingsområdet. Det er forutsatt befuktning av av arealer med syklotron og gantryrom.

Økonomiske kalkyler og LCC

Dato 09.06.2016

For ventilasjonsanlegg er det valgt spesiell utforming for å redusere strålefare samt at kjøling er en viktig del. Spesiell utforming av ventilasjonsanlegg dreier seg først og fremst om samling og monitorering av avkast som kan være stråleinfisert, men også om design og plassering av avkaståpning som kan tilfredsstille krav fra Statens Strålevern i forhold til påvirkning av andre ventilasjonsanlegg og omkringliggende bygninger.

Kjøleenergien gir et varmeoverskudd som man vil gjenvinne og som kan brukes i klinikkdelen eller nærliggende bygninger.

5.4 4 Elektro

Overordnet teknisk program legges til grunn for systemløsninger.

El-forsyningen tilknyttes det offentlige el-system via dobbelte transformatorstasjoner for redundant og sikker strømforsyning. Det kan være nødvendig med flere transformatorstasjoner avhengig av leverandør, siden noen av leverandørene krever spenningsforhold som avviker fra praksis for distribusjonssystemer i Norge.

Det etableres nødkraft og UPS på sensitivt utstyr slik at strømsvikt ivaretas. Generatorparken vil være tilstrekkelig for å kunne ferdigstille behandling og opprettholde syklotroner slik at utstyr ikke blir skadet ved strømsvikt.

Det etableres egen hovedtavle i forbindelse med de enkelte bygg

5.5 5 Tele, auto, alarm

Det er lagt vekt på kommunikasjonsrom (KR-rom) og IKT-rom for den medisinske virksomheten. For protonbehandlingsområdet etableres det eget IKT-rom.

Det vil bli etablert svakstrømsfordelinger for plassering av alle svakstrømsanlegg. Disse underfordelingene vil ivareta alle svakstrømsinstallasjoner som brannalarm, sykesignalanlegg, uranlegg, sikrings- og adgangskontrollanlegg, etc.

Det forutsettes etablert eget nettverk for en redundant løsning. Likeledes forutsettes at leverandøren gis nett-tilgang fra fabrikk for å kunne yte en effektiv og rimeligere oppfølging av anleggene.

Datanettverk vil være omfattende spesielt ut fra at man må ha redundante løsninger.

Automatisering og overvåkningssystemene vil være krevende, da strålingsfare vil påvirke installasjonene.

Det er planlagt en moderne bildediagnostikk-avdeling basert på bruk av digital teknologi (PACS/RIS-løsninger).

Brannalarmanlegget er planlagt som et heldekkende automatisk brannalarmanlegg iht. FGs regler og med FG-godkjent utstyr. Sentralenhet i anlegget skal ivareta alle funksjoner lokalt ved brudd i sambandet med hovedsentral. For varsling av brann skal talevarsling via høyttaleranlegg benyttes, brannklokker og lys i enkelte områder, som tekniske rom etc. Brannalarmanlegget vil også bli tilknyttet branndører, heis, ventilasjon, sprinkleranlegget etc. Brannmannstablåer plasseres ved hovedinnganger nærme bestemt innsatspunktet.

Det skal planlegges et adgangskontrollanlegg for styring og/eller overvåking av alle hoveddører ut i det fri, og adkomst til forskjellige soner i sykehuset. I tillegg er det spesielle romkategorier som også skal ha adgangskontroll, som dører til spesialrom, datarom, medisinrom etc. Overfallsalarm er inkludert i enkelte områder/for enkelte funksjoner. Sykesignalanlegget skal tilpasses for begrenset antall rom.

Ved bruk av trådløse løsninger så må dette vurderes opp mot EMC-støy fra maskiner, Det planlegges uranlegg i fellesarealer, korridorer, kontorer, møterom og lignende.

Økonomiske kalkyler og LCC

Dato 09.06.2016

5.6 6 Andre installasjoner

Det er forutsatt tradisjonelt, manuelt avfallssystem, men det må vurderes om dette kan kombineres til løsninger i tilliggende bygg. Det forutsettes rørpost tilknyttet til klinikkdelen men ikke for protonbehandlingsområdet.

Nødvendige heiser etableres i klinikkdelen.

5.7 7 Utomhusarealer

I og med at det er en rekke alternativer hvor det er ulike utomhusarealer er dette vurdert ut fra en standard løsning med tilstrekkelig infrastruktur, adkomstarealer, parkering etc.

Det er forutsatt parkering for EL-biler og EL-sykler

6 Klimaregnskap

I OTP er det angitt klimaregnskap. Klimaregnskap for disse bygningene, vil bruk av betong og andre skjermingsmaterialer bli svært bestemmende, og en nærmere optimalisering av strålingsskjerming og valg av byggematerialer må gjennomføres før et slikt regnestykke vil gi noen praktisk verdi for prosjektet. (Carbon Footprint).

I hovedsak vil følgende faktorer påvirke klimaregnskapet.

- Energibruk
- Gjenvinning
- Materialbruk i protonbehandlingsområdet.
- Adkomstforhold
- Parkering EL-biler og EL-sykler

Klimaregnskap må settes opp på et senere tidspunkt i en eventuell revidert konseptfase eller i forprosjekt når de ulike løsninger er valgt.

Økonomiske kalkyler og LCC

Dato 09.06.2016

7 Kostnadssammenstilling

For protonbehandlingsområdet er det utført en kostnadskalkyle på bakgrunn av opplysninger og tallgrunnlag fra NCC, som stammer fra tilbudsregningen for det tilsvarende anlegget i Danmark. Forøvrig er det tatt utgangspunkt i kalkyletall fra PET-senteret ved UNN i Tromsø, og PET Radiofarmakaproduksjonen ved St Olav i Trondheim, i tillegg til arealpriser fra konseptfase ved Sykehuset Vestre Viken, samt tall fra ISY-calculus (Norsk Prishåndbok)

Med bakgrunn i disse budsjettallene er det laget en kalkyle for protonbehandlingsområdesdelen, samt at det er foretatt en avveining og justering av enhetsprisene for klinikkdelen, slik at de innhentede enhetsprisene fra andre prosjekter er tilpasset Protonsenterets særegne karakteristika i forhold til form og sammenheng mellom klinikkdel og protonbehandlingsområdesdel. Vi gjør oppmerksom på at i forbindelse med kalkylen så er det ikke foretatt optimalisering av betongtykkelse/stråleforhold i forhold til valgt syklotron. I forbindelse med detaljprosjektering av protonbehandlingsområde i Aarhus så er det utført optimalisering som har reduserte betongtykkelsen.

Der det er benyttet danske kalkyletall som basis for sammenligning med norske kalkyletall, er det, er tallene fra Danmark tilpasset til Norske priser ved å benytte en korreksjonsfaktor på 1,5.

Alt. 1B1 og 1B2					
Kostnadskalkyle og usikkerhetsanalyse - sammenstilling					
Kode	Beskrivelse	Uspesifisert	Grunnkalkyle	Kostnad ekskl. mva	Kostnad inkl. mva
0	Klargjøring, forsyning, diff. infrastr. etc.			26 300 000	
1	Felleskostnader			77 755 000	
2	Bygning			218 204 000	
3	VVS			75 944 000	
4	Elkraft			50 275 000	
5	Tele og automatisering			26 965 000	
6	Andre installasjoner			20 593 000	
	Huskostnader (1-6) - basiskalkyle			469 736 000	
7	Utendørs			20 049 000	
	Entreprisekostnader (0-7) - basiskalkyle			516 085 000	
8	Generelle kostnader			159 211 100	
0-8	Byggekostnader - basiskalkyle			675 296 100	
9	Spesielle kostnader - inventar, tomt			18 550 000	
10	Medisinsk utstyr			643 217 200	
	Mva.				331 000 825
1-9	Prosjektkostnad - basiskalkyle			1 337 063 300	1 668 064 125
	Forventet tillegg, margin			117 202 548	146 503 185
	Prosjektkostnad - P50			1 454 265 848	1 814 567 310
	Prosjektavsetninger, reserver			101 347 984	126 684 980
	Kostnadsramme - P85			1 555 613 832	1 941 252 290

Økonomiske kalkyler og LCC

Dato 09.06.2016

Alt. 1A1 og 1A2

Kostnadskalkyle og usikkerhetsanalyse - sammenstilling

Kode	Beskrivelse	Uspesifisert	Grunnkalkyle	Kostnad ekskl. mva	Kostnad inkl. mva
0	Klargjøring, forsyning, diff. infrastr. etc.			26 300 000	
1	Felleskostnader			77 755 000	
2	Bygning			218 204 000	
3	VVS			75 944 000	
4	Elkraft			50 275 000	
5	Tele og automatisering			26 965 000	
6	Andre installasjoner			20 593 000	
	Huskostnader (1-6) - basiskalkyle			469 736 000	
7	Utendørs			20 049 000	
	Entreprisekostnader (0-7) - basiskalkyle			516 085 000	
8	Generelle kostnader			159 211 100	
0-8	Byggekostnader - basiskalkyle			675 296 100	
9	Spesielle kostnader - inventar, tomt			18 550 000	
10	Medisinsk utstyr			545 096 645	
	Mva.				306 470 686
1-9	Prosjektkostnad - basiskalkyle			1 238 942 745	1 545 413 432
	Forventet tillegg, margin			118 510 494	148 138 118
	Prosjektkostnad - P50			1 357 453 240	1 693 551 549
	Prosjektavsetninger, reserver			92 980 768	116 225 960
	Kostnadsramme - P85			1 450 434 008	1 809 777 510

Alt. 2B

Kostnadskalkyle og usikkerhetsanalyse - sammenstilling

Kode	Beskrivelse	Uspesifisert	Grunnkalkyle	Kostnad ekskl. mva	Kostnad inkl. mva
0	Klargjøring, forsyning, diff. infrastr. etc.			43 395 000	
1	Felleskostnader			128 295 000	
2	Bygning			360 186 000	
3	VVS			130 421 000	
4	Elkraft			86 630 000	
5	Tele og automatisering			44 490 000	
6	Andre installasjoner			33 972 000	
	Huskostnader (1-6) - basiskalkyle			783 994 000	
7	Utendørs			33 081 000	
	Entreprisekostnader (0-7) - basiskalkyle			860 470 000	
8	Generelle kostnader			262 695 900	
0-8	Byggekostnader - basiskalkyle			1 123 165 900	
9	Spesielle kostnader - inventar, tomt			30 600 000	
10	Medisinsk utstyr			934 957 083	
	Mva.				516 795 746
1-9	Prosjektkostnad - basiskalkyle			2 088 722 983	2 605 518 728
	Forventet tillegg, margin			188 879 356	236 099 196
	Prosjektkostnad - P50			2 277 602 339	2 841 617 924
	Prosjektavsetninger, reserver			142 980 768	178 725 960
	Kostnadsramme - P85			2 420 583 107	3 020 343 884

Økonomiske kalkyler og LCC

Dato 09.06.2016

Alt. 2AA					
Kostnadskalkyle og usikkerhetsanalyse - sammenstilling					
Kode	Beskrivelse	Uspesifisert	Grunnkalkyle	Kostnad ekskl. mva	Kostnad inkl. mva
0	Klargjøring, forsyning, diff. infrastr. etc.			35 505 000	
1	Felleskostnader			104 975 000	
2	Bygning			293 430 000	
3	VVS			116 275 000	
4	Elkraft			75 730 000	
5	Tele og automatisering			36 420 000	
6	Andre installasjoner			27 850 000	
	Huskostnader (1-6) - basiskalkyle			654 680 000	
7	Utendørs			27 065 000	
	Entreprisekostnader (0-7) - basiskalkyle			717 250 000	
8	Generelle kostnader			214 953 500	
0-8	Byggekostnader - basiskalkyle			932 203 500	
9	Spesielle kostnader - inventar, tomt			25 100 000	
				0	
10	Medisinsk utstyr			727 008 677	
	Mva.				416 653 044
1-9	Prosjektkostnad - basiskalkyle			1 684 312 177	2 100 965 221
	Forventet tillegg, margin			154 694 654	193 368 317
	Prosjektkostnad - P50			1 839 006 831	2 294 333 539
	Prosjektavsetninger, reserver			110 801 770	138 502 213
	Kostnadsramme - P85			1 949 808 601	2 432 835 752

For usikkerhetsberegningen utgjør P50 et tillegg på ca 8-9,5 % mens for P85 blir tillegget ytterligere 6,1-6,8 % .
MVA inngår i pkt 9-generelle kostnader

7.1 Korrigering av kostnader fra Danske og Svenske løsninger til Norske

I Aarhus er den forventede anleggspris for Dansk Center for Partikelterapi (DCPT) med 3G + 1F i alt ca. 790 mill D kr (ekskl. mva), hvilket er ca. 1,2 mia N kr.(inkl. mva):

Bygg, utstyr, IKT, honorar/administrasjon i alt ca. 790 mill. danske kr x 1,25 valutakurs x 1,25 moms = 1,2 mia NOK

I forbindelse med kostnadene vil følgende faktorer påvirke kostnadsnivået.

- Utstyr fra Varian var billigere enn forventet, vi har valgt gjennomsnitt av utstyrsleverandører.
- Grunn i Aarhus er en bar mark uten særlige utfordringer (litt vann i jorden, men ikke fjell i Danmark)
- Lavere lønnsnivå i Danmark enn i Norge
- Lavere priser på innkjøp av utstyr i Danmark enn i Norge
- Generelt lavere byggepriser for Klinikk bygg i Danmark enn i Norge

Økonomiske kalkyler og LCC

Dato 09.06.2016

8 LCC beregninger


Tilsvarende for LCC-beregninger hvor det er benyttet 40 år på bygg (samlet) samt 10 år(samlet) for MTU.

For LCC-beregninger er det lagt vekt på de ulike installasjoners levetid.

Servicekostnader for syklotron og gantry er det stor usikkerhet knyttet til da innsamlet kostnader varierer +/-30 %. Vi har her benyttet de tall som er kommet fra MTU-oppsettet med noen justeringer.

Se forøvrig vedlegg 1


1 A Årskostnader

 NASJONALE PROTONSENTER		Et senter med 3 Behandlingsrom (klargjort for 4) og 1 forskningsrom (HSØ eller HV)		
		1 A1 3(4)G +1F HSØ	1A2 eller 3(4)G +1F HV	
Årskostnader				
10	Investeringen i bygg sin årskostnad	kr/år	44 550 082	44 550 082
20	Forvaltningskostnader	kr/år	1 000 000	1 000 000
30	Drift og Vedlikeholdskostnader	kr/år	5 137 000	5 137 000
40	Utskiftning og utviklingskostnader	kr/år	3 775 000	3 775 000
50	Forsyningskostnader	kr/år	4 833 000	4 833 000
60	Renholdskostnader	kr/år	2 902 000	2 902 000
Sum Årlig kostnad		kr/år	62 197 082	62 197 082
	Avskrivning Bygg investering, lineær	40	1 554 927	1 554 927
	Medisinskteknisk investering sin årskostnad	10 år	85 716 447	85 716 447
	Drift service og vedlikehold MTU	kr/år	31 650 000	31 650 000
	Utskiftning og utviklingskostnader	kr/år	11 580 000	11 580 000
Sum årlig kostnad MTU		kr/år	128 946 447	128 946 447
	Avskrivning MTU, lineær	10	12 894 645	12 894 645
Samlet pr senter		kr/år	191 143 529 eller	191 143 529


Økonomiske kalkyler og LCC

Dato 09.06.2016

1 B Årskostnader

 NASJONALE PROTONSENTER Årskostnader		Et senter med 4 Behandlingsrom og 1 forskningsrom (HSØ eller HV)		
		1 B1	1B2	
		4G+1F HSØ	eller 4G+1F HV	
10	Investeringen i bygg sin årskostnad	kr/år	44 550 082	44 550 082
20	Forvaltningskostnader	kr/år	1 000 000	1 000 000
30	Drift og Vedlikeholdskostnader	kr/år	5 235 000	5 235 000
40	Utskiftning og utviklingskostnader	kr/år	4 020 000	4 020 000
50	Forsyningskostnader	kr/år	4 980 000	4 980 000
60	Renholdskostnader	kr/år	3 000 000	3 000 000
Sum årlig kostnad		kr/år	62 785 082	62 785 082
	Avskrivning Bygg investering, lineær	40	1 569 627	1 569 627
Medisinskteknisk investering sin årskostnad		10 år	101 145 905	101 145 905
	Drift service og vedlikehold MTU	kr/år	38 050 000	38 050 000
	Utskiftning og utviklingskostnader	kr/år	13 580 000	13 580 000
Sum årlig kostnad MTU		kr/år	152 775 905	152 775 905
	Avskrivning MTU, lineær	10	15 277 590	15 277 590
Samlet pr senter		kr/år	215 560 987 eller	215 560 987

2 B Årskostnader

 NASJONALE PROTONSENTER Årskostnader		To senter med 3 behandlingsrom (klargjort for 4) og et forskningsrom (HSØ), 1 behandlingsrom (klargjort for		
		2B		
		3(4)G+1F HSØ	1(2)G+1F HV	
10	Investeringen i bygg sin årskostnad	kr/år	44 550 082	15 676 112
20	Forvaltningskostnader	kr/år	1 000 000	320 000
30	Drift og Vedlikeholdskostnader	kr/år	5 137 000	1 760 000
40	Utskiftning og utviklingskostnader	kr/år	3 775 000	800 000
50	Forsyningskostnader	kr/år	4 833 000	1 440 000
60	Renholdskostnader	kr/år	2 902 000	896 000
Sum årlig kostnad		kr/år	62 197 082	20 892 112
	Avskrivning Bygg investering, lineær	40	1 554 927	522 303
Medisinskteknisk investering sin årskostnad		10 år	85 716 447	55 797 786
	Drift service og vedlikehold MTU	kr/år	31 650 000	25 600 000
	Utskiftning og utviklingskostnader	kr/år	11 580 000	3 200 000
Sum årlig kostnad MTU		kr/år	128 946 447	84 597 786
	Avskrivning MTU, lineær	10	12 894 645	8 459 779
Samlet pr senter		kr/år	296 633 427	

Økonomiske kalkyler og LCC

Dato 09.06.2016

2 AA Årskostnader

		To senter med 2 behandlingsrom (klargjort for 3) og et forskningsrom (HSØ), 1 behandlingsrom (HV)		
		2AA		
		2(3)G+1F HSØ	1G +1F HV	
NASJONALE				
PROTONSENTER				
Årskostnader				
10	Investeringen i bygg sin årskostnad	kr/år	37 832 442	23 637 676
20	Forvaltningskostnader	kr/år	845 000	505 000
30	Drift og Vedlikeholdskostnader	kr/år	4 329 000	2 517 500
40	Utskiftning og utviklingskostnader	kr/år	3 212 500	1 912 500
50	Forsyningskostnader	kr/år	3 987 500	2 142 500
60	Renholdskostnader	kr/år	2 454 000	1 466 000
Sum årlig kostnad		kr/år	52 660 442	46 364 052
	Avskrivning Bygg investering, lineær	40	1 316 511	1 159 101
Medisinskteknisk investering sin				
	årskostnad	10 år	67 958 063	46 364 052
	Drift service og vedlikehold MTU	kr/år	22 600 000	30 850 000
	Utskiftning og utviklingskostnader	kr/år	8 520 000	5 020 000
Sum årlig kostnad MTU		kr/år	99 078 063	82 234 052
	Avskrivning MTU, lineær	10	9 907 806	8 223 405
Samlet pr senter		kr/år	280 336 608	

For LCC-beregninger har man benyttet NS 3454 (LCC) som grunnlag.

Livssyklus kostnader omfatter både investeringskostnadene (selv anskaffelsen) og kostnader til forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling gjennom hele bruksperioden. I beregningen legges det til grunn årskostnader som iht NS 3454 er definert som en annuitet av levetidskostnaden. Levetidskostnaden vil si den diskonterte total kostnaden for kapital og FDVU (kostnader til forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling) over brukstiden. Dette betyr at årskostnader skiller seg fra årlige kostnader ved at den er lik hvert år. Årskostnaden skal legge grunnlaget for et forventet FDVU-budsjett for bygget.

NS 3454 "Livssyklus kostnader for byggverk" beskriver en måte å strukturere kostnader på, beregningsanvisning for utregning av eksempelvis livssyklus kostnad og årskostnad og definisjoner. Beregningene av LCC i prosjektet gjøres i henhold til NS 3454:2013.

I beregningen er det benyttet en kombinasjon av nivå 2 og 3.

Nivå 2 baserer seg på nøkkeltall, mens nivå 3 baserer seg på beregninger.

Økonomiske kalkyler og LCC

Dato 09.06.2016

Følgende hovedgrupper er benyttet :

Tabell 2 – Kostnadsklassifikasjon

1	2	3	4	5	6
Anskaffelses- og restkostnader	Forvaltningskostnader	Drifts- og vedlikeholdskostnader	Utskiftings- og utviklingskostnader	Forsyningskostnader	Renholdskostnader
11 Tomt	21 Skatter og avgifter	31 Drift	41 Utsifting	51 Energi	61 Regelmessig renhold
12 Nybygg	22 Forsikringer	32 Vedlikehold	42 Utvikling	52 Vann og avløp	62 Periodisk renhold
13 Hovedombygging	23 Eiendomsledelse og administrasjon	33 Reparasjon av skader	43	53 Renovasjon	63 Rengjøringsrelaterte serviceoppgaver
14 Restkostnad	24	34	44	54	64
15	25	35	45	55	65
16	26	36	46	56	66
17	27	37	47	57	67
18	28	38	48	58	68
19	29	39	49	59	69

For LCC-beregningene er det benyttet 40 år's levetid for bygningsinstallasjoner, mens det for MTU er benyttet 10 års levetid.

I og med at MTU-kostnadene er usikre så utgjør MTU en stor andel og stor usikkerhet i den samlede kalkylen

8.1 Anskaffelse og restkostnad.

Her er vurderingen basert på en levetid på 40/ 10 år.

Det har vært noe uklart hvilke levetider som skal benyttes men i hovedsak benyttet 60 år for bygning og 20-30 år for teknisk installasjoner. IKT og elektroniske installasjoner har 10-15 års levetid. Snitt 40 år.

For MTU er det benyttet 10 år som gjennomsnitt. Mye av MTU har kortere levetid, mens deler av syklotron vil ha lengere levetid. 10 år er benyttet som gjennomsnitt

I kalkylen er restkostnad og restverdi satt til 0 kr da dette ikke påvirker innbyrdes kostnad.

8.2 Forvaltningskostnader

Her har man basert vurderingen på at man ikke har forsikring og dermed lagt bare 100 kr/m².

Forsikring som er en vesentlig del i denne posten har vi sett bort ifra.

8.3 Drift og vedlikeholdskostnader.

Her inngår alle kostnader for drift, tilsyn, vedlikehold og reparasjoner for drift av bygning og de tekniske installasjoner.

Kostnaden er basert på delvis m² kostnader og dels detaljvurderinger. Referansen er knyttet til Vestre Viken sine kostnadstall.

Økonomiske kalkyler og LCC

Dato 09.06.2016

Kostnader til MTU er tatt inn under MTU.

Kostnader til virksomheten er ivaretatt i den økonomiske bærekraftvurderingen.

8.4 Utskiftning og utvikling

Denne kostnaden er vanskelig å vurdere da den er avhengig av enkeltprodukters levetid som jeg er avhengig av belastning/bruk av produktet.

For enkelte av installasjonene er kostnad betydelig, men likevel moderat i forhold til investeringen.

Her kan nevnes, IT, kjøling og energibruk og ikke minst kostnader til drift og service av Proton behandlingsområdedelen.

8.5 Forsyning.

Her inngår kostnader til energi, vann og avløp samt Renovasjon.

Energikostnadene for Protonlab er betydelig, men dette er i hovedsak strøm som igjen må kjøles bort.

8.6 Renholdskostnader.

For renholds kostnader så er disse normalt som en radiologiavdeling, mens Proton behandlingsområdedelen har mindre hygienisk renhold og dermed en lavere kostnad enn klinikkdelen.

8.7 LCC-beregninger.

Beregningene er vedlagt som eget vedlegg og kan oppsummeres som følger.

Virksomhetskostnader inngår ikke i LCC-beregningene

9 Usikkerhetsanalyse.

For usikkerhetsanalysen henvises til egen rapport fra HR-NOR basert på usikkerhetsanalyse gjennomført den 01.06.16 der representanter for Sykehusbygg, Helse Sørøst, Helse Bergen og HR-NOR deltok. Egeb rapport er utarbeidet for usikkerhetsanalysen

10 Avskrivninger


For avskrivninger er det anbefalt en lineær avskrivning for aktuell levetid.

Økonomiske kalkyler og LCC

Dato 09.06.2016

11 Vedlegg 1 - Investeringskostnader og LCC kostnader pr m² vektet areal av basiskalkyle

1A.


 Kr/m ² vektet areal basiskalkyle		1 A1	eller	1A2
		3(4)G +1F HSØ		3(4)G +1F HV
Nr.	Faggruppe	kr/m ² Vektet areal		kr/m ² Vektet areal
0	Lokasjonskostnader	kr/m ² 2 630		2 630
1	Felleskostnader	kr/m ² 7 776		7 776
2	Bygning	kr/m ² 21 820		21 820
3	VVS	kr/m ² 7 594		7 594
4	Elkraft	kr/m ² 5 028		5 028
5	Tele og automatisering	kr/m ² 2 697		2 697
6	Andre installasjoner	kr/m ² 2 059		2 059
*	Sum huskostnader (sum 1-6)	kr/m² 46 974		46 974
7	Utendørs	kr/m ² 2 005		2 005
*	Entreprisekostnader (sum 0-7)	kr/m² 51 609		51 609
8	Generelle omkostninger	kr/m ² 15 921		15 921
*	Byggekostnader (sum 1-8)	kr/m² 67 530		67 530
	Spesielle kostnader/utstyr -			
9	ekskl. mva	kr/m ² 1 855		1 855
0	Mva	kr/m ² 17 020		17 020
	Sum prosjektkostnader (sum 0-9)	kr/m² 86 404		86 404
0	Sum Medisinskteknisk Utstyr	kr/m ² 68 137		68 137
0	SUM prosjektkostnad INKL MTU	kr/m² 154 541		154 541
	Samlet basiskostnad pr senter	kr/m² 154 541		
Arskostnad pr. kvm vektet areal basiskostnad				
Investeringen i bygg sin				
10	årskostnad	kr/m ² 4 455	eller	4 455
20	Forvaltningskostnader	kr/m ² 100		100
30	Drift og Vedlikeholdskostnader	kr/m ² 514		514
40	Utskiftning og utviklingskostnader	kr/m ² 378		378
50	Forsyningskostnader	kr/m ² 483		483
60	Renholdskostnader	kr/m ² 290		290
	Samlet, KFDUFR(tidligere FDVU)	kr/m² 6 220		6 220
Medisinskteknisk investering sin				
0	årskostnad	kr/m ² 8 572		8 572
0	Drift service og vedlikehold			
0	MTU	kr/m ² 3 165		3 165
0	Utskiftning og utviklingskostnader	kr/m ² 1 158		1 158
	Samlet Arskostnad MTU	kr/m² 12 895		12 895

Samlet årskostnad pr senter **Kr/m² 19 114**

Økonomiske kalkyler og LCC

Dato 09.06.2016

1B

 Kr/m ² vektet areal basiskalkyle		1 B1		1B2	
		4G+1F HSØ		4G+1F HV	
Nr.	Faggruppe	kr/m ² Vektet areal	eller	kr/m ² Vektet areal	
0	Lokasjonskostnader	kr/m ² 2 630		2 630	
1	Felleskostnader	kr/m ² 7 776		7 776	
2	Bygning	kr/m ² 21 820		21 820	
3	VVS	kr/m ² 7 594		7 594	
4	Elkraft	kr/m ² 5 028		5 028	
5	Tele og automatisering	kr/m ² 2 697		2 697	
6	Andre installasjoner	kr/m ² 2 059		2 059	
*	Sum huskostnader (sum 1-6)	kr/m ² 46 974		46 974	
7	Utendørs	kr/m ² 2 005		2 005	
	Entreprisekostnader (sum 0-7)	kr/m ² 51 609		51 609	
8	Generelle omkostninger	kr/m ² 15 921		15 921	
*	Byggekostnader (sum 1-8)	kr/m ² 67 530		67 530	
9	Spesielle kostnader/utstyr - ekskl. mva	kr/m ² 1 855		1 855	
0	Mva	kr/m ² 17 020		17 020	
	Sum prosjektkostnader (sum 0-9)	kr/m ² 86 404		86 404	
0	Sum Medisinskteknisk Utstyr	kr/m ² 80 402		80 402	
0	Sum prosjektkostnad inkl MTU	kr/m ² 166 806		166 806	
	Samlet basiskostnad pr senter	kr/m² 166 806			

Arskostnad pr. kvm vektet areal basiskostnad

Investeringen i bygg sin				
10	årskostnad	kr/m ² 4 455	eller	4 455
20	Forvaltningskostnader	kr/m ² 100		100
30	Drift og Vedlikeholdskostnader	kr/m ² 524		524
40	Utskiftning og utviklingskostnader	kr/m ² 402		402
50	Forsyningskostnader	kr/m ² 498		498
60	Renholdskostnader	kr/m ² 300		300
	Samlet, KFDUFR(tidligere FDVU)	kr/m ² 6 279		6 279
0	Medisinskteknisk investering sin årskostnad	kr/m ² 10 115		10 115
0	Drift service og vedlikehold			
0	MTU	kr/m ² 3 805		3 805
0	Utskiftning og utviklingskostnader	kr/m ² 1 358		1 358
	Samlet Arskostnad MTU	kr/m ² 15 278		15 278

Samlet årskostnad pr senter

Kr/m² 21 556

Økonomiske kalkyler og LCC

Dato 09.06.2016

2B

SYKEHUSBYGG		2B	
		3(4)G+1F HSØ	1(2)G+1F HV
Kr/m ² vektet areal basiskalkyle		kr/m ²	kr/m ²
Nr.	Faggruppe	Vektet areal	Vektet areal
0	Lokasjonskostnader	kr/m ² 2 630	2 630
1	Felleskostnader	kr/m ² 7 776	7 775
2	Bygning	kr/m ² 21 820	21 843
3	VVS	kr/m ² 7 594	8 381
4	Elkraft	kr/m ² 5 028	5 593
5	Tele og automatisering	kr/m ² 2 697	2 696
6	Andre installasjoner	kr/m ² 2 059	2 058
*	Sum huskostnader (sum 1-6)	kr/m² 46 974	48 347
7	Utendørs	kr/m ² 2 005	2 005
	Entreprisekostnader (sum 0-7)		
*		kr/m² 51 609	52 982
8	Generelle omkostninger	kr/m ² 15 921	15 921
*	Byggekostnader (sum 1-8)	kr/m² 67 530	68 903
	Spesielle kostnader/utstyr -		
9	ekskl. mva	kr/m ² 1 855	1 854
0	Mva	kr/m ² 17 020	17 363
	Sum prosjektkostnader (sum 0-9)		
*		kr/m² 86 404	88 120
0	Sum Medisinskteknisk Utstyr	kr/m ² 68 137	74 973
	SUM prosjektkostnad inkl		
0	MTU	kr/m² 154 541	163 093
	Samlet basiskostnad pr senter	kr/m² 317 634	

Arskostnad pr. kvm vektet areal basiskostnad

Investeringen i bygg sin			
10	årskostnad	kr/m ² 4 455	4 543
20	Forvaltningskostnader	kr/m ² 100	100
30	Drift og Vedlikeholdskostnader	kr/m ² 514	499
	Utskiftning og		
40	utviklingskostnader	kr/m ² 378	377
50	Forsyningskostnader	kr/m ² 483	425
60	Renholdskostnader	kr/m ² 290	290
	Samlet, KFDUFR(tidligere FDVU)	kr/m² 6 220	6 234
Medisinskteknisk investering sin			
0	årskostnad	kr/m ² 3 165	9 432
	Drift service og vedlikehold		
0	MTU	kr/m ² 1 158	4 700
	Utskiftning og		
0	utviklingskostnader	kr/m ² 1 158	898
	Samlet Arskostnad MTU	kr/m² 5 481	15 030


Samlet årskostnad pr senter

Kr/m² 32 965

Økonomiske kalkyler og LCC

Dato 09.06.2016

2AA

 Kr/m ² vektet areal basiskalkyle		2AA	
		2(3)G+1F HSØ	1G +1F HV
Nr.	Faggruppe	kr/m ² Vektet areal	kr/m ² Vektet areal
0	Lokasjonskostnader	kr/m ² 2 630	2 630
1	Felleskostnader	kr/m ² 7 776	7 776
2	Bygning	kr/m ² 21 714	21 772
3	VVS	kr/m ² 7 887	9 828
4	Elkraft	kr/m ² 5 174	6 339
5	Tele og automatisering	kr/m ² 2 698	2 697
6	Andre installasjoner	kr/m ² 2 064	2 061
*	Sum huskostnader (sum 1-6)	kr/m ² 47 312	50 473
7	Utendørs	kr/m ² 2 005	2 005
*	Entreprisekostnader (sum 0-7)	kr/m ² 51 947	55 108
8	Generelle omkostninger	kr/m ² 15 923	15 922
*	Byggekostnader (sum 1-8)	kr/m ² 67 870	71 030
9	Spesielle kostnader/utstyr - ekskl. mva	kr/m ² 1 860	1 857
0	Mva	kr/m ² 17 104	17 895
*	Sum prosjektkostnader (sum 0-9)	kr/m ² 86 835	90 782
0	Sum Medisinskteknisk Utstyr	kr/m ² 63 930	72 981
0	SUM prosjektkostnad inkl MTU	kr/m ² 150 765	163 763
	Samlet basiskostnad pr senter	kr/m² 314 528	

Arskostnad pr. kvm vektet areal basiskostnad

10	Investeringen i bygg sin årskostnad	kr/m ² 4 477	4 681
20	Forvaltningskostnader	kr/m ² 100	100
30	Drift og Vedlikeholdskostnader Utskiftning og	kr/m ² 512	499
40	utviklingskostnader	kr/m ² 380	379
50	Forsyningskostnader	kr/m ² 472	424
60	Renholdskostnader	kr/m ² 290	290
	Samlet, KFDUFR(tidligere FDVU)	kr/m² 6 232	6 373
0	Medisinskteknisk investering sin årskostnad	kr/m ² 8 042	9 181
0	Drift service og vedlikehold		
0	MTU	kr/m ² 2 675	6 109
0	Utskiftning og utviklingskostnader	kr/m ² 1 008	994
	Samlet Arskostnad MTU	kr/m² 11 725	16 284

Samlet årskostnad pr senter

Kr/m²

40 614

Usikkerhetsanalyse

DOKUMENTNUMMER: 00-000000000-00-00-00

Prosjekt	Hovedfunksjon	Disiplin	Prosess	Dokumenttype	Løpenr.	Revisjon	Side

UTARBEIDET AV

Tore Westerbø		

DOKUMENTSTATUS

1	03.06.16	Rapport etter usikkerhetsanalyse	03.06.16		
2	03.06.16	Korr sammenstillingstabell – inkl. mva	03.06.16		
3	05.06.16	Finanskostnader fjernet fra prosjektkost.	05.06.16		
4	06.06.16	Verdier for alt 2AA	06.06.16		
	13.06.16	Godkjent av Styringsgruppen			

BEHANDLINGSPROSEDYRE

Oversendt for behandling	Forventet dato for behandling	Instans	Dato for behandling

Innhold

1. Sammendrag.....	3
2. Sammenstilling av kalkyle og usikkerhetsanalyse	4
3. Begreper	6
Forventede tillegg og reserver	6
4. Forutsetninger for basiskalkylen.....	7
Generelt.....	7
Omfang	7
Kalkylen og usikkerhetsanalysen omfatter de totale prosjektkostnadene for bygninger og medisinsk utstyr	7
Prisnivå	7
Felleskostnader.....	7
Merverdiavgift	7
Finansieringskostnader.....	7
5. Kalkulasjonsusikkerhet	8
Generelt.....	8
Resultat av usikkerhetsanalysen	8
6. Hendelsesusikkerhet og generell usikkerhet	11
Generelle forutsetninger	11
Beregnete verdier for hendelsesusikkerhet og gen. usikkerhet.....	12
7. Monte Carlo-simulering.....	15
Alt.1A1, 1A2 og 2B-1	16
Sannsynlighetsfordeling for prosjektkostnader	16
Alt.1A1, 1A2 og 2B-1	16
Kumulativ fordeling (S-kurve).....	16
Sannsynlighetsfordeling for prosjektkostnader	17
Kumulativ fordeling (S-kurve).....	17
Alt. 2A-2 og 2B-2	18
Sannsynlighetsfordeling for prosjektkostnader	18
Alt. 2A-2 og 2B-2	18
Kumulativ fordeling (S-kurve).....	18

Alt. 2A-1 og 2AA-1	19
Sannsynlighetsfordeling for prosjektkostnader	19
Alt. 2A-1 og 2AA-1	19
Kumulativ fordeling (S-kurve).....	19
Alt. 2AA-2	20
Sannsynlighetsfordeling for prosjektkostnader	20
Alt. 2AA-2	20
Kumulativ fordeling (S-kurve).....	20
8. Usikkerhetspåslag.....	21
Alt. 1A1, 1A2 og 2B-1	21
Alt. 2A-2 og 2B-2	21
Alt. 2A-1 og 2AA-1	21
Alt. 2AA-2	21
9. Forhold som har mest innvirkning på forventningstillegget	22
Alt. 1A1, 1A2 og 2B-1	22
Alt. 2A-2 og 2B-2	23
Alt. 2A-1 og 2AA-1	24
Alt. 2AA-2	24

1. Sammendrag

Det ble gjennomført en usikkerhetsanalyse med deltakelse fra Sykehusbygg HF og de rådgivende firmaene 1. juni 2016.06.02

Basis for denne analysen var gjennomførte basiskalkyler for de forskjellige alternativene som var definert.

Rapporten sammenfatter resultatene fra kalkyle og usikkerhetsanalyse - for de totale prosjektkostnadene.

Kostnadstallene for følgende alternative kombinasjoner er presentert i denne rapporten: (Definisjon av alternativene fremgår av rapporten «Økonomiske kalkyler, LCC og bærekraftanalyse»)

Alt. 1A, Alt. 1B, Alt. 2B og Alt. 2AA

Alternativ	Prosjektkostnad basiskalkyle (MNOK) inkl. mva.	Forventet kostnad P50 (MNOK) inkl. mva.	Anbefalt kostnadsramme P85 (MNOK) inkl. mva.
Alt. 1A	1 545	1 694	1 810
Alt. 1B	1 668	1 815	1 941
Alt. 2B	2 606	2 842	3 020
Alt. 2AA	2 101	2 294	2 433

2. Sammenstilling av kalkyle og usikkerhetsanalyse

Sammenstillingen av kalkylen og usikkerhetsanalysen viser følgende verdier for de fire alternative kombinasjoner som er besluttet å sammenfatte:

Alt. 1A1 og 1A2						
Kostnadskalkyle og usikkerhetsanalyse - sammenstilling						
Kode	Beskrivelse	Uspesifisert	Grunnkalkyle	Kostnad ekskl. mva	Kostnad inkl. mva	
0	Klargjøring, forsyning, diff. infrastr. etc.			26 300 000		
1	Felleskostnader			77 755 000		17,7 %
2	Bygning			218 204 000		
3	VVS			75 944 000		
4	Elkraft			50 275 000		
5	Tele og automatisering			26 965 000		
6	Andre installasjoner			20 593 000		
	Huskostnader (1-6) - basiskalkyle			469 736 000		
7	Utendørs			20 049 000		
	Entreprisekostnader (0-7) - basiskalkyle			516 085 000		
8	Generelle kostnader			159 211 100		30,8 %
0-8	Byggekostnader - basiskalkyle			675 296 100		
9	Spesielle kostnader - inventar, tomt			18 550 000		
10	Medisinsk utstyr Mva.			545 096 645	306 470 686	
1-9	Prosjektkostnad - basiskalkyle			1 238 942 745	1 545 413 432	
	Forventet tillegg, margin			118 510 494	148 138 118	9,6 %
	Prosjektkostnad - P50			1 357 453 240	1 693 551 549	
	Prosjektavsetninger, reserver			92 980 768	116 225 960	6,8 %
	Kostnadsramme - P85			1 450 434 008	1 809 777 510	

Alt. 1B1 og 1B2						
Kostnadskalkyle og usikkerhetsanalyse - sammenstilling						
Kode	Beskrivelse	Uspesifisert	Grunnkalkyle	Kostnad ekskl. mva	Kostnad inkl. mva	
0	Klargjøring, forsyning, diff. infrastr. etc.			26 300 000		
1	Felleskostnader			77 755 000		17,7 %
2	Bygning			218 204 000		
3	VVS			75 944 000		
4	Elkraft			50 275 000		
5	Tele og automatisering			26 965 000		
6	Andre installasjoner			20 593 000		
	Huskostnader (1-6) - basiskalkyle			469 736 000		
7	Utendørs			20 049 000		
	Entreprisekostnader (0-7) - basiskalkyle			516 085 000		
8	Generelle kostnader			159 211 100		30,8 %
0-8	Byggekostnader - basiskalkyle			675 296 100		
9	Spesielle kostnader - inventar, tomt			18 550 000		
10	Medisinsk utstyr Mva.			643 217 200	331 000 825	
1-9	Prosjektkostnad - basiskalkyle			1 337 063 300	1 668 064 125	
	Forventet tillegg, margin			117 202 548	146 503 185	8,8 %
	Prosjektkostnad - P50			1 454 265 848	1 814 567 310	
	Prosjektavsetninger, reserver			101 347 984	126 684 980	7,0 %
	Kostnadsramme - P85			1 555 613 832	1 941 252 290	

Alt. 2B

Kostnads kalkyle og usikkerhetsanalyse - sammenstilling

Kode	Beskrivelse	Uspesifisert	Grunnkalkyle	Kostnad ekskl. mva	Kostnad inkl. mva
0	Klargjøring, forsyning, diff. infrastr. etc.			43 395 000	
1	Felleskostnader			128 295 000	
2	Bygning			360 186 000	
3	VVS			130 421 000	
4	Elkraft			86 630 000	
5	Tele og automatisering			44 490 000	
6	Andre installasjoner			33 972 000	
	Huskostnader (1-6) - basiskalkyle			783 994 000	
7	Utendørs			33 081 000	
	Entreprisekostnader (0-7) - basiskalkyle			860 470 000	
8	Generelle kostnader			262 695 900	
0-8	Byggekostnader - basiskalkyle			1 123 165 900	
9	Spesielle kostnader - inventar, tomt			30 600 000	
				0	
10	Medisinsk utstyr			934 957 083	
	Mva.				516 795 746
1-9	Prosjektkostnad - basiskalkyle			2 088 722 983	2 605 518 728
	Forventet tillegg, margin			188 879 356	236 099 196
	Prosjektkostnad - P50			2 277 602 339	2 841 617 924
	Prosjektavsetninger, reserver			142 980 768	178 725 960
	Kostnadsramme - P85			2 420 583 107	3 020 343 884

Alt. 2AA

Kostnads kalkyle og usikkerhetsanalyse - sammenstilling

Kode	Beskrivelse	Uspesifisert	Grunnkalkyle	Kostnad ekskl. mva	Kostnad inkl. mva	
0	Klargjøring, forsyning, diff. infrastr. etc.			35 505 000		
1	Felleskostnader			104 975 000		17,1 %
2	Bygning			293 430 000		
3	VVS			116 275 000		
4	Elkraft			75 730 000		
5	Tele og automatisering			36 420 000		
6	Andre installasjoner			27 850 000		
	Huskostnader (1-6) - basiskalkyle			654 680 000		
7	Utendørs			27 065 000		
	Entreprisekostnader (0-7) - basiskalkyle			717 250 000		
8	Generelle kostnader			214 953 500		30,0 %
0-8	Byggekostnader - basiskalkyle			932 203 500		
9	Spesielle kostnader - inventar, tomt			25 100 000		
				0		
10	Medisinsk utstyr			727 008 677		
	Mva.				416 653 044	
1-9	Prosjektkostnad - basiskalkyle			1 684 312 177	2 100 965 221	
	Forventet tillegg, margin			154 694 654	193 368 317	9,2 %
	Prosjektkostnad - P50			1 839 006 831	2 294 333 539	
	Prosjektavsetninger, reserver			110 801 770	138 502 213	6,0 %
	Kostnadsramme - P85			1 949 808 601	2 432 835 752	

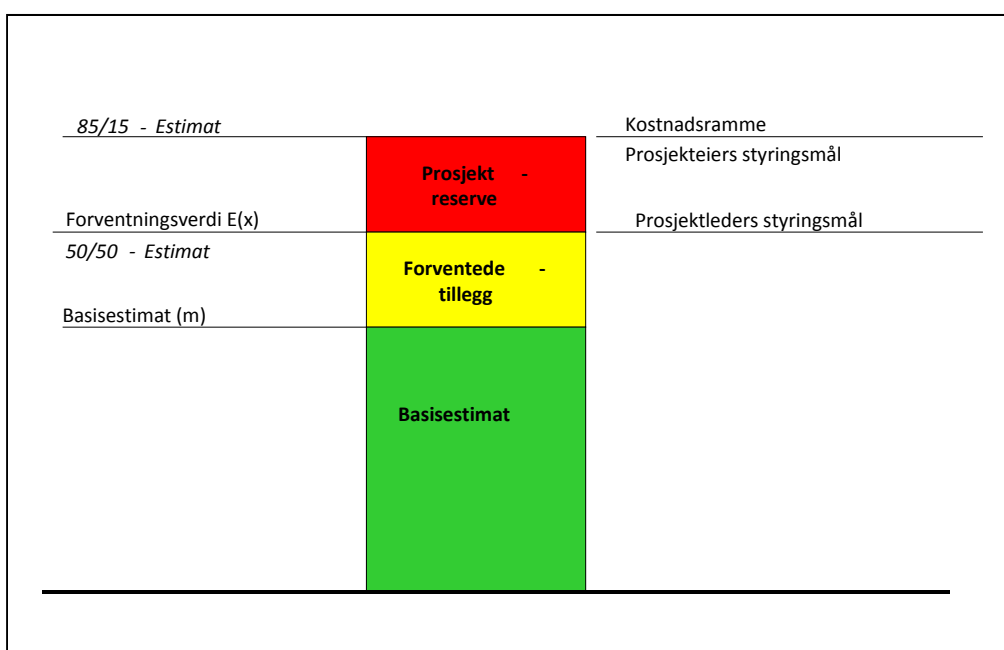
3. Begreper

Forventede tillegg og reserver

I denne rapporten er det brukt følgende begrep og tilnærming:

85/15 Estimat (P85-verdi): Estimat som statistisk sett gir 85 % konfidensnivå.

I praksis betyr dette at vi har 85% tiltro til at estimatet skal holde.



Forventningsverdi (P50-verdi): Statistisk forventningsverdi som reflekterer forventede tillegg og har en tiltro på 50% mot overskridelse (Median, $E(x)$).

Basisestimat: Estimat der usikkerhetsfaktorer ikke er medtatt og som reflekterer selve den kalkulerte verdien. (m)

Prosjektreserve: Et fond som prosjekteier bør rå over til å dekke ekstraordinære forhold.

4. Forutsetninger for basiskalkylen

Forutsetningene for basiskalkylen fremgår av rapporten «Økonomiske kalkyler, LCC og bærekraftanalyse»)

Generelt

De generelle forutsetningene for kalkyle og usikkerhetsanalysen er lagt i nært samarbeid med Sykehusbygg HF.

Omfang

Kalkylen og usikkerhetsanalysen omfatter de totale prosjektkostnadene for bygninger og medisinsk utstyr

Prisnivå

Prisnivå for kalkylen er april 2016.

Økningen av gen. lønns- og prisnivå etter dette er ikke tatt med.

Felleskostnader

Disse kostnadene inneholder rigging og drift av byggeplassen, entreprenørens administrasjon, herunder påslag for koordinering av underentrepriser og administrerte sideentrepriser og SHA-arbeider samt hjelpearbeider for tekniske installasjoner.

Generelle rigg- og driftskostnader for de forskjellige entreprisene varierer, men de totale felleskostnadene kommer på ca. 18% av øvrig entreprisekostnad.

Merverdiavgift

Alle kostnader er beregnet ekskl. mva. I sammenstillingen er imidlertid også kostnadene inkl. mva. vist.

Finansieringskostnader

Finansieringskostnadene omfatter i hovedsak antatte byggelånsrenter fram til konvertering av dette lånet. Renter i byggetiden er beregnet med antatt varighet på de resp. anlegg.

Etter ønske fra Sykehusbygg er ikke finansieringskostnadene medtatt i prosjektkostnaden.

5. Kalkulasjonsusikkerhet

Generelt

Når vi lager en basiskalkyle, forutsetter vi at vi summerer de mest sannsynlige kostnadene som vi kan frembringe. Dette skjer i form av statistiske nøkkeltall eller erfaringstall fra tilsvarende prosjekter.

Selv om disse tallene er godt begrunnet, vil de virkelige kostnadene ha et større eller mindre avvik i forhold til de enkelte basistallene. Spredningen av verdiene i et datasett, hvor sannsynligheten er størst for at tallene kommer i nærheten av basistallet, defineres i form av trippelanslag, hvor sannsynligheten for den virkelige kostnaden avtar lineært fra basistallet og fram til det ekstreme anslaget.

For dette prosjektet ble det foretatt trippelanslag i samråd med de fagansvarlige.

I denne gjennomgangen ble det presisert at det her er snakk om usikkerhet i forhold til

- a. Enhets- og rundsumpriser
- b. Forutsatte mengder
- c. Uteglemte elementer

Trippelanslagene viser basiskalkylen som det mest sannsynlige anslaget, mens a og b viser henholdsvis det absolutt laveste og høyeste anslaget. Beregnede verdier for kalkulasjonsusikkerhet

Resultat av usikkerhetsanalysen

En sammenfatning av trippelanslagene som ble foretatt, viser følgende for de forskjellige lokasjonene som inngår i de presenterte alternativ:

Alt.1A1, 1A2 og 2B-1						
Usikkerhetberegning						
Kalkulasjonsusikkerhet						Forvent.till. fra kalk.usikkerhet
Kode	Post	a	m	b	E(x)	diff E(x)
0	Klargjøring, forsyning, diff. infrastr. etc.	21 405 000	26 300 000	37 950 000	28 551 667	2 251 667
1	Felleskostnader	59 504 000	77 755 000	114 257 000	83 838 667	6 083 667
2	Bygning	168 029 200	218 204 000	315 154 200	233 795 800	15 591 800
3	VVS	60 240 700	75 944 000	103 610 200	79 931 633	3 987 633
4	Elkraft	39 428 000	50 275 000	68 525 500	52 742 833	2 467 833
5	Tele og automatisering	19 941 500	26 965 000	40 397 000	29 101 167	2 136 167
6	Andre installasjoner	14 415 100	20 593 000	32 948 800	22 652 300	2 059 300
7	Utendørs	10 024 500	20 049 000	37 488 200	22 520 567	2 471 567
	Entreprenørkostnad	392 988 000	516 085 000	750 330 900	553 134 633	
8	Generelle kostnader	127 481 130	159 211 100	241 682 650	176 124 960	16 913 860
	Byggekostnad	520 469 130	675 296 100	992 013 550	729 259 593	
9	Spesielle kostnader - inventar, tomt	49 697 613	60 180 766	81 225 072	63 701 150	3 520 384
10	Medisinsk utstyr	392 603 927	545 096 645	685 669 213	541 123 262	-3 973 384
0-9	Prosjektkostnad ekskl. mva.	962 770 670	1 280 573 511	1 758 907 836	1 334 084 006	53 510 494

Alt.1B1, 1B2 og 3B-1 Usikkerhetberegning						
Kalkulasjonsusikkerhet						Forvent.till. fra kalk.usikkerhet
Kode	Post	a	m	b	E(x)	diff E(x)
0	Klargjøring, forsyning, diff. infrastr. etc.	21 405 000	26 300 000	37 950 000	28 551 667	2 251 667
1	Felleskostnader	59 504 000	77 755 000	114 257 000	83 838 667	6 083 667
2	Bygning	168 029 200	218 204 000	315 154 200	233 795 800	15 591 800
3	VVS	60 240 700	75 944 000	103 610 200	79 931 633	3 987 633
4	Elkraft	39 428 000	50 275 000	68 525 500	52 742 833	2 467 833
5	Tele og automatisering	19 941 500	26 965 000	40 397 000	29 101 167	2 136 167
6	Andre installasjoner	14 415 100	20 593 000	32 948 800	22 652 300	2 059 300
7	Utendørs	10 024 500	20 049 000	37 488 200	22 520 567	2 471 567
	Entreprenskostnad	392 988 000	516 085 000	750 330 900	553 134 633	
8	Generelle kostnader	127 481 130	159 211 100	241 682 650	176 124 960	16 913 860
	Byggekostnad	520 469 130	675 296 100	992 013 550	729 259 593	
9	Spesielle kostnader - inventar, tomt	49 697 613	60 180 766	81 225 072	63 701 150	3 520 384
10	Medisinsk utstyr	461 382 325	643 217 200	809 208 085	637 935 870	-5 281 330
0-9	Prosjektkostnad ekskl. mva.	1 031 549 068	1 378 694 066	1 882 446 707	1 430 896 614	52 202 548

Alt. 2A-2 og 2B-2 Usikkerhetberegning						
Kalkulasjonsusikkerhet						Forvent.till. fra kalk.usikkerhet
Kode	Post	a	m	b	E(x)	diff E(x)
0	Klargjøring, forsyning, diff. infrastr. etc.	13 913 250	17 095 000	24 667 500	18 558 583	1 463 583
1	Felleskostnader	38 677 000	50 540 000	74 266 000	54 494 333	3 954 333
2	Bygning	109 313 600	141 982 000	205 128 600	152 141 400	10 159 400
3	VVS	43 069 600	54 477 000	75 060 100	57 535 567	3 058 567
4	Elkraft	28 384 000	36 355 000	50 061 500	38 266 833	1 911 833
5	Tele og automatisering	12 961 000	17 525 000	26 252 500	18 912 833	1 387 833
6	Andre installasjoner	9 365 300	13 379 000	21 406 400	14 716 900	1 337 900
7	Utendørs	6 516 000	13 032 000	24 367 600	14 638 533	1 606 533
	Entreprenskostnad	262 199 750	344 385 000	501 210 200	369 264 983	
8	Generelle kostnader	82 860 840	103 484 800	157 080 200	114 475 280	10 990 480
	Byggekostnad	345 060 590	447 869 800	658 290 400	483 740 263	
9	Spesielle kostnader - inventar, tomt	32 725 150	39 645 188	53 539 263	41 969 867	2 324 679
10	Medisinsk utstyr	278 501 529	389 860 437	490 540 505	386 300 824	-3 559 613
0-9	Prosjektkostnad ekskl. mva.	656 287 269	877 375 425	1 202 370 168	912 010 954	34 635 529

Alt. 2A-1 og 2AA-1 -2(3)G+1F HSØ						
Usikkerhetberegning						
Kalkulasjonsusikkerhet						Forvent.till. fra kalk.usikkerhet
Kode	Post	a	m	b	E(x)	diff E(x)
0	Klargjøring, forsyning, diff. infrastr. etc.	18 087 225	22 223 500	32 067 750	24 126 158	1 902 658
1	Felleskostnader	50 284 500	65 707 500	96 553 500	70 848 500	5 141 000
2	Bygning	141 413 800	183 481 000	264 625 800	196 506 867	13 025 867
3	VVS	52 807 750	66 642 500	91 186 750	70 212 333	3 569 833
4	Elkraft	34 253 250	43 720 000	59 727 000	45 900 083	2 180 083
5	Tele og automatisering	16 856 450	22 799 000	34 168 950	24 608 133	1 809 133
6	Andre installasjoner	12 208 000	17 440 000	27 904 000	19 184 000	1 744 000
7	Utendørs	8 470 250	16 940 500	31 675 900	19 028 883	2 088 383
	Entreprisekostnad	334 381 225	438 954 000	637 909 650	470 414 958	
8	Generelle kostnader	107 732 985	134 547 950	204 303 425	148 861 453	14 313 503
	Byggekostnad	442 114 210	573 501 950	842 213 075	619 276 412	
9	Spesielle kostnader - inventar, tomt	42 173 654	51 073 317	68 918 644	54 055 205	2 981 888
10	Medisinsk utstyr	312 565 879	432 165 740	543 537 175	429 422 931	-2 742 809
0-9	Prosjektkostnad ekskl. mva.	796 853 743	1 056 741 007	1 454 668 894	1 102 754 548	46 013 541

Alt. 2AA-2						
Usikkerhetberegning						
Kalkulasjonsusikkerhet						Forvent.till. fra kalk.usikkerhet
Kode	Post	a	m	b	E(x)	diff E(x)
0	Klargjøring, forsyning, diff. infrastr. etc.	10 809 525	13 281 500	19 164 750	14 418 592	1 137 092
1	Felleskostnader	30 050 500	39 267 500	57 701 500	42 339 833	3 072 333
2	Bygning	84 700 200	109 949 000	158 698 200	117 782 467	7 833 467
3	VVS	39 069 000	49 632 500	69 250 250	52 650 583	3 018 083
4	Elkraft	24 879 250	32 010 000	44 528 000	33 805 750	1 795 750
5	Tele og automatisering	10 072 050	13 621 000	20 409 550	14 700 867	1 079 867
6	Andre installasjoner	7 287 000	10 410 000	16 656 000	11 451 000	1 041 000
7	Utendørs	5 062 250	10 124 500	18 931 100	11 372 617	1 248 117
	Entreprisekostnad	211 929 775	278 296 000	405 339 350	298 521 708	
8	Generelle kostnader	64 381 065	80 405 550	122 071 825	88 952 813	8 547 263
	Byggekostnad	276 310 840	358 701 550	527 411 175	387 474 522	
9	Spesielle kostnader - inventar, tomt	8 289 000	9 380 000	11 596 000	9 755 000	375 000
10	Medisinsk utstyr	211 821 654	294 842 937	370 913 630	292 526 074	-2 316 863
0-9	Prosjektkostnad ekskl. mva.	496 421 494	662 924 487	909 920 805	689 755 595	26 831 108

6. Hendelsesusikkerhet og generell usikkerhet

Generelle forutsetninger

Det ble i samarbeid med Sykehusbygg definert aktuelle hendelsesusikkerheter og usikkerhet i forhold til generelle forhold, og disse ble gjort til gjenstand for usikkerhetsvurdering ved trippelanslag.

I motsetning til foregående vurdering av kakulasjonsusikkerhet, hvor det forutsettes at basisforutsetningene opprettholdes, ble det her sett på konsekvenser ved at basisforutsetninger ikke slår til.

Vesentlig er det at det også her brukes trekantfordeling på konsekvensene for avvik fra basis forutsetning, slik at ekstremanslagene med ubetydelig sannsynlighet ligger utenfor anslagsområdet.

De mest sannsynlige verdiene ligger i tyngdepunktet nærmere 0-punktene.

Disse forhold ble presisert tydelig for at ekstremanslagene kunne ses i et riktig lys.

Også gen. forhold, som f.eks. markedsutviklingen, inngår i denne vurderingen.

Beregnete verdier for hendelsesusikkerhet og gen. usikkerhet

Alt.1A1, 1A2 og 2B-1								Forvent.till. fra hend.usikkerhet
Hendelsesusikkerhet og generelle usikkerheter								
Post	Tema	Basisforutsetninger	Sannsynlighet	a	m	b	E(x)	diff E(x)
1	Avvik fra basisforutsetning - markedssituasjon	Markedssituasjon som dagens	100 %	-40 000 000	0	60 000 000	6 666 667	6 666 667
2	Avvik fra basisforutsetning - markedssituasjon	Markedssituasjon med. utstyr som dagens	100 %	-50 000 000	0	50 000 000	0	0
3	Annen løsning enn forutsatt	Syklotron - tilsvarende løsning som Uppsala og Aarhus	100 %	-70 000 000	0	60 000 000	-3 333 333	-3 333 333
4	Skjerpede minljøkrav		100 %	0	0	25 000 000	8 333 333	8 333 333
5	Avvik fra basisforutsetning	Ingen spesielle naboulempere	100 %	0	0	15 000 000	5 000 000	5 000 000
6	Kursrisiko på medisinsk utstyr		100 %	-50 000 000	0	50 000 000	0	0
7	Forsinkelser	Normal fremdrift	100 %	-10 000 000	0	30 000 000	6 666 667	6 666 667
8	Uhell i forbindelse med sprengning og graving	Ingen store uhell forutsatt	100 %	0	0	10 000 000	3 333 333	3 333 333
9	Byggets plassering i forhold til fundamentering av nabobygg	Ingen skader forutsatt	100 %	0	0	15 000 000	5 000 000	5 000 000
10	Avbøtende tiltak nødvendig	Ingen avbøtende tiltak for trafikkøkning	100 %	0	0	10 000 000	3 333 333	3 333 333
11	Programendringer	Ingen vesentlige programendringer	100 %	0	0	10 000 000	3 333 333	3 333 333
12	Problemer ved valg av leverandør	Valg av leverandør skjer uten problemer	100 %	0	0	0	0	0
13	Problemer med frakt fra innskiping til montasje	Frakt fra innskiping til montasje forløper uten spesielle problemer	100 %	0	0	0	0	0
14	Problemer med å få tatt beslutninger og gen gjennomføringsusikkerhet	Beslutningsprosess uten spes. problemer	100 %	0	0	40 000 000	13 333 333	13 333 333
15	Montasjetilpasning skaper problemer	Ingen spesielle montasjeproblemer	100 %	0	0	40 000 000	13 333 333	13 333 333
16			100 %		0		0	0
	Sum				0		65 000 000	65 000 000

Alt.1B1, 1B2 og 3B-1								Forvent.till. fra hend.usikkerhet
Hendelsesusikkerhet og generelle usikkerheter								
Post	Tema	Basisforutsetninger	Sannsynlighet	a	m	b	E(x)	diff E(x)
1	Avvik fra basisforutsetning - markedssituasjon	Markedssituasjon som dagens	100 %	-40 000 000	0	60 000 000	6 666 667	6 666 667
2	Avvik fra basisforutsetning - markedssituasjon	Markedssituasjon med. utstyr som dagens	100 %	-50 000 000	0	50 000 000	0	0
3	Annen løsning enn forutsatt	Syklotron - tilsvarende løsning som Uppsala og Aarhus	100 %	-70 000 000	0	60 000 000	-3 333 333	-3 333 333
4	Skjerpede minljøkrav		100 %	0	0	25 000 000	8 333 333	8 333 333
5	Avvik fra basisforutsetning	Ingen spesielle naboulempere	100 %	0	0	15 000 000	5 000 000	5 000 000
6	Kursrisiko på medisinsk utstyr		100 %	-50 000 000	0	50 000 000	0	0
7	Forsinkelser	Normal fremdrift	100 %	-10 000 000	0	30 000 000	6 666 667	6 666 667
8	Uhell i forbindelse med sprengning og graving	Ingen store uhell forutsatt	100 %	0	0	10 000 000	3 333 333	3 333 333
9	Byggets plassering i forhold til fundamentering av nabobygg	Ingen skader forutsatt	100 %	0	0	15 000 000	5 000 000	5 000 000
10	Avbøtende tiltak nødvendig	Ingen avbøtende tiltak for trafikkøkning	100 %	0	0	10 000 000	3 333 333	3 333 333
11	Programendringer	Ingen vesentlige programendringer	100 %	0	0	10 000 000	3 333 333	3 333 333
12	Problemer ved valg av leverandør	Valg av leverandør skjer uten problemer	100 %	0	0	0	0	0
13	Problemer med frakt fra innskiping til montasje	Frakt fra innskiping til montasje forløper uten spesielle problemer	100 %	0	0	0	0	0
14	Problemer med å få tatt beslutninger og gen gjennomføringsusikkerhet	Beslutningsprosess uten spes. problemer	100 %	0	0	40 000 000	13 333 333	13 333 333
15	Montasjetilpasning skaper problemer	Ingen spesielle montasjeproblemer	100 %	0	0	40 000 000	13 333 333	13 333 333
16			100 %		0		0	0
	Sum				0		65 000 000	65 000 000

Alt. 2A-2 og 2B-2								Forvent.till. fra hend.usikkerhet
Hendelsesusikkerhet og generelle usikkerheter								
Post	Tema	Basisforutsetninger	Skalering	a	m	b	E(x)	diff E(x)
1	Avvik fra basisfoutsetning - markedssituasjon	Markedssituasjon som dagens	68 %	-27 200 000	0	40 800 000	4 533 333	4 533 333
2	Avvik fra basisfoutsetning - markedssituasjon	Markedssituasjon med. utstyr som dagens	50 %	-25 000 000	0	25 000 000	0	0
3	Annen løsning enn forutsatt	Syklotron - tilsvarende løsning som Uppsala og Aarhus	50 %	-35 000 000	0	30 000 000	-1 666 667	-1 666 667
4	Skjerpede minljøkrav		68 %	0	0	17 000 000	5 666 667	5 666 667
5	Avvik fra basisfoutsetning	Ingen spesielle naboulempere	68 %	0	0	10 200 000	3 400 000	3 400 000
6	Kursrisiko på medisinsk utstyr		50 %	-25 000 000	0	25 000 000	0	0
7	Forsinkelser	Normal fremdrift	68 %	-6 800 000	0	20 400 000	4 533 333	4 533 333
8	Uhell i forbindelse med sprengning og graving	Ingen store uhell forutsatt	68 %	0	0	6 800 000	2 266 667	2 266 667
9	Byggets plassering i forhold til fundamentering av nabobygg	Ingen skader forutsatt	68 %	0	0	10 200 000	3 400 000	3 400 000
10	Avbøtende tiltak nødvendig	Ingen avbøtende tiltak for trafikkøkning	68 %	0	0	6 800 000	2 266 667	2 266 667
11	Programendringer	Ingen vesentlige programendringer	68 %	0	0	6 800 000	2 266 667	2 266 667
12	Problemer ved valg av leverandør	Valg av leverandør skjer uten problemer	50 %	0	0	0	0	0
13	Problemer med frakt fra innskiping til montasje	Frakt fra innskiping til montasje forløper uten spesielle problemer	50 %	0	0	0	0	0
14	Problemer med å få tatt beslutninger og gjennomføringsusikkerhet	Beslutningsprosess uten spes. problemer	68 %	0	0	27 200 000	9 066 667	9 066 667
15	Montasjetilpasning skaper problemer	Ingen spesielle montasjeproblemer	50 %	0	0	0	0	0
16			100 %	0	0	0	0	0
	Sum				0		35 733 333	35 733 333

Alt. 2A-1 og 2AA-1 -2(3)G+1F HSØ								Forvent.till. fra hend.usikkerhet
Hendelsesusikkerhet og generelle usikkerheter								
Post	Tema	Basisforutsetninger	Sannsynlighet	a	m	b	E(x)	diff E(x)
1	Avvik fra basisfoutsetning - markedssituasjon	Markedssituasjon som dagens	87 %	-34 800 000	0	52 200 000	5 800 000	5 800 000
2	Avvik fra basisfoutsetning - markedssituasjon	Markedssituasjon med. utstyr som dagens	55 %	-27 500 000	0	27 500 000	0	0
3	Annen løsning enn forutsatt	Syklotron - tilsvarende løsning som Uppsala og Aarhus	55 %	-38 500 000	0	33 000 000	-1 833 333	-1 833 333
4	Skjerpede minljøkrav		87 %	0	0	21 750 000	7 250 000	7 250 000
5	Avvik fra basisfoutsetning	Ingen spesielle naboulempere	87 %	0	0	13 050 000	4 350 000	4 350 000
6	Kursrisiko på medisinsk utstyr		55 %	-27 500 000	0	27 500 000	0	0
7	Forsinkelser	Normal fremdrift	87 %	-8 700 000	0	26 100 000	5 800 000	5 800 000
8	Uhell i forbindelse med sprengning og graving	Ingen store uhell forutsatt	87 %	0	0	8 700 000	2 900 000	2 900 000
9	Byggets plassering i forhold til fundamentering av nabobygg	Ingen skader forutsatt	87 %	0	0	13 050 000	4 350 000	4 350 000
10	Avbøtende tiltak nødvendig	Ingen avbøtende tiltak for trafikkøkning	87 %	0	0	8 700 000	2 900 000	2 900 000
11	Programendringer	Ingen vesentlige programendringer	87 %	0	0	8 700 000	2 900 000	2 900 000
12	Problemer ved valg av leverandør	Valg av leverandør skjer uten problemer	55 %	0	0	0	0	0
13	Problemer med frakt fra innskiping til montasje	Frakt fra innskiping til montasje forløper uten spesielle problemer	55 %	0	0	0	0	0
14	Problemer med å få tatt beslutninger og gjennomføringsusikkerhet	Beslutningsprosess uten spes. problemer	87 %	0	0	34 800 000	11 600 000	11 600 000
15	Montasjetilpasning skaper problemer	Ingen spesielle montasjeproblemer	55 %	0	0	22 000 000	7 333 333	7 333 333
16			100 %	0	0	0	0	0
	Sum				0		53 350 000	53 350 000

Alt. 2AA-2								Forvent.till. fra hend.usikkerhet
Hendelsesusikkerhet og generelle usikkerheter								
Post	Tema	Basisforutsetninger	Sann- synlighet	a	m	b	E(x)	diff E(x)
1	Avvik fra basisforutsetning - markedssituasjon	Markedssituasjon som dagens	46 %	-18 400 000	0	27 600 000	3 066 667	3 066 667
2	Avvik fra basisforutsetning - markedssituasjon	Markedssituasjon med. utstyr som dagens	32 %	-16 000 000	0	16 000 000	0	0
3	Annen løsning enn forutsatt	Syklotron - tilsvarende løsning som Uppsala og Aarhus	32 %	-22 400 000	0	19 200 000	-1 066 667	-1 066 667
4	Skjerpede minljøkrav		46 %	0	0	11 500 000	3 833 333	3 833 333
5	Avvik fra basisforutsetning	Ingen spesielle naboulempet	46 %	0	0	6 900 000	2 300 000	2 300 000
6	Kursrisiko på medisinsk utstyr		32 %	-16 000 000	0	16 000 000	0	0
7	Forsinkelser	Normal fremdrift	46 %	-4 600 000	0	13 800 000	3 066 667	3 066 667
8	Uhell i forbindelse med sprengning og graving	Ingen store uhell forutsatt	46 %	0	0	4 600 000	1 533 333	1 533 333
9	Byggets plassering i forhold til fundamentering av nabobygg	Ingen skader forutsatt	46 %	0	0	6 900 000	2 300 000	2 300 000
10	Avbøtende tiltak nødvendig	Ingen avbøtende tiltak for trafikkøkning	46 %	0	0	4 600 000	1 533 333	1 533 333
11	Programendringer	Ingen vesentlige programendringer	46 %	0	0	4 600 000	1 533 333	1 533 333
12	Problemer ved valg av leverandør	Valg av leverandør skjer uten problemer	32 %	0	0	0	0	0
13	Problemer med frakt fra innskiping til montasje	Frakt fra innskiping til montasje forløper uten spesielle problemer	32 %	0	0	0	0	0
14	Problemer med å få tatt beslutninger og gjennomføringsusikkerhet	Beslutningsprosess uten spes. problemer	46 %	0	0	18 400 000	6 133 333	6 133 333
15	Montasjetilpasning skaper problemer	Ingen spesielle montasjeproblemer	32 %	0	0	12 800 000	4 266 667	4 266 667
16			100 %	0	15	0	5	5
	Sum				15		28 500 005	28 500 005

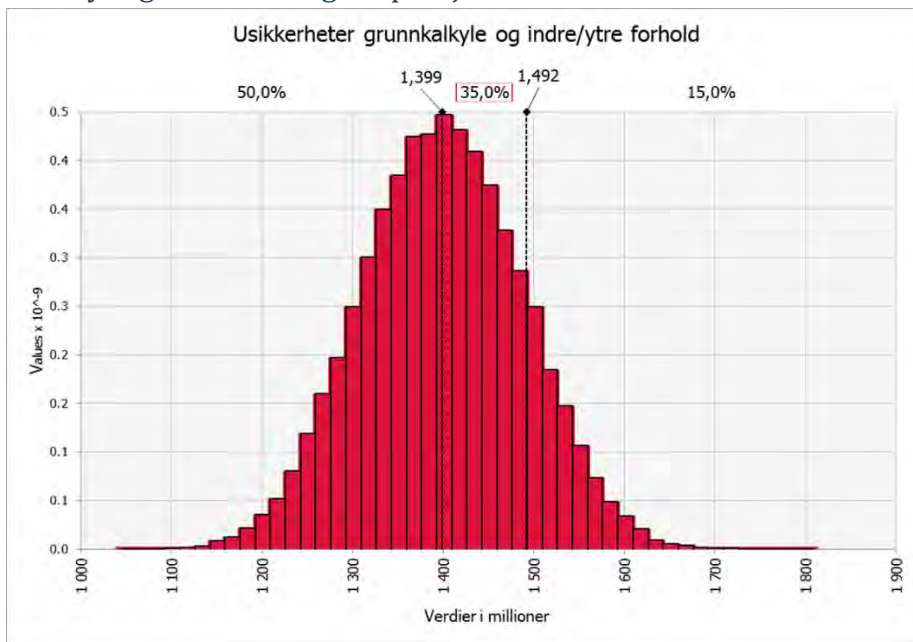
7. Monte Carlo-simulering

Ut fra sannsynlighetsfordelingen av hvert enkelt usikkerhetselement – både fra vurderingen av kalkulasjonsusikkerhet og hendelser og generell usikkerhet – kjøres MonteCarlo-simuleringer, hvor den totale sannsynlighetsfordelingen for prosjektkostnadene fremkommer.

En kumulativ fordeling viser hvilken prosjektkostnad et bestemt konfidensnivå (sannsynlighet for ikke å bli overskredet) har.

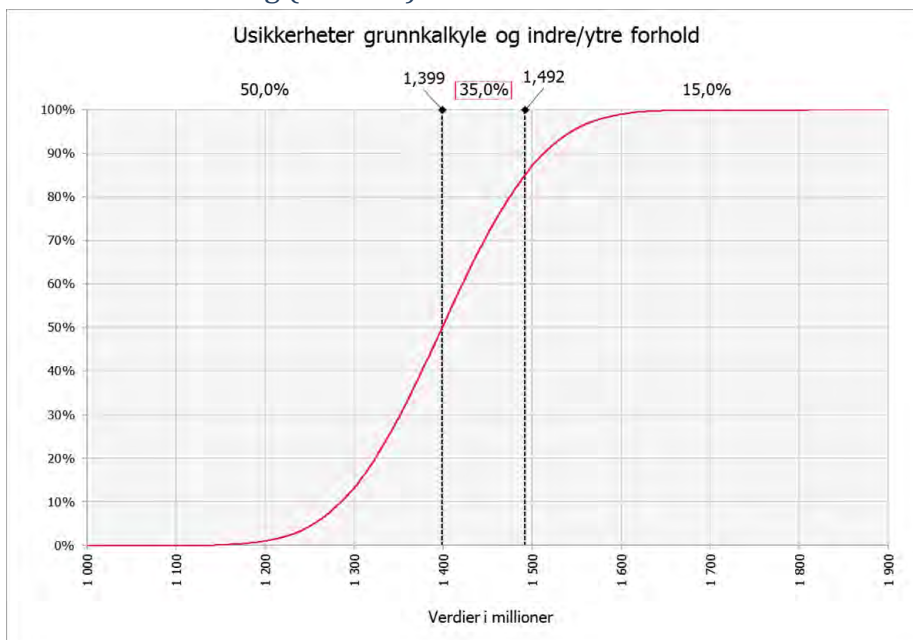
Alt.1A1, 1A2 og 2B-1

Sannsynlighetsfordeling for prosjektkostnader



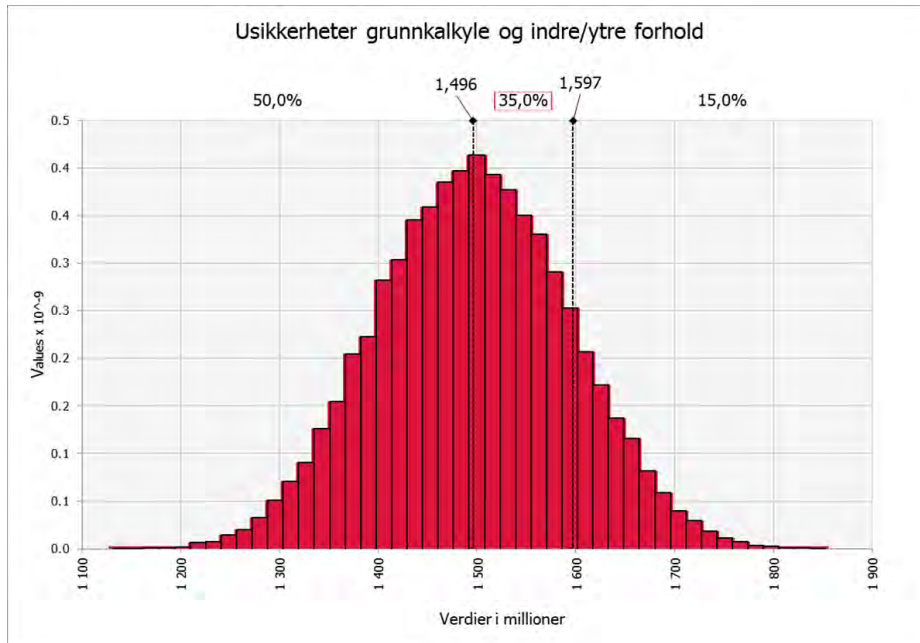
Alt.1A1, 1A2 og 2B-1

Kumulativ fordeling (S-kurve)



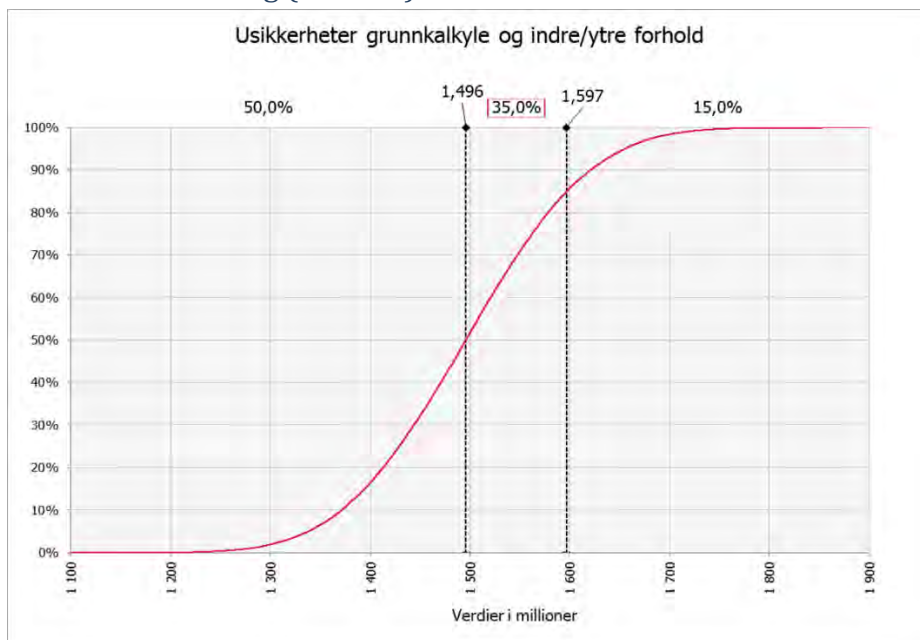
Alt.1B1, 1B2 og 3B-1

Sannsynlighetsfordeling for prosjektkostnader



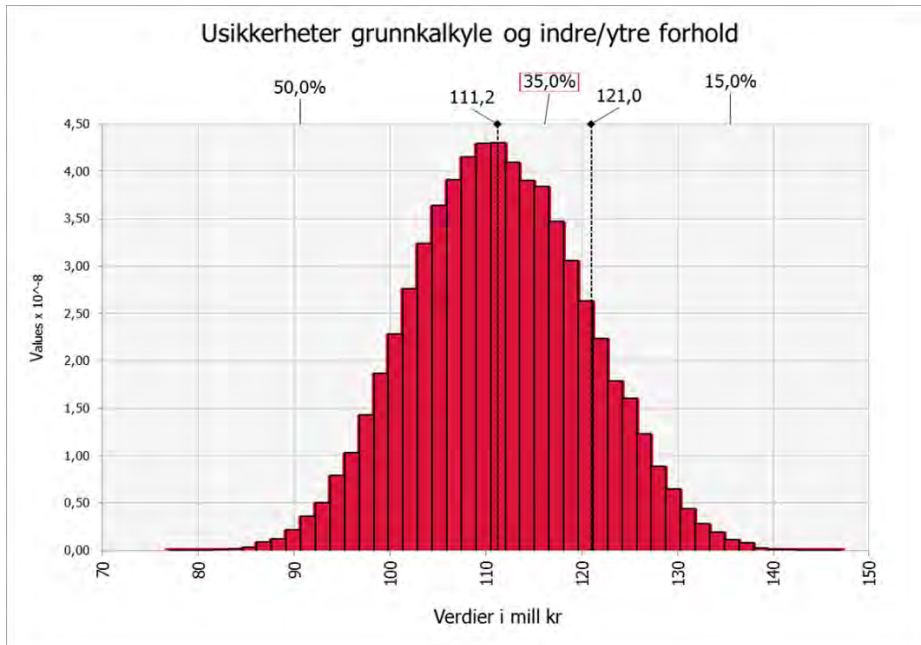
Alt.1B1, 1B2 og 3B-1

Kumulativ fordeling (S-kurve)



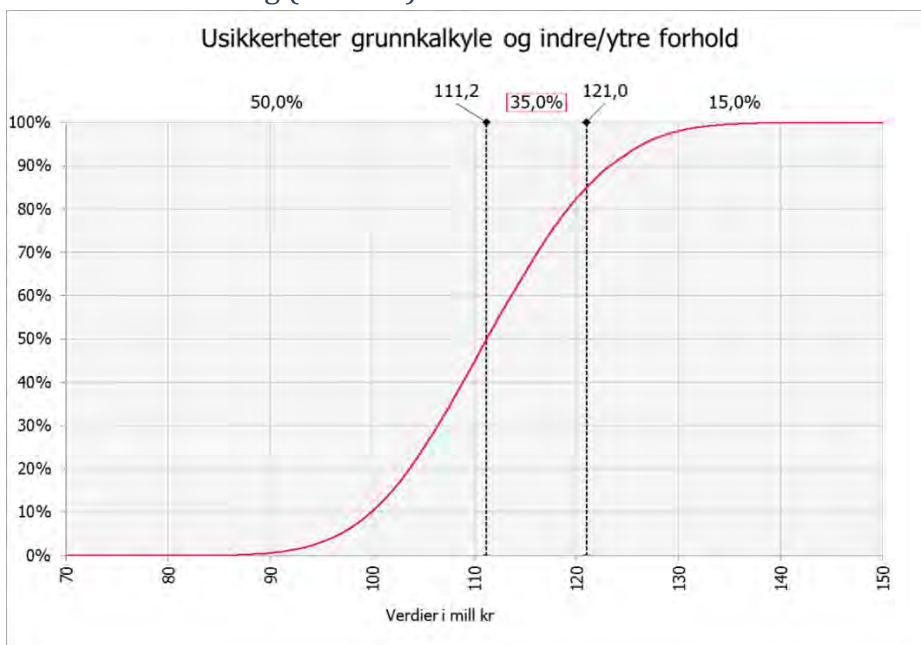
Alt. 2A-2 og 2B-2

Sannsynlighetsfordeling for prosjektkostnader



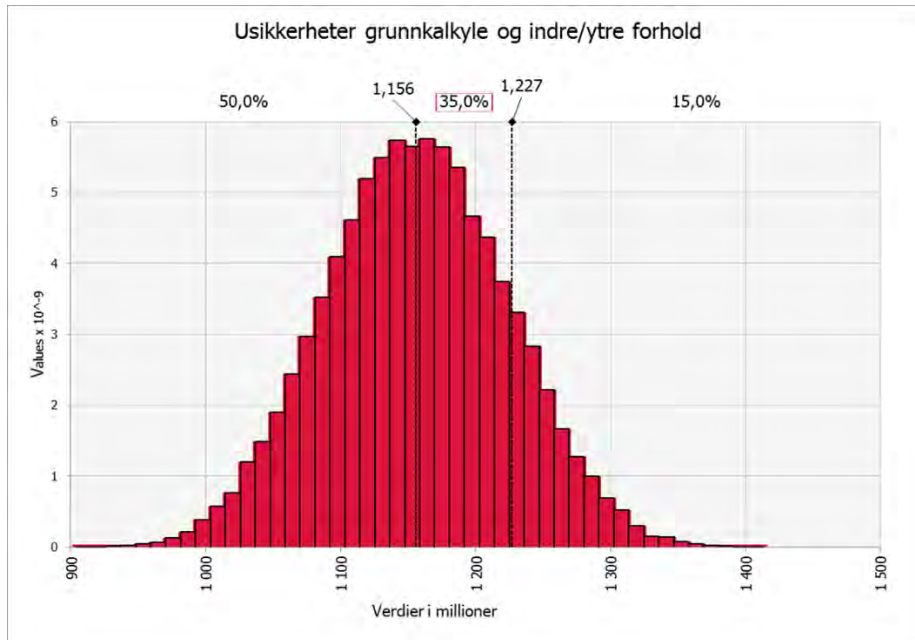
Alt. 2A-2 og 2B-2

Kumulativ fordeling (S-kurve)



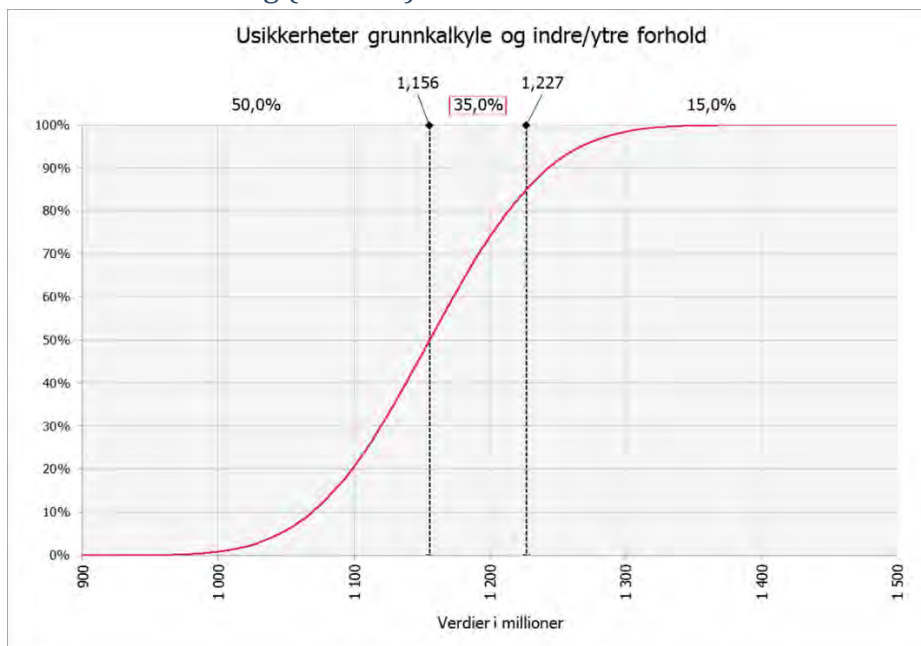
Alt. 2A-1 og 2AA-1

Sannsynlighetsfordeling for prosjektkostnader



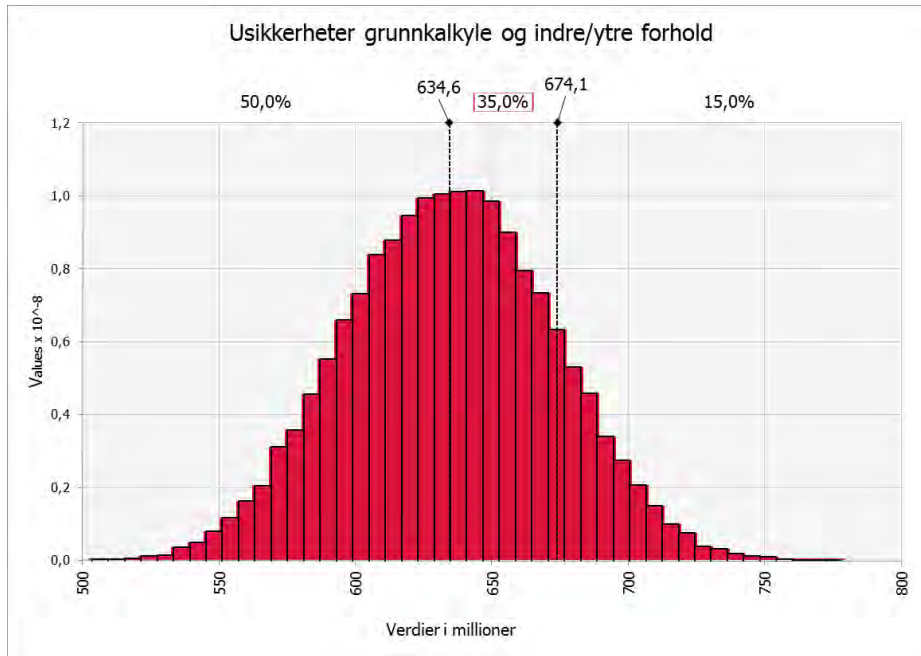
Alt. 2A-1 og 2AA-1

Kumulativ fordeling (S-kurve)



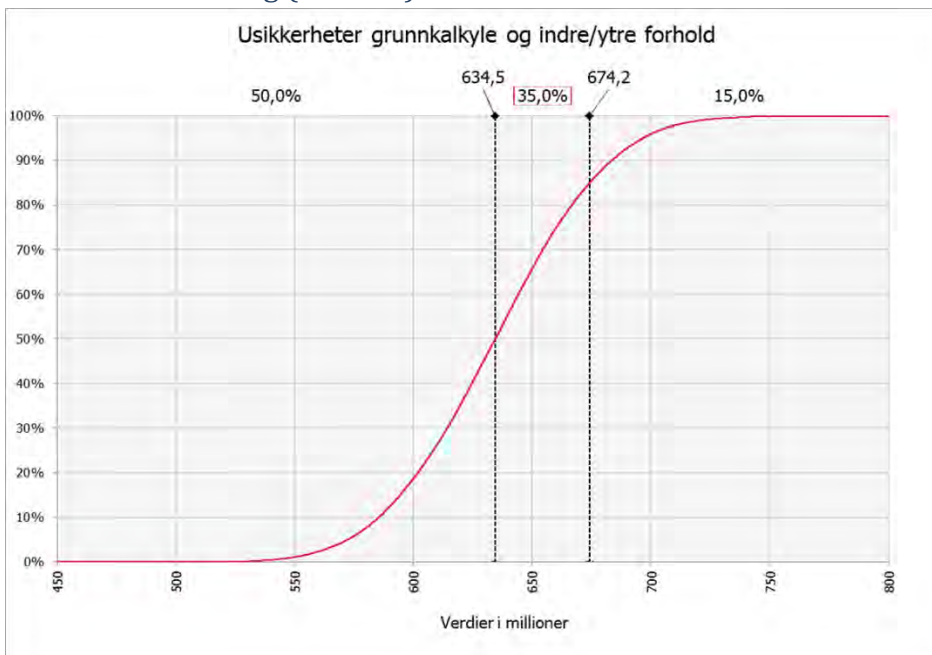
Alt. 2AA-2

Sannsynlighetsfordeling for prosjektkostnader



Alt. 2AA-2

Kumulativ fordeling (S-kurve)



8. Usikkerhetspåslag

De totale usikkerhetspåslagene fra kalkulasjonsusikkerhet, hendelsesusikkerheter og generell usikkerhet fremgår av følgende tabeller:

Alt.1A1, 1A2 og 2B-1

Kode	Beskrivelse	Uspesifisert	Grunnkalkyle	Kostnad ekskl. mva	Kostnad inkl. mva
1-9	Prosjektkostnad - basiskalkyle			1 238 942 745	1 545 413 432
	Forventet tillegg, margin			118 510 494	148 138 118
	Prosjektkostnad - P50			1 357 453 240	1 693 551 549
	Prosjektavsetninger, reserver			92 980 768	116 225 960
	Kostnadsramme - P85			1 450 434 008	1 809 777 510

Alt.1B1, 1B2 og 3B-1

Kode	Beskrivelse	Uspesifisert	Grunnkalkyle	Kostnad ekskl. mva	Kostnad inkl. mva
1-9	Prosjektkostnad - basiskalkyle			1 337 063 300	1 668 064 125
	Forventet tillegg, margin			117 202 548	146 503 185
	Prosjektkostnad - P50			1 454 265 848	1 814 567 310
	Prosjektavsetninger, reserver			101 347 984	126 684 980
	Kostnadsramme - P85			1 555 613 832	1 941 252 290

Alt. 2A-2 og 2B-2

Kode	Beskrivelse	Uspesifisert	Grunnkalkyle	Kostnad ekskl. mva	Kostnad inkl. mva
1-9	Prosjektkostnad - basiskalkyle			849 780 237	1 053 206 499
	Forventet tillegg, margin			70 368 862	87 961 078
	Prosjektkostnad - P50			920 149 100	1 141 167 577
	Prosjektavsetninger, reserver			50 000 000	62 500 000
	Kostnadsramme - P85			970 149 100	1 203 667 577

Alt. 2A-1 og 2AA-1

Kode	Beskrivelse	Uspesifisert	Grunnkalkyle	Kostnad ekskl. mva	Kostnad inkl. mva
1-9	Prosjektkostnad - basiskalkyle			1 021 387 690	1 273 962 113
	Forventet tillegg, margin			99 363 541	124 204 426
	Prosjektkostnad - P50			1 120 751 231	1 398 166 539
	Prosjektavsetninger, reserver			71 000 485	88 750 607
	Kostnadsramme - P85			1 191 751 716	1 486 917 145

Alt. 2AA-2

Kode	Beskrivelse	Uspesifisert	Grunnkalkyle	Kostnad ekskl. mva	Kostnad inkl. mva
1-9	Prosjektkostnad - basiskalkyle			662 924 487	827 003 109
	Forventet tillegg, margin			55 331 113	69 163 891
	Prosjektkostnad - P50			718 255 600	896 167 000
	Prosjektavsetninger, reserver			39 801 285	49 751 606
	Kostnadsramme - P85			758 056 885	945 918 607

9. Forhold som har mest innvirkning på forventningstillegget

Følgende oversikter viser hvilke usikkerhetselementer (både fra kalkulasjonsusikkerhet og hendelser og generell usikkerhet) som har størst innvirkning på forventet tillegg (differansen mellom basiskalkyle og P50-verdi):

Hendelsesusikkerhet og gen. forhold	
Kalkulasjonsusikkerhet	

Alt.1A1, 1A2 og 2B-1

Generelle kostnader	16 913 860
Bygning	15 591 800
Problemer med å få tatt beslutninger og gen gjennomføringsusikkerhet	13 333 333
Skjerpede minljøkrav	8 333 333
Avvik fra basisfotsetning - markedssituasjon	6 666 667
Forsinkelser	6 666 667
Felleskostnader	6 083 667
Avvik fra basisfotsetning	5 000 000
Byggets plassering i forhold til fundamentering av nabobygg	5 000 000
VVS	3 987 633
Spesielle kostnader - inventar, tomt	3 520 384
Programendringer	3 333 333
Avbøtende tiltak nødvendig	3 333 333
Uhell i forbindelse med sprengning og graving	3 333 333
Utendørs	2 471 567
Elkraft	2 467 833
Klargjøring, forsyning, diff. infrastr. etc.	2 251 667
Tele og automatisering	2 136 167
Andre installasjoner	2 059 300
Avvik fra basisfotsetning - markedssituasjon	0
Problemer med frakt fra innskiping til montasje	0
Kursrisiko på medisinsk utstyr	0
Problemer ved valg av leverandør	0
Annen løsning enn forutsatt	-3 333 333
Medisinsk utstyr	-3 973 384

Alt. 1B1, 1B2 og 3B-1

Generelle kostnader	16 913 860
Bygning	15 591 800
Problemer med å få tatt beslutninger og gen gjennomføringsusikkerhet	13 333 333
Montasjetilpasning skaper problemer	13 333 333
Skjerpede minljøkrav	8 333 333
Avvik fra basisfoutsetning - markedssituasjon	6 666 667
Forsinkelser	6 666 667
Felleskostnader	6 083 667
Avvik fra basisfoutsetning	5 000 000
Byggets plassering i forhold til fundamentering av nabobygg	5 000 000
VVS	3 987 633
Spesielle kostnader - inventar, tomt	3 520 384
Programendringer	3 333 333
Avbøtende tiltak nødvendig	3 333 333
Uhell i forbindelse med sprengning og graving	3 333 333
Utendørs	2 471 567
Elkraft	2 467 833
Klargjøring, forsyning, diff. infrastr. etc.	2 251 667
Tele og automatisering	2 136 167
Andre installasjoner	2 059 300
Problemer ved valg av leverandør	0
Kursrisiko på medisinsk utstyr	0
Problemer med frakt fra innskiping til montasje	0
Annen løsning enn forutsatt	-3 333 333
Medisinsk utstyr	-5 281 330

Alt. 2A-2 og 2B-2

Generelle kostnader	10 990 480
Bygning	10 159 400
Problemer med å få tatt beslutninger og gen gjennomføringsusikkerhet	9 066 667
Skjerpede minljøkrav	5 666 667
Forsinkelser	4 533 333
Avvik fra basisfoutsetning - markedssituasjon	4 533 333
Felleskostnader	3 954 333
Avvik fra basisfoutsetning	3 400 000
Byggets plassering i forhold til fundamentering av nabobygg	3 400 000
VVS	3 058 567
Spesielle kostnader - inventar, tomt	2 324 679
Programendringer	2 266 667
Avbøtende tiltak nødvendig	2 266 667
Uhell i forbindelse med sprengning og graving	2 266 667
Elkraft	1 911 833
Utendørs	1 606 533
Klargjøring, forsyning, diff. infrastr. etc.	1 463 583
Tele og automatisering	1 387 833
Andre installasjoner	1 337 900
Avvik fra basisfoutsetning - markedssituasjon	0
Problemer med frakt fra innskiping til montasje	0
Kursrisiko på medisinsk utstyr	0
Problemer ved valg av leverandør	0
Annen løsning enn forutsatt	-1 666 667
Medisinsk utstyr	-3 559 613

Alt. 2A-1 og 2AA-1

Generelle kostnader	14 313 503
Bygning	13 025 867
Problemer med å få tatt beslutninger og gen gjennomføringsusikkerhet	11 600 000
Skjerpede minljøkrav	7 250 000
Avvik fra basisfoutsetning - markedssituasjon	5 800 000
Forsinkelser	5 800 000
Felleskostnader	5 141 000
Avvik fra basisfoutsetning	4 350 000
Byggets plassering i forhold til fundamentering av nabobygg	4 350 000
VVS	3 569 833
Spesielle kostnader - inventar, tomt	2 981 888
Programendringer	2 900 000
Avbøtende tiltak nødvendig	2 900 000
Uhell i forbindelse med sprengning og graving	2 900 000
Elkraft	2 180 083
Utendørs	2 088 383
Klargjøring, forsyning, diff. infrastr. etc.	1 902 658
Tele og automatisering	1 809 133
Andre installasjoner	1 744 000
Avvik fra basisfoutsetning - markedssituasjon	0
Problemer med frakt fra innskiping til montasje	0
Kursrisiko på medisinsk utstyr	0
Problemer ved valg av leverandør	0
Annen løsning enn forutsatt	-1 833 333
Medisinsk utstyr	-2 742 809

Alt. 2AA-2

Generelle kostnader	8 547 263
Bygning	7 833 467
Problemer med å få tatt beslutninger og gen gjennomføringsusikkerhet	6 133 333
Skjerpede minljøkrav	3 833 333
Felleskostnader	3 072 333
Forsinkelser	3 066 667
Avvik fra basisfoutsetning - markedssituasjon	3 066 667
VVS	3 018 083
Byggets plassering i forhold til fundamentering av nabobygg	2 300 000
Avvik fra basisfoutsetning	2 300 000
Elkraft	1 795 750
Programendringer	1 533 333
Avbøtende tiltak nødvendig	1 533 333
Uhell i forbindelse med sprengning og graving	1 533 333
Utendørs	1 248 117
Klargjøring, forsyning, diff. infrastr. etc.	1 137 092
Tele og automatisering	1 079 867
Andre installasjoner	1 041 000
Spesielle kostnader - inventar, tomt	375 000
Problemer med frakt fra innskiping til montasje	0
Problemer ved valg av leverandør	0
Kursrisiko på medisinsk utstyr	0
Avvik fra basisfoutsetning - markedssituasjon	0
Annen løsning enn forutsatt	-1 066 667
Medisinsk utstyr	-2 316 863

KONSEPTFASE – ETABLERING AV PROTONBEHANDLING

UTREDNINGER

Bærekraftanalyse



Bærekraftsanalyse

DOKUMENTNUMMER: 00-000000000-00-00-00

Prosjekt	Hovedfunksjon	Disiplin	Prosess	Dokumenttype	Løpenr.	Revisjon	Side

UTARBEIDET AV

Lene Lunde	Deloitte AS	

DOKUMENTSTATUS

13.06.16	Godkjent av Styringsgruppen			

BEHANDLINGSPROSEDYRE

Oversendt for behandling	Forventet dato for behandling	Instans	Dato for behandling

Innhold

Sammendrag.....	4
Forutsetninger for bærekraftsanalysen.....	5
Alternativ 1A) 3(4) +1	7
Alternativ 1B) 4+1.....	9
Alternativ 2AA) 2(3) +1 / 1+1.....	11
Alternativ 2B) 3(4) +1 / 1(2) +1.....	13
Alternativ 0, 0A og 0B.....	15
Sensitivitetsanalyse basert på endret inntekt per pasient.....	17
Alternativ 1A) 3(4) +1	17
Alternativ 1B) 4+1.....	19
Alternativ 2AA) 2(3) +1 / 1+1.....	20
Alternativ 2B) 3(4) +1 / 1(2) +1.....	21
Oppsummering og sammenstilling av resultater	22

Sammendrag

Bærekraftsanalysen fremstiller de ulike alternativenes økonomiske bæreevne, sett i spesialisthelsetjenestens perspektiv. Det er bare de direkte effektene av et protonsentersom er beregnet. Endringer i sykehuset organisasjonsstruktur og aktivitetsprofil er ikke ivarettatt i denne analysen da effekten er ukjent. Det er bare prosjektets bærekraft som er beregnet, og ikke RHFene eller HFenes bærekraft.

Under de forutsetninger som er lagt til grunn for analysene er ingen av utbyggingsalternativene som er økonomisk bærekraftige. Dette skyldes at det er nåværende fotonsats som er lagt til grunn som inntekt for protonbehandling i utbyggingsalternativene. Proton har per dags dato ingen egen DRG-vekt. DRG vekten for fotonbehandling dekker imidlertid ikke driftskostnadene for protonbehandling, noe som i sterk grad bidrar til at prosjektet ikke er økonomisk bærekraftig i denne analysen.

I samtlige utbyggingsalternativ vil prosjektene ha en negativ kontantstrøm i løpet av prosjektets analyseperiode, som er satt til 28 år. Underveis i analyseperioden bedres bæreevnen i prosjektet fra år til år som følge av at en får reduserte rentekostnader. Unntaket er 2030 for de utbyggingsalternativene man investerer i utstyr til et nytt rom. Gitt at den økonomiske bæreevnen ikke overstiger 0 i noen driftsår vil den akkumulerte bæreevnen ha en negativ utvikling.

Ingen av utbyggingsalternativene fremstår som bedriftsøkonomisk lønnsomme målt i netto nåverdi. 0-alternativet med 100 pasienter årlig til behandling har en netto nåverdi lik minus 1500 millioner kroner, mens 0-alternativene med økt pasientbehandling i utlandet fremstår med svært negativ nåverdi. Om man ser nærmere på utbyggingsalternativene er det alternativ 1A) 3(4) +1 som fremstår som det mest gunstige alternativet, målt i netto nåverdi. Alternativ 2B) 3(4)+ 1 / 1(2)+1 har lavest netto nåverdi. Netto nåverdien av prosjektene er svært følsom ovenfor inntekt. Inntekten i basis analysen er svært lav (ISF for fotonbehandling med en komplisert planlegging). Trolig vil inntekten i virkeligheten være høyere, og nettonåverdien og prosjektenes lønnsomhet vil da bedres. Sammenlignes utbyggingsalternativene med nullalternativene med økt volum av protonbehandling, kommer utbyggingsalternativene bedre ut, dette knyttes til lavere gjennomsnittlig kostnad pr pasient ved behandling i egne protonsentre enn ved behandling i utlandet.

Til tross for at en har høyest nettonåverdi alternativ 1A), så vil det i dette alternativet bli behandlet færrest antall pasienter totalt sett i løpet av hele perioden, om man ser bort i fra 0-alternativene. I alternativ 2B), med lavest nettonåverdi vil en behandle flest pasienter totalt sett i løpet av hele perioden.

Investeringskostnadene er betydelige for samtlige utbygningalternativ, og de overgår driftskostnadene i alle alternativene.

Forutsetninger for bærekraftsanalysen

I bærekraftsanalysen for de ulike utbyggingsalternativene beregnes bare prosjektets bærekraft. «Bærekraft» representerer en analyse av alternativenes økonomiske bæreevne med hensyn til lånerenter, avdrag og økonomiske konsekvenser for foretaket. Det er bare de direkte effektene av et protonsender som er beregnet. Endringer i sykehuset organisasjonsstruktur og aktivitetsprofil er ikke i varetatt i denne analysen da effekten er ukjent. HFene, eller RHFenes bærekraft er ikke beregnet. Prosjektets påvirkning på helseforetakets bæreevne kan imidlertid leses ut fra tiltakets negative årlige økonomiske bæreevne. Et regionalt helseforetak vil i utgangspunktet ha bærekraft til et nytt investeringsprosjekt, men gjennomføring av prosjektet med eventuell negativ økonomisk bæreevne vil medføre at midler må omprioriteres fra annen pasientvirksomhet inn til protonterapi behandling.

I bærekraftsanalysen av de ulike alternativene for utbygging av protonsender er det lagt til at man vil trenge 100% lånefinansiering. 30% er antatt å dekkes av interne lån, mens 70 % er antatt å dekkes av lån fra HOD.

Det er enda usikkert hvilke inntekt et protonsender vil generere. I basisanalysen for utbyggingsalternativene har vi lagt til grunn en inntekt per pasient som tilsvarer ISF- satsen for fotonbehandling pluss en avansert doseplanlegging. Dette tilsvarer 54 074,- Netto nåverdien er beregnet ut i fra dette. Denne inntekten er trolig lavere enn hva man kan forvente av inntekt knyttet til protonbehandling, nettopp fordi vi med sikkerhet vet at det vil være dyrere å behandle med proton enn foton. Finansierungsordningen for protonterapi er enda ikke klar. Det anbefales å sette i gang et snarlig arbeid med å etablere korrekt DRG-vekt for protonbehandling slik at rette inntekter kan gis allerede ved oppstart. Siden det er stor usikkerhet rundt den fremtidige inntekten for protonbehandling er det gjort følsomhetsanalyser som viser konsekvensen for bærekraften av tre forskjellige inntekter. I tillegg til basisinntekten (ISF) har vi lagt til grunn en inntekt som er lik driftskostnadene i hvert av utbyggingsalternativene. Vi har også lagt til grunn en inntekt som dekker både drifts- og investeringskostnader. Dette er den inntekten man må ha for å få 0 i netto nåverdi. Inntekten varierer med alternativene, og vises i tabellen under.

<i>hele kroner</i>	Alternativ	1A	1B	2AA	2B	0	0A	0B
	Basisinntekt kalkyle	54 074	54 074	54 074	54 074	58 900	58 900	58 900
	Inntekt for dekket driftskostnad	126 650	135 600	156 900	129 200	804 348	804 348	804 348
	Inntekt for dekket totalkostnad	266 100	278 150	346 600	290 350	804 348	804 348	804 348

Tabell 1. Ulike inntektsnivå brukt i analysen-knyttet til protonbehandling

For 0-alternativene er det antatt å være en inntekt fra refusjon for prosedyrekoden som er knyttet til protonbehandling, som i gjennomsnitt tilsvarer 1,4 DRG poeng, som utgjør 58 913,- for å sende pasienter til utlandet for protonbehandling. I snitt koster imidlertid behandlingen 804 348,- per pasient i utlandet, basert på tall fra 2015.

Lånerenten i både byggeperioden og avdragsperioden antatt å være 2,4%. Dette er realrente og er i samsvar med rentebanen som HSØ legger til grunn i sin langtidspan 2016-2019. Samme renten kjøres flatt gjennom hele analyseperioden. Avdragstiden er 25 år. For netto-nåverdi beregningene er det brukt en diskonteringsrente på 4%, basert på Finansdepartementets krav til diskonteringsrente.

I konseptfasen for senter for norsk partikkelterapi er det antatt at en ikke vil kunne drive protonsender med full kapasitet fra dag 1. Dette er det tatt høyde for i bærekraftsanalysen. I tråd med antagelsene i konseptfasen er

det lagt inn en forutsetning om at det vil ta 1,5 år per rom å nå full kapasitet. I utbyggingsalternativet med 4 rom vil det dermed ta 6 år før man når full kapasitet. Da er man kommet til 2030, og pasientgrunnlaget har økt i takt med den demografiske utviklingen. Noen av utbyggingsalternativene er konstruert slik at en lett kan ta høyde for økt pasientgrunnlag og større etterspørsel. Dette er gjort ved at en bygger et ekstra rom når en bygger, som siden så kan utstyres og tas i bruk. I alternativ 1a, 2aa og 2b er dette lagt til rette for. Det antas at en fra 2030 utstyres rommene, og øker kapasiteten. Dette er tatt høyde for i bærekraftsanalysen. Investeringskostnaden per rom er da på 136 millioner kroner, og en øker kapasiteten med 288 pasienter.

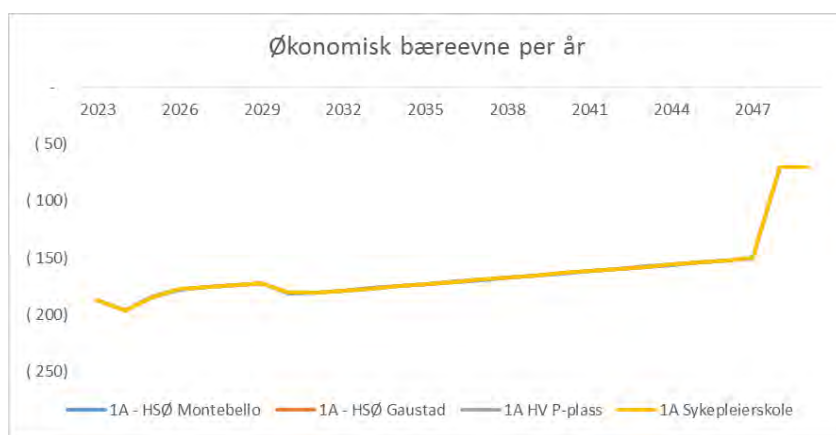
Analyseperioden som er satt i bærekraftsanalysen er avgjørende for resultatet. Vi har prøvd å velge analyseperiode så nær levetiden for investeringen som mulig. Det vil i et partikkelsenter være stor variasjon i levetiden til de fleste fysiske komponentene i investeringene. Basert på erfaring fra andre investeringsprosjekter har vi valgt å sette levetiden til 28 år.

Kostnadene som inngår i bærekraftsanalysen er primært hentet fra kostnadskalkylene som er utarbeidet spesifikt for hvert alternativ i forbindelse med konseptfasen. P-50 estimatene for byggekostnad og MTU-investering er lagt til grunn, disse er hentet fra kalkylene. Det er også lagt til tomte- og tilretteleggingskostnader, og ervervelseskostnader i forbindelse med tomt. Ut i fra kostnadskalkylen er det beregnet LCC kostnader for forvaltning, drift og vedlikehold, utvikling og utskiftning, forsyning, renhold, drift og service, utskiftning og utvikling av MTU. Disse års-kostnadene er benyttet i bærekraftsanalysen. Det er også lagt inn lønnskostnader for virksomhetspersonell. Det er det samme lønnsnivået, bemanningssammensetning og antall som er benyttet her, som i resten av konseptfasen. Det er i kalkylen tatt høyde for en reinvestering i noe av utstyret etter 10 år. Kostnadene for dette er gjenspeilet i årskostnaden for utskiftning og utvikling av MTU.

De neste sidene viser bærekraften for hvert av alternativene, akkumulert bærekraft inklusive rentekostnader og årlig investeringspådrag. Beregningene vises for fire ulike tomter per alternativ. For alternativene med innredning av ekstra behandlingsrom legges det opp til investering i medisinskteknisk utstyr i 2030. I kapitlet etter blir det gjennomført en sensitivitetsanalyse med varierende økonomisk bæreevne og bedriftsøkonomisk nåverdi, gitt ulik inntekt per pasient. I det siste kapitlet blir det gitt en oppsummering og sammenstilling av resultatene.

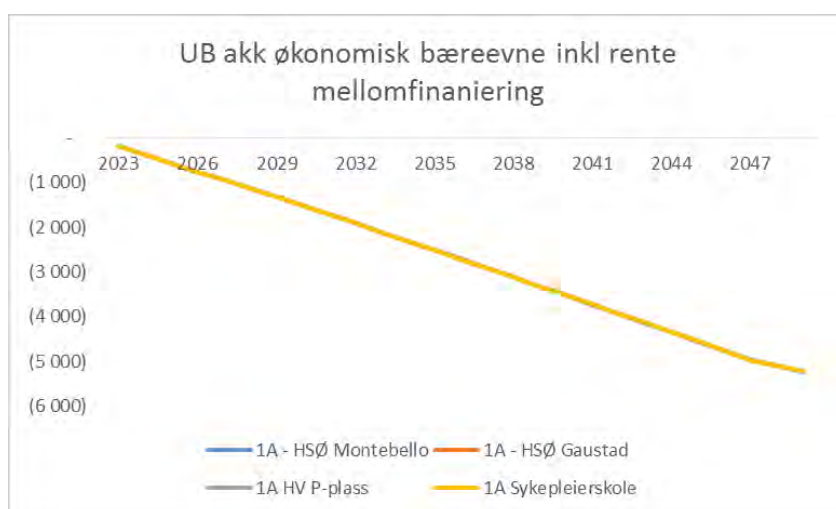
Alternativ 1A) 3(4) +1

Økonomisk bæreevne, vist i Figur 1, er summen av årlig kontantstrøm fra lån og drift og viser evnen prosjektet har til å bære sine kostnader. Prosjektet vil ikke ha positiv kontantstrøm ilt prosjektets estimerte levetid. Fra 2023-2027 vil kontantstrømmen variere mellom -197 og -176 MNOK som følge av årlige variasjoner i investeringsprofil og opptrapping av antall pasienter. Investeringsprofil drøftes i nærmere detalj på neste side. Fra 2028-2047 vil den økonomiske bæreevnen bedres fra år til år som følge av reduserte rentekostnader. Utviklingen går fra -174 MNOK i 2028 til -150 MNOK i 2047. Unntaket er år 2030 der det investeres i MTU for å innrede ekstra behandlingsrom. I år 2048-2049 vil prosjektet, som følge av at lånet da er nedbetalt, kun ha kontantstrøm fra drift som med kalkulert inntekt og kost per pasient gir netto kontantstrøm på -70 MNOK årlig.



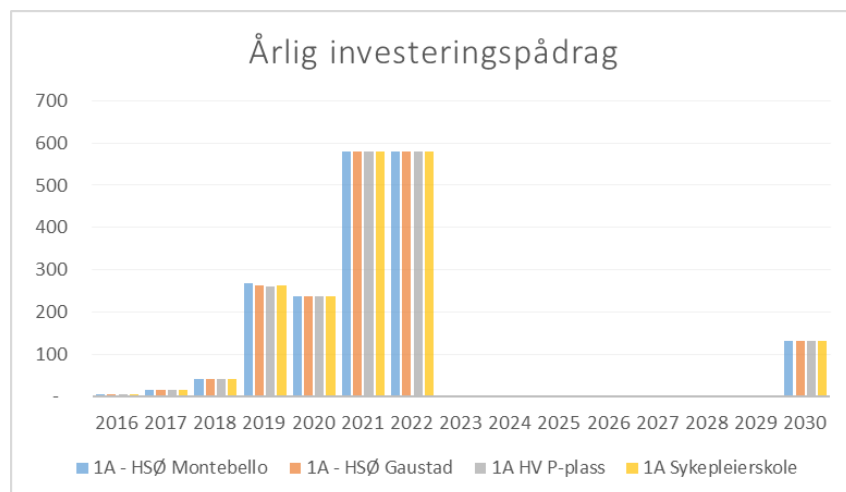
Figur 1. Økonomisk bæreevne per år, alternativ 1A (Tall i millioner kroner).

Den akkumulerte økonomiske bæreevnen, inkludert rentekostnad av mellomfinansiering, viser utviklingen i prosjektets bæreevne over tid. Rentekostnader på mellomfinansiering er inkludert for å vise kostnader forbundet med utvikling i bæreevnen, og medfølgende kontantstrøm. Gitt at den økonomiske bæreevnen ikke overstiger 0 i noen driftsår vil den akkumulerte bæreevnen ha en negativ utvikling per år. Effekter av endret inntekt per pasient belyses i sensitivitetsanalysen i neste kapittel.



Figur 2. Akkumulert økonomisk bæreevne inkl rente per år, alternativ 1A (Tall i millioner kroner)

Figur 3 viser årlig investeringsbehov for alternativ 1A. Investeringer er vist for fire forskjellige senarioer for tomtevalg. Innvestering i tomtekostnad gjøres i år 2019. Detaljer for fordeling av investeringskostnader vises i Tabell 2. I tillegg påløper en investering i nytt MTU for innredning av ekstra behandlingsrom i 2030.



Figur 3. Årlig investeringspådrag, alternativ 1A (Tall i millioner kroner)

Merk at analysen er kjørt for fire forskjellige tomtealternativ. Valg av tomt gir imidlertid ikke nevneverdig utslag i bærekraftsanalysen. Investeringen i tomtekostnaden er relativt lik og kostnaden utgjør for det rimeligste alternativet 24,8 MNOK, (Helse Vest parkeringsplass) mens det antatt dyreste (Montebello) har en kostnad på 30,8 MNOK. Kostnaden knyttet til tomtealternativene skiller altså 6 MNOK mellom alternativene. I figur 1 og 2 er det derfor bare 1 av 4 kurver som vises. Dette skyldes de marginale forskjellene mellom tomtealternativene. Det samme er gjeldene for analysene for de andre utbyggingsalternativene. Bare en kurve er synlig for de fire alternativene.

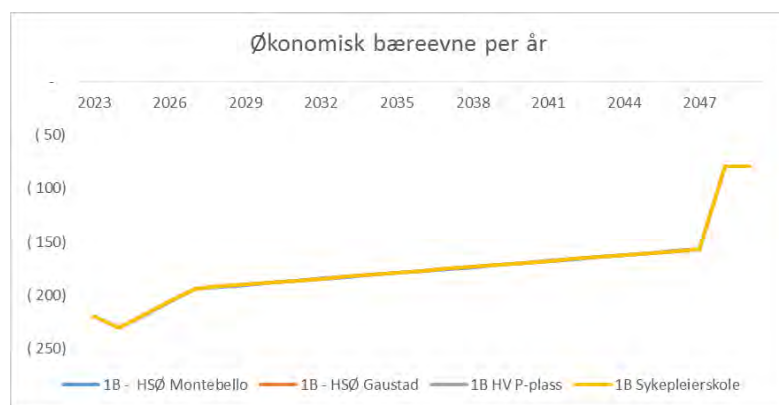
Figur 3 viser at det er en helt marginal forskjell i det årlige investeringspådraget i 2019, hvor Montebello og sykepleierskole ser ut til å ha et noe større investeringspådrag sammenlignet med de andre tomtealternativene. Montebello har det største investeringspåslaget.

		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Fordeling av investering pr år	100 %	0,5 %	1,5 %	4,0 %	23,5 %	23,5 %	23,5 %	23,5 %
Tomtekostnader år	100 %				100,0 %			
MTU investering	200 %						50,0 %	50,0 %

Tabell 2. Fordeling av investeringskostnad på år. I tillegg til kostnadene i tabellen kommer det en ny investering i MTU i år 2030 ifm innredning av ekstra behandlingsrom.

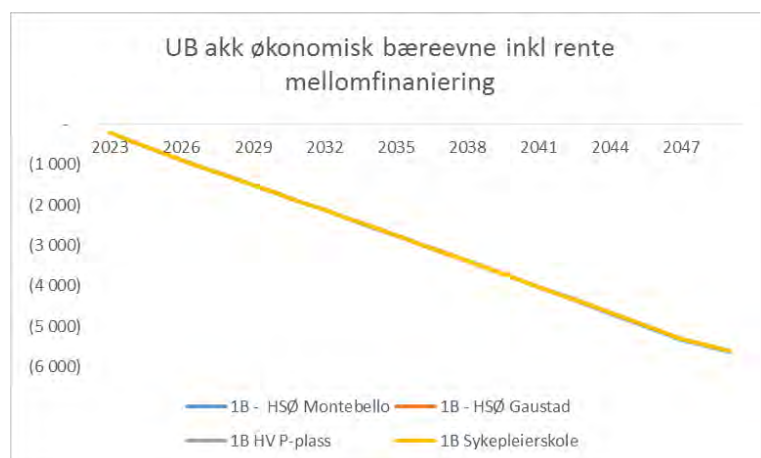
Alternativ 1B) 4+1

Økonomisk bæreevne, vist i Figur 4, er summen av årlig kontantstrøm fra lån og drift og viser evnen prosjektet har til å bære sine kostnader. Prosjektet vil ikke ha positiv kontantstrøm ilt prosjektets estimerte levetid. Fra 2023-2027 vil kontantstrømmen variere mellom -230 og -206 MNOK der de årlige variasjonene investeringsprofil og opptrapping av antall pasienter. Investeringsprofil drøftes i nærmere detalj på neste side. Fra 2028-2047 vil den økonomiske bæreevnen bedres fra år til år som følge av reduserte rentekostnader. Utviklingen går fra -194 MNOK i 2028 til -157 MNOK i 2047. I år 2048-2049 vil prosjektet kun ha kontantstrøm fra drift som med kalkulert inntekt og kost per pasient gir netto kontantstrøm på -79 MNOK årlig.



Figur 4. Økonomisk bæreevne per år, alternativ 1B (Tall i millioner kroner)

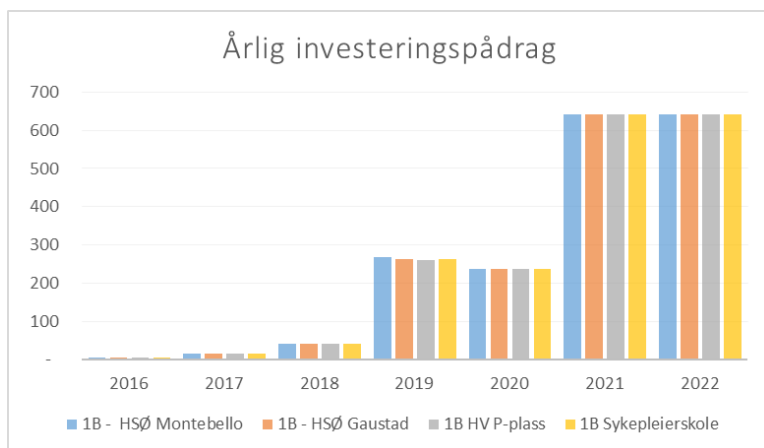
Den akkumulerte økonomiske bæreevnen, inkludert rentekostnad av mellomfinansiering, viser utviklingen i prosjektets bæreevne over tid. Rentekostnader på mellomfinansiering er inkludert for å vise kostnader forbundet med utvikling i bæreevnen, og medfølgende kontantstrøm. Gitt at den økonomiske bæreevnen ikke overstiger 0 i noen driftsår vil den akkumulerte bæreevnen ha en negativ utvikling per år. Effekter av endret inntekt per pasient belyses i sensitivitetsanalysen i neste kapittel.



Figur 5. Akkumulert økonomisk bæreevne inkl rente per år, alternativ 1B (Tall i millioner kroner)

Figur 6 viser årlig investeringsbehov for alternativ 1B. Investeringer er vist for fire forskjellige senarioer for tomtevalg. Investering i tomtekostnad gjøres i år 2019. Montebello har et marginalt høyere

investeringspådrag, sammenlignet med de andre. Sykepleieskoletomten i Bergen ser også ut til å være marginalt mer kostbar enn p-plass og Gaustad. Detaljer for fordeling av investeringskostnader vises i Tabell 3.



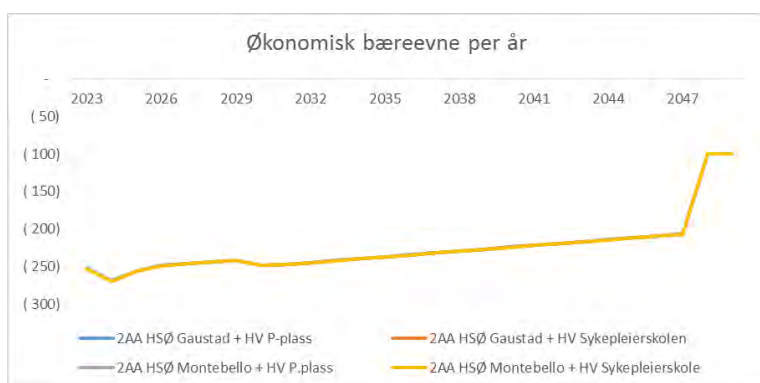
Figur 6. Årlig investeringspådrag, alternativ 1B (Tall i millioner kroner)

		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Fordeling av investering pr år	100 %	0,5 %	1,5 %	4,0 %	23,5 %	23,5 %	23,5 %	23,5 %
Tomtekostnader år	100 %				100,0 %			
MTU investering	100 %						50,0 %	50,0 %

Tabell 3. Fordeling av investeringskostnad på år.

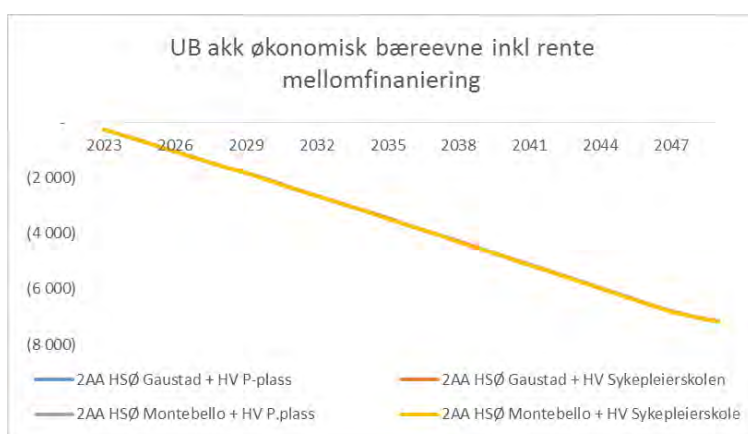
Alternativ 2AA) 2(3) +1 / 1+1

Økonomisk bæreevne, vist i Figur 7, er summen av årlig kontantstrøm fra lån og drift og viser evnen prosjektet har til å bære sine kostnader. Prosjektet vil ikke ha positiv kontantstrøm ilt prosjektets estimerte levetid. Fra 2023-2027 vil kontantstrømmen variere mellom -268 og -246 MNOK der de årlige variasjonene skyldes investeringsprofil og opptrapping av antall pasienter. Investeringsprofil drøftes i nærmere detalj på neste side. Fra 2028-2047 vil den økonomiske bæreevnen bedres fra år til år gitt reduserte rentekostnader. Utviklingen går fra -243 MNOK i 2028 til -206 MNOK i 2047. Unntaket er år 2030 der det investeres i MTU for å innrede ekstra behandlingsrom. I år 2048-2049 vil prosjektet kun ha kontantstrøm fra drift som med kalkulert inntekt og kost per pasient gir netto kontantstrøm på -100 MNOK årlig.



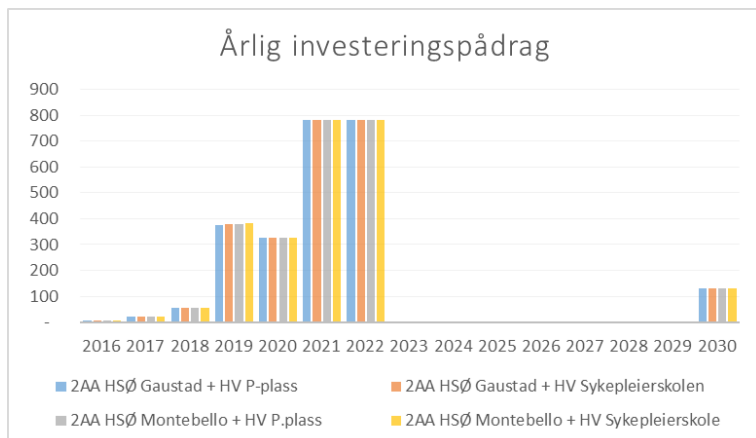
Figur 7. Økonomisk bæreevne per år, alternativ 2AA (Tall i millioner kroner)

Den akkumulerte økonomiske bæreevnen, inkludert rentekostnad av mellomfinansiering, viser utviklingen i prosjektets bæreevne over tid.. Gitt at den økonomiske bæreevnen ikke overstiger 0 i noen driftsår vil den akkumulerte bæreevnen ha en negativ utvikling per år. Effekter av endret inntekt per pasient belyses i sensitivitetsanalysen i neste kapittel.



Figur 8. Akkumulert økonomisk bæreevne inkl rente per år, alternativ 2AA (Tall i millioner kroner)

Figur 9 viser årlig investeringsbehov for alternativ 2AA. Investeringer er vist for fire forskjellige scenarier for tomtevalg. Innvestering i tomtekostnad gjøres i år 2019. Detaljer for fordeling av investeringskostnader vises i Tabell 4. I tillegg påløper en investering i nytt MTU for innredning av ekstra behandlingsrom i 2030.



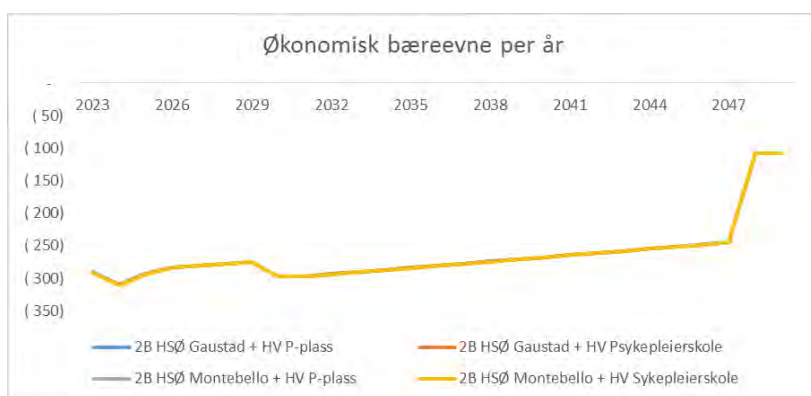
Figur 9. Årlig investeringspådrag, alternative 2AA (Tall i millioner kroner)

		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Fordeling av investering pr år	100 %	0,5 %	1,5 %	4,0 %	23,5 %	23,5 %	23,5 %	23,5 %
Tomtekostnader år	100 %				100,0 %			
MTU investering	100 %						50,0 %	50,0 %

Tabell 4: Fordeling av investeringskostnad på år.

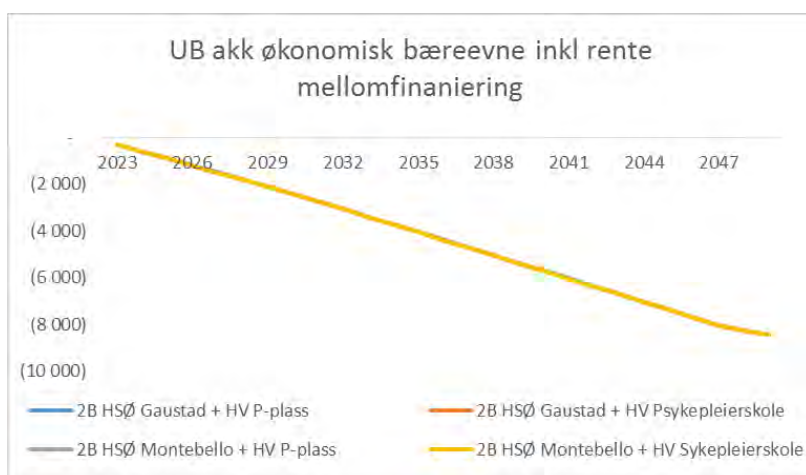
Alternativ 2B) 3(4) +1 / 1(2) +1

Økonomisk bæreevne, vist i Figur 10, er summen av årlig kontantstrøm fra lån og drift og viser evnen prosjektet har til å bære sine kostnader. Prosjektet vil ikke ha positiv kontantstrøm ilt prosjektets estimerte levetid. Fra 2023-2027 vil kontantstrømmen variere mellom -310 og -281 MNOK der de årlige variasjonene investeringsprofil og opptrapping av antall pasienter. Investeringsprofil drøftes i nærmere detalj på neste side. Fra 2028-2047 vil den økonomiske bæreevnen bedres fra år til år gitt reduserte rentekostnader. Utviklingen går fra -278 MNOK i 2028 til -245 MNOK i 2047. Unntaket er år 2030 der det investeres i MTU for å innrede to ekstra behandlingsrom. I år 2048-2049 vil prosjektet kun ha kontantstrøm fra drift som med kalkulert inntekt og kost per pasient gir netto kontantstrøm på -108 MNOK årlig.



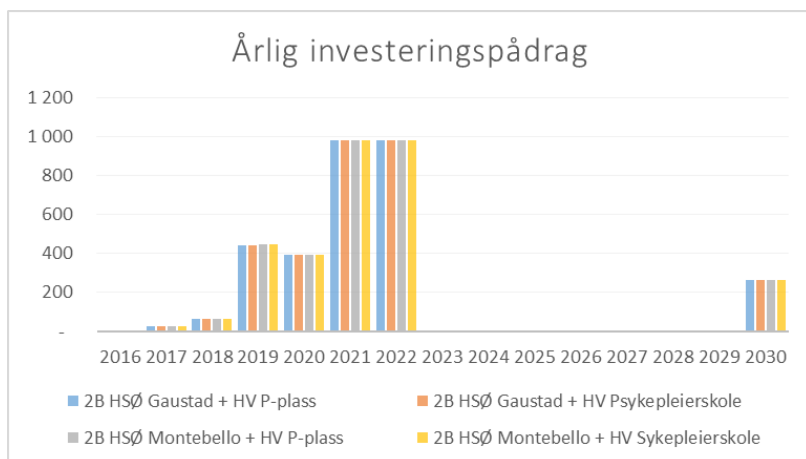
Figur 10. Økonomisk bæreevne per år, alternativ 2B (Tall i millioner kroner)

Den akkumulerte økonomiske bæreevnen, inkludert rentekostnad av mellomfinansiering, viser utviklingen i prosjektets bæreevne over tid. Gitt at den økonomiske bæreevnen ikke overstiger 0 i noen driftsår vil den akkumulerte bæreevnen ha en negativ utvikling per år. Effekter av endret inntekt per pasient belyses i sensitivitetsanalysen i neste kapittel.



Figur 11. Akkumulert økonomisk bæreevne inkl rente per år, alternativ 2B (Tall i millioner kroner)

Figur 12 viser årlig investeringsbehov for alternativ 2B. Investeringer er vist for fire forskjellige senarioer for tomtevalg. Innvestering i tomtekostnad gjøres i år 2019. Detaljer for fordeling av investeringskostnader vises i Tabell 5. I tillegg påløper en investering i nytt MTU for innredning av to ekstra behandlingsrom i 2030.



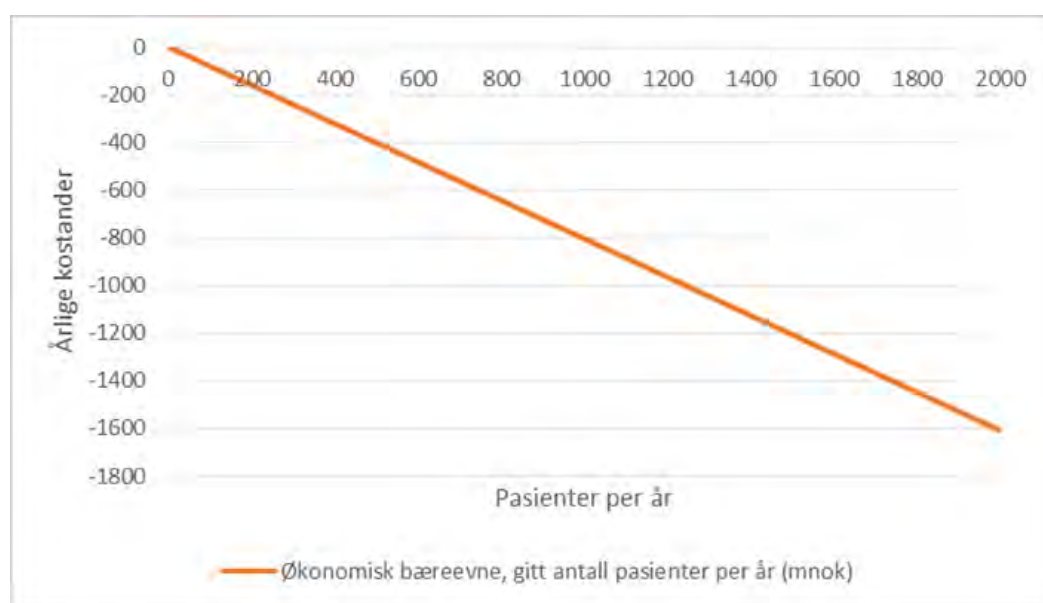
Figur 12. Årlig investeringspådrag, alternativ 2B (Tall i millioner kroner)

		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Fordeling av investering pr år	100 %	0,5 %	1,5 %	4,0 %	23,5 %	23,5 %	23,5 %	23,5 %
Tomtekostnader år	100 %				100,0 %			
MTU investering	200 %						50,0 %	50,0 %

Tabell 5: Fordeling av investeringskostnad på år.

Alternativ 0, 0A og 0B

Alternativ 0, 0A og 0B beskriver behandling av pasienter i utlandet med ulikt antall pasienter per alternativ. I gjennomsnitt koster det 804 348,- per pasient behandlet i utlandet, mens inntekten er en refusjon ut fra prosedyrekoden, som i gjennomsnitt utgjør 1,4 DRG poeng pr pasient, som igjen utgjør 58 913,-. Dermed vil den økonomiske bæreevnen være gitt ved -745 435,- nok per behandlede pasient per år. Under vises en tabell med økonomisk bæreevne, gitt antall pasienter, per år. Bæreevnen er her uttrykt i hva det vil koste samfunnet å behandle pasienter med proton i utlandet. Alternativ 0, 0A og 0B vil ikke ha investeringspådrag siden det ikke gjøres noen investeringer i disse alternativene.



Figur 13. Økonomisk bæreevne, gitt pasientantall, per år, alternativ 0 (Tall i millioner kroner)

Figur 14-16 viser økonomisk bæreevne per år per 0-alternativ:

Alternativ 0:

Årlig økonomisk bæreevne vil i 0-alternativet i fra 2022 -2030 være på -74 mnok (100 pasienter til utlandet), i fra 2030 vil en sende 200 pasienter til utlandet for behandling. Dette svekker bærekraften ytterligere, og årlig økonomisk bæreevne vil da være -148 mnok.



Figur 14. Økonomisk bæreevne, 0-alternativet

Alternativ 0A:



Figur 15. Økonomisk bæreevne, 0A-alternativet

Å behandle 850 pasienter per år i perioden 2022-2049 gir en årlig økonomisk bæreevne på -630 mnok

Alternativ 0B:

Å behandle 1150 pasienter i perioden 2022-2049 gir en Årlig økonomisk bæreevne: -852 mnok



Figur 16. Økonomisk bæreevne per år, OB-alternativet

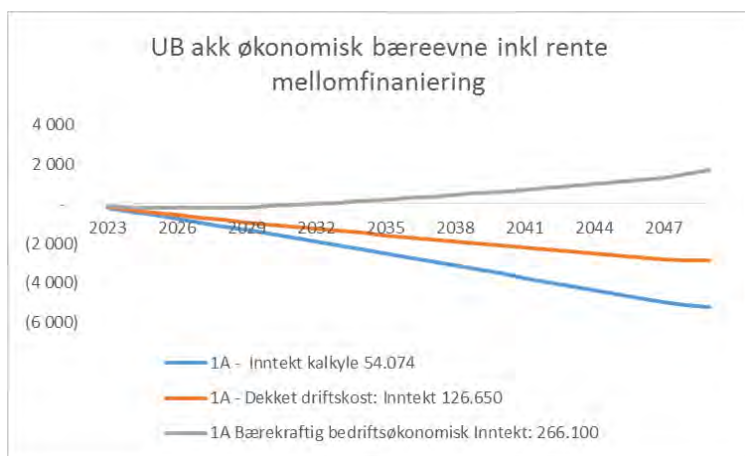
Sensitivitetsanalyse basert på endret inntekt per pasient

Det er stor usikkerhet rundt hvilken inntekt en kan forvente i forbindelse med protonbehandling. Per dags dato finnes det ikke noen egen DRG for protonbehandling, siden det er en behandling vi enda ikke har. Som basis for bærekraftsanalysen har vi lagt til grunn en inntekt per protonbehandling lik fotonbehandling. ISF- satsen er på 54 074,- Dette er en inntekt som i utgangspunktet vil være for lav for proton behandling, da kostnadene forbundet med denne behandlingen er mye høyere. På grunnlag av usikkerheten rundt inntekten har vi kjørt en sensitivitetsanalyse som viser prosjektets bæreevne ved tre ulike inntekter. Vi viser basisinntekten på 54 074, videre viser vi inntekten som må foreligge for få driftskostnadene dekket. Til sist den inntekten som må foreligge for at investeringen skal være bærekraftig driftsøkonomisk. Når inntekten er bærekraftig driftsøkonomisk dekkes både drifts- og kapitalkostnader via inntekten, og netto nåverdien av prosjektet vil være lik 0. Denne beregningen gir en positiv akkumulert økonomisk bæreevne, dette skyldes at diskonteringsrenten på 4 prosent som benyttes i analysen er høyere enn rentekostnaden som legges til grunn på 2,4 prosent. Figurene under viser økonomisk bæreevne og akkumulert økonomisk bæreevne per år for hvert alternativ, samt en oversikt over netto nåverdi ved de ulike inntektene. Sensitivitetsanalysen er bare vist for utbyggingsalternativene.

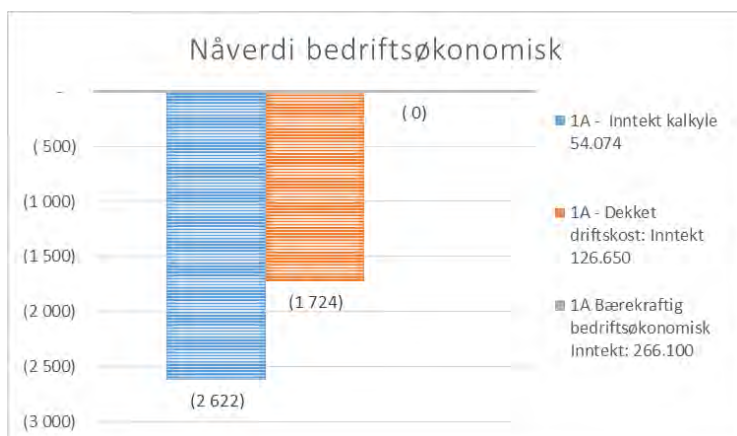
Alternativ 1A) 3(4) +1



Figur 17. Økonomisk bæreevne per år med ulik inntekt per pasient, alternativ 1A (Tall i millioner kroner)

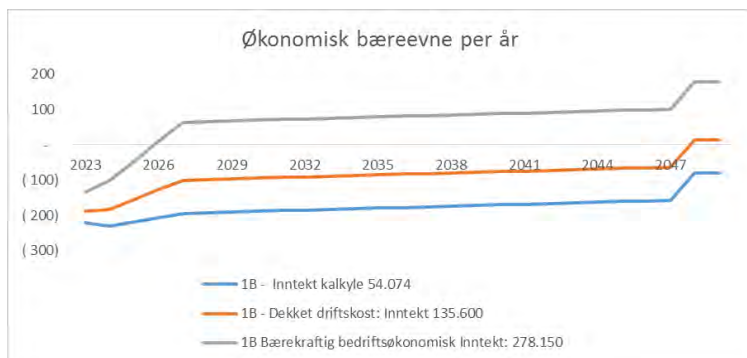


Figur 18. Akkumulert økonomisk bæreevne per år med ulik inntekt per pasient, alternativ 1A (Tall i millioner kroner)

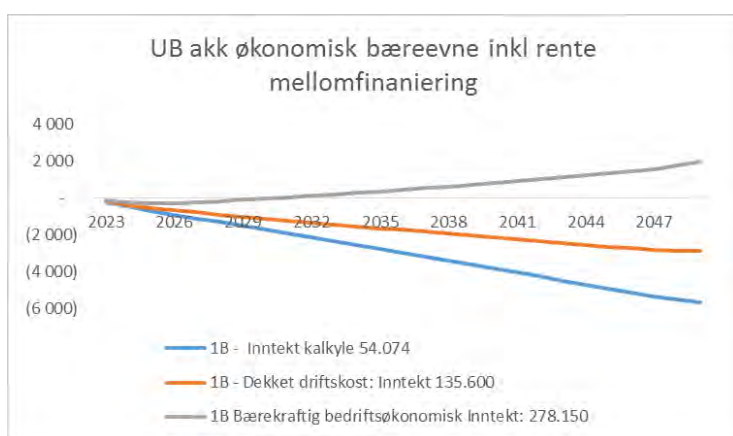


Figur 19. Bedriftsøkonomisk nåverdi med ulik inntekt per pasient, alternativ 1A (Tall i millioner kroner)

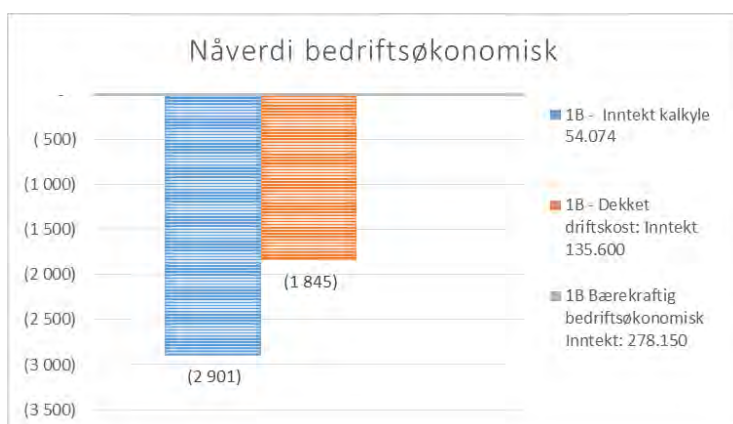
Alternativ 1B) 4+1



Figur 20. Økonomisk bæreevne per år med ulik inntekt per pasient, alternativ 1B (Tall i millioner kroner)

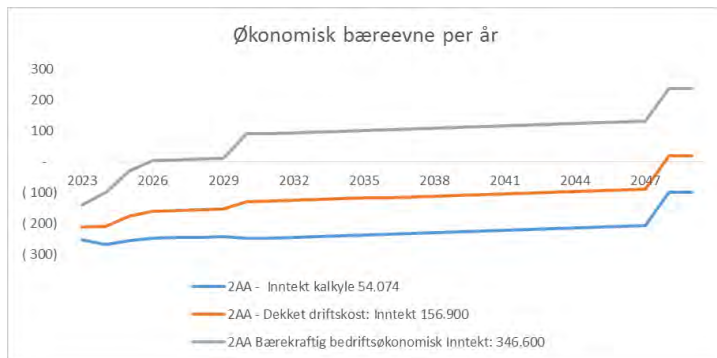


Figur 21. Akkumulert økonomisk bæreevne per år med ulik inntekt per pasient, alternativ 1B (Tall i millioner kroner)

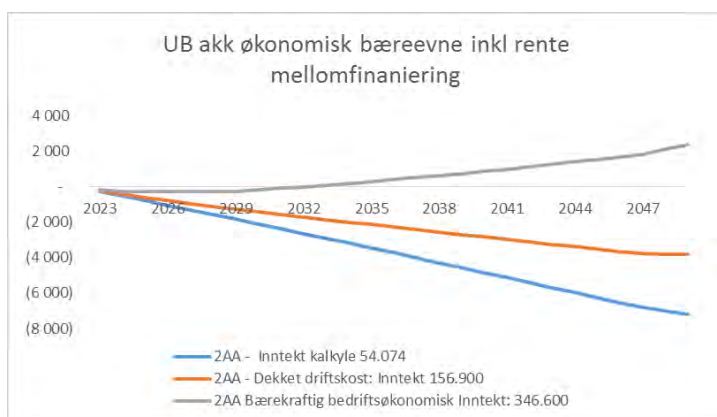


Figur 22. Bedriftsøkonomisk nåverdi med ulik inntekt per pasient, alternativ 1B (Tall i millioner kroner)

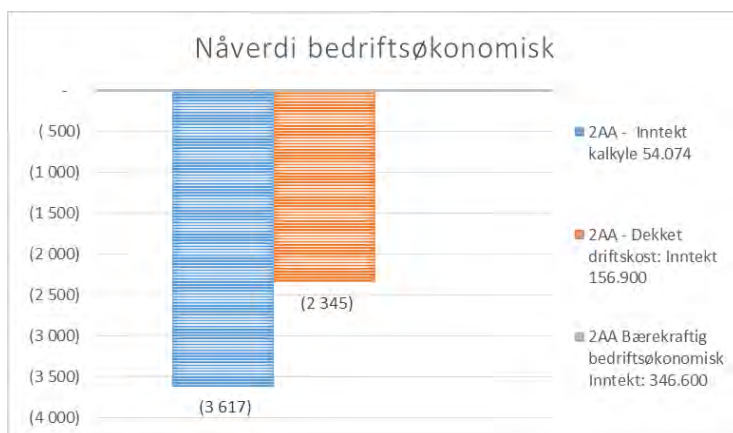
Alternativ 2AA) 2(3) +1 / 1+1



Figur 23. Økonomisk bæreevne per år med ulik inntekt per pasient, alternativ 2AA (Tall i millioner kroner)



Figur 24. Akkumulert økonomisk bæreevne per år med ulik inntekt per pasient, alternativ 2AA (Tall i millioner kroner)

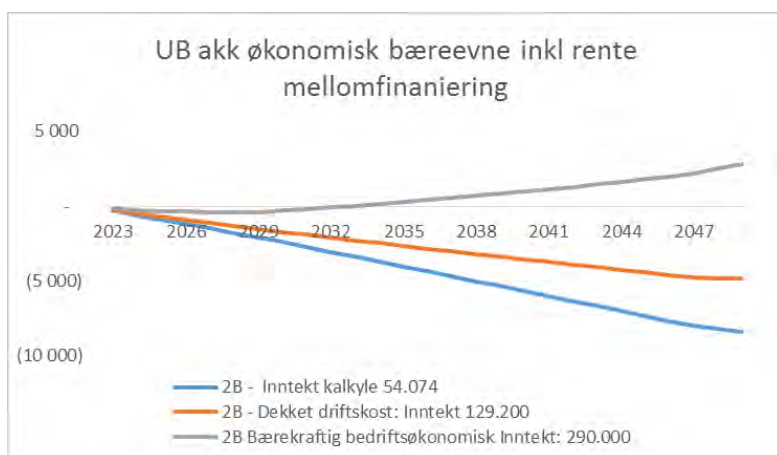


Figur 25. Bedriftsøkonomisk nåverdi med ulik inntekt per pasient, alternativ 2AA (Tall i millioner kroner)

Alternativ 2B) 3(4) +1 / 1(2) +1



Figur 26. Økonomisk bæreevne per år med ulik inntekt per pasient, alternativ 2B (Tall i millioner kroner)



Figur 27. Akkumulert økonomisk bæreevne per år med ulik inntekt per pasient, alternativ 2A (Tall i millioner kroner)



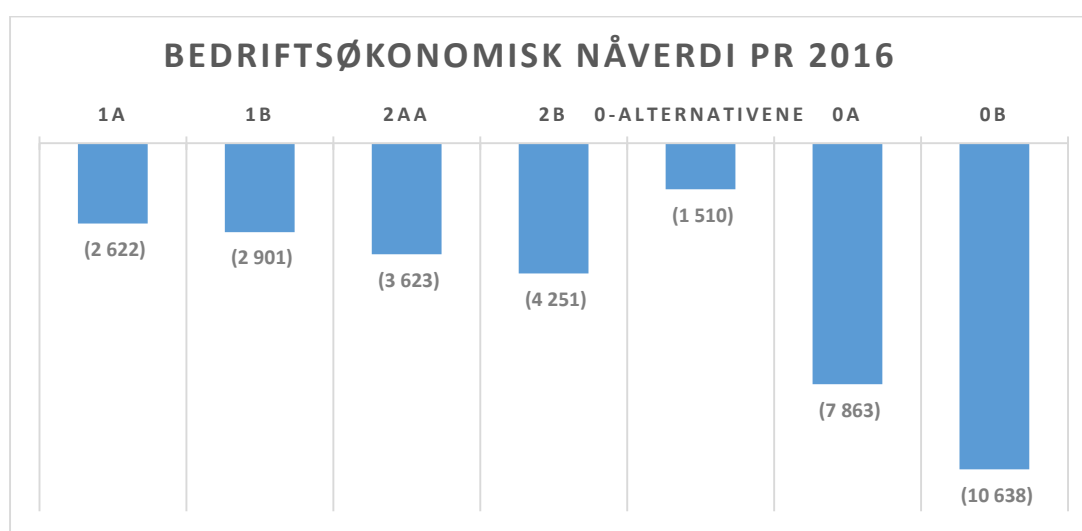
Figur 28. Bedriftsøkonomisk nåverdi med ulik inntekt per pasient, alternativ 2B (Tall i millioner kroner)

Det blir ikke gjennomført sensitivitetsanalyse for alternativ 0, 0A og 0B da disse alternativene kun avhenger av inntekt vs. utgift forbundet med pasientbehandling i utlandet.

Oppsummering og sammenstilling av resultater

Som vist i figurene 1-8 er det gjennomført beregninger per tomtevalg for alle alternativ. Forskjellen i tomtekostnader kan vurderes til å ha marginal effekt på alternativene der alternativet med størst forskjell i bedriftsøkonomisk nåverdi grunnet tomtevalg opplevde 0,2% differanse. Derfor benyttes kun et tomtevalg per alternativ i videre sammenstilling og oppsummering.

I fra et bedriftsøkonomisk ståsted er det 0-alternativet som fremstår som det mest gunstige alternativet, målt i netto nåverdi (Figur 29). Om man ser på utbyggingsalternativene er det alternativ 1A) som fremstår som det mest gunstige, målt i netto nåverdi. To- senterers løsningene kommer dårligst ut av utbyggingsalternativene, hvor 2B har lavest netto nåverdi av utbyggingsalternativene. Alternativ 0B har en ekstrem lav netto nåverdi, og er bedriftsøkonomisk det dårligste alternativet av alle. Ingen av utbyggingsalternativene fremstår som økonomisk lønnsomme, siden netto nåverdi er negativ for samtlige. Nettonåverdiene vil kunne påvirkes av relativt små skift i forutsetningene, så det bør fokuseres på de mest vesentlige forskjellene som finnes mellom alternativene. Inntekten som ligger til grunn i basisanalysen er lav, og vil trolig være lavere enn det som en reelt må kunne forvente seg av protonbehandling, med tanke på at protonbehandlingen er langt mer kostbar enn fotonbehandling.



Figur 29. Bedriftsøkonomisk nåverdi per 2016 for samtlige alternativer (Tall i millioner kroner)

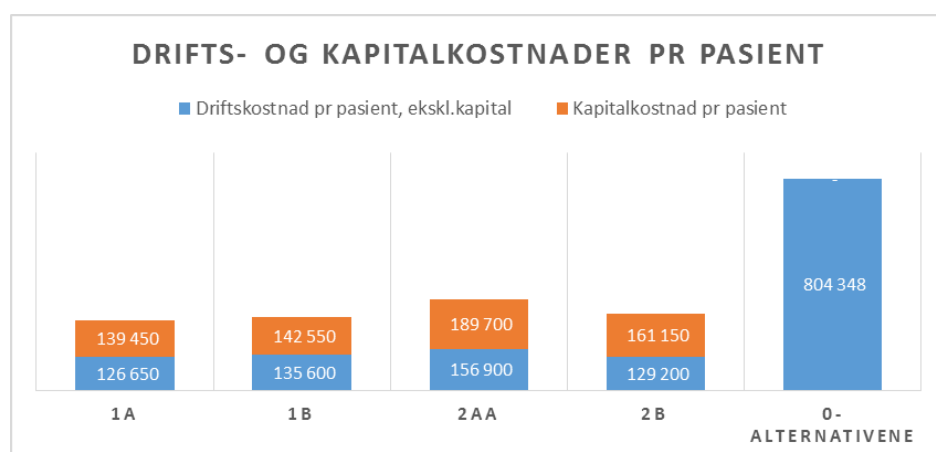
Tabell 6 viser hvor mange pasienter en totalt vil klare å behandle med proton i de ulike alternativene i løpet av analyseperioden, og hvor mange som blir behandlet per år i 2022, og 2030. 2030 viser effekten av å innrede det ekstra rommet. Alternativ 0B har dårligst netto nåverdi, men det er ett av de alternativene en behandler flest pasienter med protoner. 1A fremstår som det mest lønnsomme alternativet bedriftsøkonomisk, men det

behandles færre pasienter i dette alternativet i 2022 sammenlignet med for eksempel 1B. Dersom inntekten per pasient skulle øke vil dette påvirke senterne som behandler flere pasienter i større grad enn det påvirker alternativer med færre pasientbehandlinger.

Alternativ	1A	1B	2AA	2B	0	0A	0B
Hele perioden	28 416	29 376	28 416	41 728	4 800	23 800	32 200
2022	864	1152	864	1152	100	850	1152
2030	1152	1152	1152	1728	200	850	1152

Tabell 6. Totalt antall behandlede pasienter ilt analysens varighet (28 år), og per år 2022 og 2030.

Et protonsent er et svært utstyrstungt, og stiller store krav til bygningsmassen. Figur 27 viser forholdet mellom kapitalkostnaden og driftskostnadene per pasient ved hvert alternativ. Kapitalkostnaden er betydelig, og overgår de driftsmessige kostnadene. Tabell 7 viser totale kostnadene per pasient, fordelt mellom kapitalkostnader og driftskostnader. Merk at dette er snittkostnadene for hele analyseperioden. Kostnad per pasient varierer med kapasitet, og kapasiteten er ikke antatt å være 100% fra start. En antar at det tar 1,5 år per behandlingsrom å nå full kapasitet. Kostnadene per pasient er fremkommet av beregninger gjort for å finne hva inntekten må være for at netto nåverdien ved hvert alternativ skal være lik 0. Når nettonåverdien er null vil man ha kostnadsdekning for behandlingen. Vi kan derfor si at kostnadene ved å behandle en pasient er lik inntekten man må ha per pasient for å gå i null. Ut i fra kostnad per pasient (totale kostnader / maks antall pasienter som kan behandles i alternativet) er de en-senters løsningene som er de mest driftseffektive alternativene. Gjennomsnittskostnaden per pasient er fallende med økende behandlingsskapasitet i en-senters alternativene. Alternativ 2A skiller seg ut som den minst driftseffektive utbyggingsløsningen. 0-løsningene har en driftskostnad tilsvarende kostnaden av pasientbehandling i utlandet. Denne overstiger klart kostnadene ved behandling på eventuelle protonterapisentere bygget i Norge. Alternativ 2B har relativt lavt kostnadsnivå per pasient sammenlignet med 2AA, og ligger nokså nærme 1A og 1B. Dette skyldes at en har tatt høyde for at rommene som er uinnredet i første fase innredes i fra 2030. Kostnadene knyttet til innredningen er liten i forhold til hvor mange ekstra pasienter man klarer å behandle med ny kapasitet.

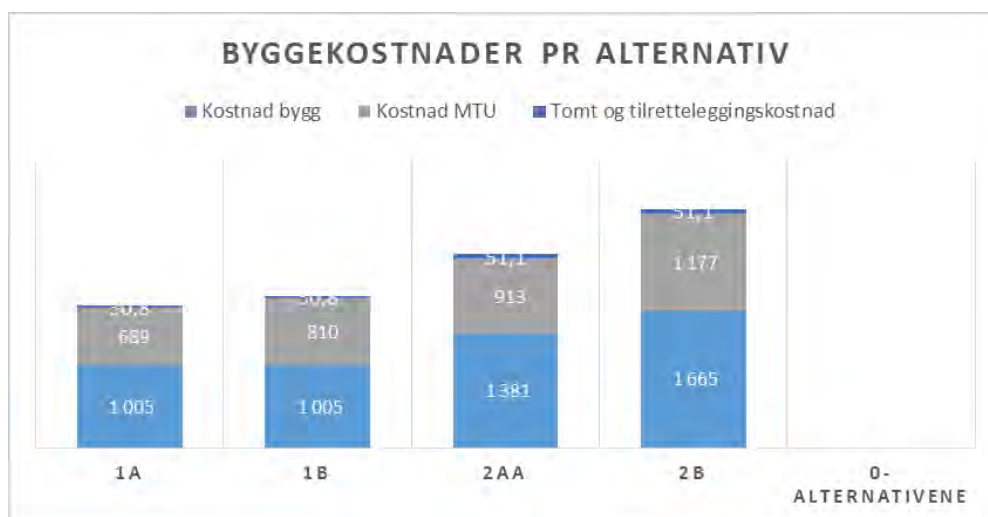


Figur 30. Totale kostnader per pasient for samtlige alternativer (hele kroner)

hele kroner	Alternativ	1A	1B	2AA	2B	0	0A	0B
Driftskostnad pr pasient, ekskl. kapital		126 650	135 600	156 900	129 200	804 348	804 348	804 348
Kapitalkostnad pr pasient		139 450	142 550	189 700	161 150	-	-	-
Drifts- og kapitalkostnad pr pasient		266 100	278 150	346 600	290 350	804 348	804 348	804 348

Tabell 7. Drifts og kapitalkostnader per pasient, per alternative (hele kroner). Beregnet med bruk av nåverdi

Figur 31 viser den totale byggekostnaden per alternativ, fordelt mellom bygg, MTU og tomt og tilretteleggingskostnader. Kostnadene knyttet til selve bygget utgjør i overkant av 50% av den totale kostnaden, andelen MTU-kostnader er altså betydelig.



Figur 31. Totale bygningskostnader pr alternativ, fordelt mellom bygg og MTU. (Tall i millioner kroner)

KONSEPTFASE – ETABLERING AV PROTONBEHANDLING

UTREDNINGER

Samfunnsøkonomisk analyse



Samfunnsøkonomiske vurderinger og beregninger

DOKUMENTNUMMER: 00-000000000-00-00-00							
Prosjekt	Hovedfunksjon	Disiplin	Prosess	Dokumenttype	Løpenr.	Revisjon	Side

UTARBEIDET AV		
Lene Lunde	Deloitte AS	

DOKUMENTSTATUS					
19.5.16	3.utkast	Kostnader justert			
3.6.16	4.utkast	Ytterligere justeringer			
11.06.16	5.utkast	Korrigert etter innspill fra AG5			

BEHANDLINGSPROSEDYRE			
Oversendt for behandling	Forventet dato for behandling	Instans	Dato for behandling

Sammendrag

Det er en svært forenklet samfunnsøkonomisk analyse som er gjennomført, og analysen bærer preg av stor usikkerhet på mange områder. Effekten av protonbehandling, eller fotonbehandling er ikke modellert spesielt for denne analysen, det er benyttet effektdata i den grad det har vært mulig fra tidligere studier publisert i internasjonale journaler. Det er i denne samfunnsøkonomiske analysen gjort en QALY-analyse, men den må tolkes med stor forsiktighet da resultatene er svært usikre, og det ikke finnes mye evidens i litteraturen på effekt av proton og foton, målt i et utfallsmål som kan benyttes i en økonomisk evaluering.

Det finnes svært lite dokumentasjon på QALY oppnådd med proton og foton i de forskjellige diagnosegruppene men det er viktig å understreke at helsegevinsten ved en mer fordelaktig fordeling av stråledose likevel er veletablert.

Det er også knyttet stor usikkerhet rundt hvilke pasientgrupper som faktisk kommer til å bli behandlet med proton, om en bygger partikkelsenter i Norge. Det inngår også antagelser om hvor mange av pasientene som er inneliggende på sykehus under behandling, og hvor lenge de er sykemeldt. Antagelsen er ikke basert på data som omhandler dette. Det er også kjørt en følsomhetsanalyse i form av en scenarioranalyse, som viser at resultatene er følsomme for endringer gjort i parameterne. På grunn av den store usikkerheten rundt nytteverdiene kan man ikke legge særlig vekt på QALY analysen når man tolker resultatene.

I all hovedsak er den antatt at protonbehandling utgjør en forskjell for pasientenes livskvalitet, og sannsynlighet for å få tøffe bivirkninger, seinskader og eventuell sekundærkreft. Protoner utgjør en forskjell fordi en bestråler mindre normal vev enn man gjør med fotoner, noe som har en klar bevist fordel. Dette gjør at en kan ha kraftige stråledoser, uten at bivirkningene øker. I 2022 er det antatt å være 1780 pasienter som vil ha behov for protonbehandlingen, det er derfor til enhver tid beregnet de samfunnsøkonomiske kostnadene av å behandle 1780 pasienter. Det er antall behandlingsrom i hvert av utbyggingsalternativene (alternativt hvor mange pasienter som blir sendt til utlandet for protonbehandling) som avgjør hvor mange som behandles med proton og foton. Vi analyserer fire forskjellige utbyggingsalternativ i to forskjellige helseregioner, opp mot tre forskjellige null-alternativ.

Dette er alternativene som er analysert:

1a) - 3(4) +1¹ Helse Vest / Helse Sør- Øst

1b) - 4+1 Helse Vest / Helse Sør- Øst

2aa) - 2(3) +1F Helse Sør- Øst og 1+1 Helse Vest

2b) – 3(4) + 1F Helse Sør-Øst og 1(2) +1 Helse Vest

0)– 100 pasienter til utlandet for protonbehandling

¹ Dette betyr at det bygges fire rom, tre med utstyr for partikkelterapi, og ett med innredningsmulighet + ett rom for forskning.

Samfunnsøkonomiske vurderinger og beregninger

Side 2 av 30

0a) – 850 pasienter til utlandet for protonbehandling

0b) – 1150 pasienter til utlandet for protonbehandling

0+) – 267 pasienter til utlandet for proton behandling

Analysen viser at både direkte behandlingskostnad, og de samfunnsøkonomiske kostnadene knyttet til protonbehandling er høyere enn kostnadene som er knyttet til fotonbehandling. Den direkte behandlingskostnaden per pasient for protonterapi er fallende med økende størrelse på utbyggingsalternativet. Protonterapi er mellom 3,8 og 5,5 ganger dyrere enn fotonterapi. Direkte behandlingskostnad for fotonterapi er estimert til i snitt å være 69 507,- per pasient, mens behandlingskostnad per protonpasient varierer mellom 261 093,- og 391 462,-. Behandlingskostnaden er lavest i alternativ 1b, og høyest i alternativ 2aa når man ser på utbyggingsalternativene. Behandlingskostnaden for protonterapi i utlandet er langt høyere og ligger i snitt på 786 427,- per pasient.

Når man ser på den samfunnsøkonomiske kostnaden per pasient er forskjellene mellom proton- og fotonterapi mindre. Protonterapien er fortsatt mer kostbar, men er da bare mellom 1,3 og 1,7 ganger dyrere i utbyggingsalternativene. I alternativ 1b) er det 124 876,- kroner dyrere å behandle en protonpasient sammenlignet med en fotonpasient. I sykelønn utgjør dette en forskjell på rett i overkant av to måneders sykemelding. Det vil si at i det en fotonpasient er sykemeldt i 2,4 måneder lengre enn en protonpasient, vil den samfunnsøkonomiske kostnaden for protonbehandling være lavere per pasient enn kostnaden for fotonbehandling per pasient. Målt i antall døgn i sykeseng ved en kreftavdeling vil den samfunnsøkonomiske merkostnaden ved protonbehandling kontra fotonbehandling være innspart i det en fotonpasient må ligge 14 døgn eller mer enn protonpasienten. Det skal altså ikke store forskjeller i effekten av behandling til før protonbehandling kan sees på som mer samfunnsøkonomisk lønnsomt enn fotonterapi.

Den totale samfunnsøkonomiske kostnaden for å behandle 1780 pasienter er lavest i 0-alternativet (722 mnok), men i dette alternativet blir det ikke behandlet mer enn 100 pasienter med proton. Ut av utbyggingsalternativene er det 1a) som har lavest total kostnad (796 mrd), her blir 864 pasienter behandlet med proton. Det er liten forskjell i total kostnad mellom 1a) og 1b). For 26 millioner mer får en i 1b) behandlet 288 flere pasienter med proton. To-senters alternativene er noe mer kostbar, og en få ikke behandlet flere pasienter med proton enn man gjør i 1a) og 1b). Alternativ 2aa) er det rimeligste av to-senters løsningene (884 mnok). Alternativ 0a og 0b fremstår som de mest kostbare alternativene av alle, og total kostnaden for å behandle 1780 pasienter er over en milliard norske kroner. Grunnen til dette er at en i disse alternativene sender relativt mange pasienter til utlandet for proton behandling, og det er svært kostbart.

Om en sammenligner utbyggingsalternativene opp mot de ulike 0-alternativene finner man at utbyggingsalternativene vil gi en merkostnad for samfunnet sammenlignet med alternativ 0. Merkostnaden er lavest for alternativ 1a) (73,8 mnok i HSØ), og høyest i alternativ 2b) (196,5 mnok). Merkostnaden er forbundet med et høyere antall pasienter behandlet med proton. Helsegevinsten bør derfor totalt sett være større i utbyggingsalternativene enn i 0-alternativet. Når en sammenligner utbyggingsalternativene opp mot 0a og 0b vil man ved samtlige utbyggingsalternativ oppnå en kostnadsbesparelse. Den største besparelsen henter man i alternativ 1a) (289,6 mnok), mens den minste besparelsen er knyttet til 2b) (463 mnok) sammenlignet med 0a. Sammenlignet med 0b er det bare alternativ 1b og 2b en behandler like mange med

proton, en kan derfor si at kostnadsbesparelsen går på bekostning av et redusert antall pasienter behandlet med proton.

Innhold

Sammendrag.....	1
1. Samfunnsøkonomisk analyse.....	5
2. Nytteeffekter	7
3. Antakelser som ligger til grunn for analysen.....	10
3.1. Behandlingstid, pasientgjennomstrøm og pasientgrunnlag	10
3.2. Null-alternativene.....	11
3.3. Direkte kostnader knyttet til fotonbehandling	12
3.4. Direkte kostnader knyttet til protonbehandling	13
3.5. Indirekte kostnader ved både foton- og protonterapi	16
Kostnader knyttet til liggedøgn i sykehus.....	16
Kostnader knyttet til sykefravær	16
Kostnader knyttet til bruk av pasienthotell.....	17
Kostnader knyttet til transport.....	17
3.6. Kostnader som ikke er inkludert i den samfunnsøkonomiske analysen	18
4. Resultat.....	19
4.1. Direkte behandlingkostnader per pasient per alternativ	19
4.2. Samfunnets kostnader knyttet til strålebehandling av 1780 pasienter	20
4.3. Samfunnsøkonomisk kostnad per pasient	21
4.4. Oppnådde helseeffekter (QALY) og kostnad per QALY	23
5. Er det kostnadseffektivt å bygge partikkelsenter?.....	25
Utbyggingsalternativene sammenlignet med 0-alternativet	25
Utbyggingsalternativet sammenlignet med 0a-alternativet	26
Utbyggingsalternativet sammenlignet med 0b-alternativet	27
Utbyggingsalternativet sammenlignet med 0+ alternativet	27
6. Samfunnets totale kostnader med pasientgrunnlag 2030.....	27
Vedlegg 1. Analysens forutsetninger og antagelser	29

1. Samfunnsøkonomisk analyse

Vi vurderer her samfunnsøkonomisk lønnsomhet knyttet til en rekke utbyggingsalternativer for protonsenters i Norge, for å kunne drive partikkelterapi. Per i dag finnes det ikke noe protonsenters i Norge, alternativ behandling er fotonterapi. Noen pasienter man ser kan ha stor fordel av partikkelterapi sendes i dag til utlandet for behandling. I denne analysen vurderes de samfunnsøkonomiske kostnadene relatert til å bygge partikkelsenters i Norge. I konseptfasen, som denne analysen er et supplement til, vurderes det om det skal bygges ett nasjonalt protonsenters (I Helse Sør-Øst eller i Helse Vest), eller to flerregionale senters (ett i Helse Sør-Øst og ett i Helse Vest). Hver av helseregionene har to ulike tomter som kan benyttes. Vi vurderer de samfunnsøkonomiske konsekvensene av å bygge protonsenters i ulike størrelser på de ulike stedene. De ulike utbyggingsalternativene som inngår i analysen er presentert i tabell 2. Hver av utbyggingsalternativene skal vurderes opp mot tre forskjellige 0-alternativ. I 0-alternativene fortsetter man å behandle kreftpasientene med fotonterapi som i dag, samtidig som man sender et passende antall pasienter til utlandet for protonterapi. I 0a alternativet antar man at man sender 100 pasienter til utlandet i 2022, mens i 0a sender man 864 pasienter til utlandet i 2022, og i 0b sendes 1152 pasienter til utlandet i 2022. I det siste 0+ alternativet sender en 267 pasienter til utlandet.

I de aller fleste utbyggingsalternativene (tabell 1) legges det opp til å bygge et forskningsrom. Dette vil ikke bli brukt i ordinær pasientbehandling. Videre legges det i en del av utbyggingsalternativene opp til å bygge flere rom enn hva man vil innrede med utstyr ved oppstart. Noen av utbyggingsalternativene vil altså ha en fleksibilitet med tanke på utvidelse. Antall pasienter som kan behandles med proton vil avhenge av hvor mange rom som innredes. Det er enten 1, 2, 3 eller 4 ferdig innredede pasientrom i de forskjellige alternativene som vurderes.

Det er verdt å merke seg at dette er en svært forenklet samfunnsøkonomisk analyse. Effekten av protonbehandling, eller fotonbehandling er ikke modellert spesifikt for denne analysen, men er hentet fra tidligere studier. Det er gjort en QALY-analyse, men den må tolkes med stor forsiktighet da resultatene er svært usikre, og det ikke finnes mye evidens i litteraturen på effekt av proton og foton, målt i et utfallsmål som kan benyttes i en økonomisk evaluering. Helsegevinsten ved en mer fordelaktig fordeling av stråledose er likevel veletablert.

Protonterapi handler først og fremst om å redusere bivirkninger og seinskader som kan genereres ved fotonstråling, og om å bedre livskvalitetene til de aktuelle pasientene. Det er mange bivirkninger, ofte alvorlige, knyttet til stråleterapi. De mest fryktede bivirkningene av strålebehandlingen er de seine stråleskadene som kommer måneder, og opptil mange år etter at behandlingen er gjennomført. Det viktigste midlet for å redusere seinskadene er å få ned stråledosen i normalvevet som ligger rundt svulsten, hvor risikoen for at levende svulstceller som kan gi tilbakefall betraktes som liten. Det er nettopp dette protonterapi kan bidra til. Dessverre er det begrenset med informasjon knyttet til hvor store effektene vil være på bivirkninger og seinskader. Det er også usikkert hva som er den beste behandlingen av bivirkninger og seinskader. På grunn av dette er det heller ikke regnet på forskjeller i kostnader og besparelser knyttet til bivirkninger, seinskader og behandling av disse. Når det gjelder sykehusets kostnader knyttet til behandling av kreftpasienter som får stråleterapi er det få kostnader utenom den direkte behandlingskostnaden som er inkludert. Det er ikke tatt med kostnader knyttet til for eksempel kombinasjonsbehandling (kjemoterapi), eller kostnader knyttet til støttetjenester som lab og radiologi.

Det er også stor usikkerhet rundt hvilke pasienter det er som kommer til å motta protonbehandling i Norge. Partikkelterapi er enda forholdsvis nytt og en vet enda ikke helt hvilke indikasjoner og protokoller som vil bli gjeldende i Norge. Det er heller ikke mulig å si noe om at det er pasienter i helt konkrete aldersgrupper som kommer til å bli behandlet med proton. Vi har gjort antagelser for hvilke pasientgrupper som trolig kommer til å behandles, og hvor stor

Samfunnsøkonomiske vurderinger og beregninger

Side 6 av 30

andel av disse som vil være i arbeidsfør alder. Vi har ikke nok informasjon til å gjøre underanalyser av spesifikke pasientgrupper, eller aldersgrupper, noe som er vanlig i økonomiske evalueringer av helsetiltak. Ved en mer inngående og dypere analyse er det mulig at vi kunne ha sett at kostnadseffektiviteten ved protonbehandling kan avhenge av pasient- og aldersgrupper.

Alternativer			Plassering	Tomt	Bygg	Gantry pasient beh.
Ett Nasjonalt senter	1a	1a.1	HSØ	Radium	3(4) +1F	3
		1a.2	HSØ	Gaustad	3(4) +1F	3
		1a.3	HV	Parkeringsplass	3(4) +1F	3
		1a.4	HV	Sykepleierskolen	3(4) +1F	3
	1b	1b.1	HSØ	Radium	4+1F	4
		1b.2	HSØ	Gaustad	4+1F	4
		1b.3	HV	Parkeringsplass	4+1F	4
		1b.4	HV	Sykepleierskolen	4+1F	4
To regionale senter	2aa	2aa.1	HSØ	Radium	2(3) +1F	2
			HV	Parkeringsplass	1 +1F	1
		2aa.2	HSØ	Radium	2(3) +1F	2
			HV	Sykepleierskolen	1 +1F	1
	2aa.3	2aa.3	HSØ	Gaustad	2(3) +1F	2
			HV	Parkeringsplass	1 +1F	1
		2aa.4	HSØ	Gaustad	2(3) +1F	2
			HV	Sykepleierskolen	1 +1F	1
To regionale senter	2b	2b.1	HSØ	Radium	3(4) +1F	3
			HV	Parkeringsplass	1(2) +1F	1
		2b.2	HSØ	Radium	3(4) +1F	3
			HV	Sykepleierskolen	1(2) +1F	1
		2b.3	HSØ	Gaustad	3(4) +1F	3
			HV	Parkeringsplass	1(2) +1F	1
		2b.4	HSØ	Gaustad	3(4) +1F	3
			HV	Sykepleierskolen	1(2) +1F	1

Tabell 1. En oversikt over de ulike utbyggingsalternativene²

² Tabell 1 viser en oversikt over de forskjellige alternativene. De tre første kolonnene viser en systematisering av alternativene som inngår. Kolonne fire angir i hvilken region utbyggingen er aktuell, kolonne 5 hvilke tomt, mens kolonne fire viser senterets dimensjonering. Det først tallet angir hvor mange behandlingsrom som er tenkt innredet, tallet i parentes viser hvor mange rom det totalt bygges i alternativet, og det siste angir om det bygges forskningsrom eller ikke. Nest siste kolonne oppsummerer hvor mange behandlingsrom det vil være til rådighet for pasientbehandling i alternativet

2. Nytteeffekter

I en samfunnsøkonomisk analyse av et helsetiltak er det vanlig å måle helseeffekten av tiltaket i kvalitetsjusterte leveår (QALY)³, eller andre naturlige enheter som sparte leveår, redusert antall tilfeller med bivirkninger, reduksjon i tumorstørrelse eller lignende. Siden det enda ikke finnes noe protonsentert og partikkelterapi i Norge har det heller ikke foregått noe randomiserte kliniske studier som måler helseeffekten eller nytteeffekten av partikkelterapi i Norge. En må derfor se til utlandet og utenlandske studier for å finne mål på effekten som skal knyttes opp mot kostnadene. Dessverre er ikke dette helt rett frem, og det finnes ikke mye evidens i litteraturen på effekten av proton i forhold til foton, målt i et type utfallsmål som kan benyttes i en økonomisk evaluering. Helsegevinsten ved en mer fordelaktig fordeling av stråledose er vel etablert. Ved protonterapi reduseres risikoen for å skade normalt vev, noe som gjør at det er mulig å øke stråledose, og dermed øke sannsynligheten for å kurere pasientene. En vil altså kunne oppnå bedre kontroll på tumor på grunn av doseeskalering. En kan gi høyere dose med proton sammenlignet med foton uten at en får et større og høyere omfang bivirkninger, eller en kan gi samme dose stråling med proton som med foton og få et mindre omfang bivirkninger. Volumet av det bestrålte vevet er mindre med protoner, hvilket teoretisk gjør at en får en reduksjon i stråleindusert sekundærkreft ved protonbehandling. Til tross for at mye data demonstrerer overbevisende rasjonale for bruk av protonterapi har den kliniske signifikansen enda ikke blitt demonstrert klart og tydelig i randomiserte studier. Det vil også være rart om det hadde vært kjørt mange randomiserte studier på dette. Det vil være uetisk å randomisere noen pasienter til å få en behandling som man i teorien vet gir større sannsynlighet for bivirkninger, seinskader og sekundærkreft. Et stort problem ved å evaluere den samfunnsøkonomiske effekten av protonterapi er altså at det finnes et begrenset antall kliniske studier der kost-nytte og samfunnsøkonomiske aspekter er analysert. En del av litteraturen som finnes er også gammel. Teknologien utvikler seg stadig, og både foton og protonbehandling blir stadig bedre, hvilket gjør relevansen av eldre studier mer usikre.

På grunnlag av lite og dels manglende kunnskapsgrunnlag må den samfunnsøkonomiske analysen i stor grad basere seg på mer eller mindre veletablerte antagelser i stedet for sikre data fra kliniske randomiserte studier. Dette dilemmaet er ikke noe som er spesielt for protonterapi. Uten at det investeres i ny medisinsk teknologi er det vanskelig å samle nok evidens til å kunne nå endelige konklusjoner om investeringene er verdt å gjøre eller ikke.

Det er ikke uproblematisk å benytte nytteedata fra tidligere studier, da resultatene er svært avhengig av studiedesign, hvilke aldersgruppen, og ikke minst hvilke diagnose pasientene som inngår i studien har. Det vil også være viktig at sammenlignende terapi er tilsvarende det vi bruker som komparator i analysen. Et annet element som gjør det utfordrende med nytteeffekter er at det enda er uklart hvilke pasientgrupper det er som kommer til å bli behandlet med protonterapi utover standard, etablerte indikasjoner i Norge, og hvor mange pasienter fra hver diagnosegruppe som vil bli behandlet med proton. Det finnes ikke studier som måler helserelatert livskvalitet generelt i en hel populasjon med strålepasienter. Studiene er gjennomført for spesifikke diagnosegrupper.

I Norge tenker man seg at hovedgruppene med pasienter som vil kunne bli behandlet i kontrollerte studier med proton er:

Hode/hals kreft

Lungekreft

Tumor i bryst (vesentlig venstresidige)

³ QALY-kvalitetsjusterte leveår: Ved bruk av QALY måler man helserelatert livskvalitet ved både å ta hensyn til en kvalitetsforbedring i helse, og hvor lenge kvalitetsforbedringen varer. Helsekvalitet måles på en skala mellom 0 og 1. Om en behandling øker livskvaliteten fra 0,5 til 0,8, og forbedringen varer i to år blir dette 0,6 QALY

Alle barnetumorer
Mage/tarmkreft
Gynenkologisk kreft
Prostatakreft (lokalavanserte)
Kreft I bukspyttkjertel og galleveier
Sarkomer og andre sjeldne kreftformer
Lymfekreft

Dette stemmer godt overens med casemixen av pasienter som Danmark ser for seg å behandle med partikkelterapi. For å kunne gjennomføre en samfunnsøkonomisk analyse av partikkelterapi i Norge med QALY som utfallsmål er vi nødt å gjøre noen antagelser om hvilke pasientgrupper det er som vil bli behandlet, og hvor stor andel av hver gruppe som vil bli behandlet. I mange sammenhenger regnes QALY som det beste utfalls måttet å benytte i en samfunnsøkonomisk analyse. Det er konkludert med at QALY er det beste utfallsmålet å benytte. Partikkelterapi vil først og fremst kunne bedre livskvaliteten hos pasientene mer enn å øke tumor-kontrollen, og ikke gjøre så mye med livslengden (utover å redusere tidlig død hos enkelte som får alvorlige senskader av stråling, inkludert sekundærkreft). Reduserte tilfeller med langsiktige eller akutte bivirkninger eller kroniske senskader er utfallsmål som kunne vært benyttet, men det finnes lite informasjon om hyppighet av det siste innen disse områdene i litteraturen. Når det gjelder akutte bivirkninger. Begynner det å komme bekreftende studier fra hode-hals svulster og mage-tar, bukspyttkjertelbehandling med protoner, der klar reduksjon i akutte bivirkninger med mindre hospitaliseringsbehov, behov for sondenæring og lignende under, og kort etter strålebehandlingen er registrert. Dette er helt i overenstemmelse med den reduserte belastningen av slimhinner og tarm som doseplanene for protoner forutsier i forhold til fotondoseplanene. For sene stråleskader er problemet at verdien av livskvaliteten vil kunne variere nye i observasjonsperioden, fra god de første årene, til progressivt verre.

For å få kunne gjennomføre en QALY-analyse uten å bruke et flatt gjennomsnitt for QALY for hele pasientpopulasjonen er det gjort antagelser om hvilke pasienter som kommer til å bli behandlet, og hvor stor andel av hver pasientgruppe som blir behandlet. Det må poengteres at dette er antagelser, og det er langt fra sikkert at det er slik det blir når en eventuelt starter opp med protonterapi i Norge. Hvem det er som vil bli tilbudt protonbehandling vil blant annet avhenge av hvilke indikasjoner og protokoller fagmiljøet blir enig om.

For den samfunnsøkonomiske analysen er det tatt utgangspunkt i de diagnose-gruppene som er nevnt som trolige grupper å behandle. En har sammenlignet dette med den danske casemixen. Ut i fra den danske casemixen⁴ er det plukket ut de diagnosegruppene med flest pasienter (estimert pasientgrunnlag), og regnet på hvor store andeler dette utgjør av den totale populasjonen som disse gruppene utgjør. Samme størrelsesforhold mellom disse gruppene som i Danmark er benyttet for å finne hvor stor andel fra hver pasientgruppe en tenker behandlet med proton. Andelene er justert i ettertid av flere norske eksperter innen onkologi for å tilpasse estimatene norske forhold på best mulig måte. I den prosessen ble det også i tillegg lagt til en gruppe pasienter benevnt andre, hvor mer sjeldne diagnoser som man tenker behandlet med proton inngår. Andelen pasienter i fra hver diagnosegruppe vises i den andre kolonnen i tabell 2. Tabellen viser også QALY-verdiene som er oppnådd for de aktuelle pasientgruppene ved å bli behandlet med proton i stedet for foton i de ganske få studiene der dette er forsøkt estimert. Hvilke terapi som er sammenlignet når nytteestimatene er fremkommet vises også. Når det gjelder QALY-verdiene som fremkommer for alle barnetumorer er disse basert på målinger hos medulloblastompatienter, men vil i denne analysen likevel bli brukt for alle barnepasientene. Vi har ikke lyktes i finne QALY-verdier for pasienter med GI eller gynekologisk kreft. Her har

⁴ Hentet fra *The Danish National center for particle radiotherapy, 2012*

Samfunnsøkonomiske vurderinger og beregninger

Side 9 av 30

ekspertene⁵ gjort antagelser om QALY oppnådd. Det kan virke feil å skulle sammenligne CRT (konvensjonell fotonterapi) med PBT (protonbehandling), og særlig i studier som er gammel. Dette er fordi den konvensjonelle stråleterapien har endret og utviklet seg svært mye bare de ti siste årene. Dette skulle tilsi at effekten av protonterapi er mindre enn den var sammenlignet med fotonterapi per dags dato. På en annen side har også protonterapi utviklet seg de siste årene. Vi mener derfor det er en rimelig antagelse å si at forholdet mellom nytteeffekter oppnådd med proton og foton er «steady state», siden begge behandlingsformene har utviklet seg positivt.

For de pasientgruppene hvor det foreligger flere studier og QALY-verdier vil det bli benyttet en gjennomsnittsverdi. Når det gjelder QALY-verdiene som fremkommer for alle barnetumorer er disse basert på målinger hos medulloblastomapasienter, men vil i denne analysen likevel bli brukt for alle barnepasientene.

De er svært avhengige av premissene som er lagt for studiene, det vil for eksempel kunne være variasjoner i hvilke aldersgruppe pasientene er i, noe som kan påvirke QALY-verdiene. Noen studier er rene dosimetriske studier med sammenlignende litteraturanalyser. Det er i denne analysen ikke gjort antakelser om aldersfordelingen i pasientpopulasjonen, annet enn at det er antatt at 3% av pasientene vil være barn og at 85% vil være i arbeidsfør alder (<67).

Diagnosegruppe	Andel	QALY oppnådd	Terapi som er sammenlignet	Kilde/land
Bryst cancer	10%	0.10	PBT vs. CRT	Lundkvist et.al 2005, Sverige
Tumor i hode/hals	16%	1.02	PBT vs. IMRT	Lundkvist et.al 2005, Sverige
Lunge cancer	20%	0,35	PBT vs. CRT	Grutters et al 2010, Holland
Alle barnetumorer	3%	0.683 3.46 0.98 Snitt: 1,7	PBT vs. CRT PBT vs. IMRT PBT vs. IMRT	Lundkvist et al 2005, Sverige Mailhot-Vega et.al 2013, USA Hirano et al, 2014, Japan
Prostata	10%	0.46	PBT vs. IMRT	Konski et al 2007, USA
G.I./Gyn	25%	2,0		Ekspert antagelse
Andre	16%	1		Ekspert antagelse (snitt av alle)

Tabell 2. Effekt av protonbehandling målt i QALY – Diagnosegrupper som trolig vil bli behandlet med proton

⁵ Ekspertgruppen var sammensatt av Olav Mella, Einar Dale, Jo-Åsmund Lund

3. Antakelser som ligger til grunn for analysen

Bak enhver samfunnsøkonomisk analyse ligger det en rekke antakelser og forutsetninger til grunn. Hvilke antakelser som er gjort, og hvilke bakgrunnstall som ligger til grunn er presentert i dette kapitlet. Det finnes en systematisk oversikt over forutsetningene og antakelsene i vedlegg 1.

3.1. Behandlingstid, pasientgjennomstrøm og pasientgrunnlag

I konseptfasen er det lagt til grunn at det vil ta 25 minutter og gjennomføre en fraksjon (behandling), og det er antatt at det i snitt vil bli gitt 26 fraksjoner i en behandlingsserie per pasient. Det er videre antatt at 13 timer åpningstid per dag 240 dager i året. Med disse forutsetningene vil hvert rom kunne utføre 31 fraksjoner per dag. Dette innebærer at en kan behandle 288 pasienter i året per rom. ($31 \text{ fraksjoner per dag} \times 240 \text{ dager} = 7488 \text{ fraksjoner i året}$. $7488 \text{ fraksjoner} / 26 \text{ per pasient} = 288 \text{ pasienter per rom per år}$). I den samfunnsøkonomiske analysen er det antatt full kapasitet ved senteret fra dag 1. I virkeligheten er det lagt opp til et løp hvor det vil ta 5-6 år før en har nådd full kapasitet.

Det er gjort en framskriving av antall strålepasienter i 2022 og 2030 i Norge. Framskrivningen er basert på at det vil komme 2% nye strålepasienter hvert år. I 2022 er det antatt å være totalt 14 822 strålepasienter i Norge. I dette anslaget regner man med at 12% av det totale antall strålepasienter kan ha fordel av å behandles med proton. Det vil si 1780 pasienter. Det er videre antatt at 15% av disse vil bli tilbudt partikkelterapi som standard behandling, mens 85% vil bli tilbudt protonbehandling som en del av en kontrollert klinisk studie.

I hvert av alternativene som vurderes ligger det til grunn ut i fra en medisinsk vurdering at det er 1780 pasienter en skal kunne behandle, og de totale kostnadene og den totale nytten som fremkommer i analysen vil derfor være for 1780 pasienter. Antall behandlingsrom en legger opp til i hvert utbyggingsalternativ avgjør hvor mange pasienter som reelt kan behandles med proton og foton. I 0-alternativene er det antall sendt til utlandet som avgjør hvor mange av de 1780 pasientene som får protonbehandling. Det vil ikke være kapasitet til å behandle alle de 1780 pasientene som potensielt kunne ha fått protonbehandling i utbyggingsalternativene, slik det første utbyggingstrinnet i konseptfasen er skissert.

Ut i fra framskrivningen av pasientgrunnlaget er det estimert et antall pasienter som kan behandles med proton i hver helseregion. Dette vises i tabell 3. under. I den samfunnsøkonomiske analysen er det lagt til grunn at alle barn vil bli prioritert. Det er antatt å være 3% barn som kan være potensielle mottakere av protonbehandling. Av disse 3% er det antatt at 10% er palliative, og at disse da likevel ikke vil være aktuelle for proton, men vil ha god nytte av fotonbehandling og vil heller få det. I samtlige alternativ er det slik at 48 barn får protonbehandling, mens 5 barn får fotonbehandling.

2022	Norge	Helse Sør-Øst	Helse Nord	Helse Midt-Norge	Helse Vest
Pasienter	1780	997	178	232	373
Andel	100%	56%	10%	13%	21%
Antall barn (3%)	53	30	5	7	11

Tabell 3. Antall pasienter som er antatt å kunne få proton behandling

Tabell 4 viser en oversikt over hvor mange pasienter som kan bli behandlet med proton med ulikt antall rom. Dette er under forutsetningen av at senteret og alle behandlingsrommene drives ved fullkapasitet. Resterende pasienter som det ikke er kapasitet til å behandle med proton er antatt å få fotonterapi. Antallet vises i siste kolonne.

Behandlings-rom	Protonbehandling	Fotonbehandling
1	288	1492
2	576	1204
3	864	916
4	1152	628

Tabell 4. Antall pasienter som kan behandles med proton og foton i de ulike kapasiteter

Når det gjelder protonpasientene er andelen pasienter fra hver helseregion brukt som grunnlag for hvor mange fra hver region som får behandling. Det vil si at om det for eksempel er kapasitet til å behandle 288 med proton vil 56% av pasientene komme fra Helse Sør-Øst, 10% fra Helse Nord, 13% fra Helse Midt-Norge, og 21% fra Helse Vest. Denne antagelsen er gjort for å ivareta prinsippene om lik tilgang til helsetjeneste.

3.2. Null-alternativene

Basert på de nye avtalene som vil gjelde fra 2017 vil det bli sendt ca.100 pasienter til utlandet for partikkelterapi, i 2022, og 200 i 2030. Dette er fremskrevet og estimerte tall. Pasientgrunlaget det planlegges å gjennomføre standardterapi for er noe høyere. Totalt vil det være 1780 pasienter med behov for partikkelterapi. Danmark legger til grunn at 15% av pasientene vil få protonterapi som standardterapi, mens 85% av pasientene vil bli tilbudt protonterapi som en del av en kontrollert klinisk studie. Denne splitten er også tatt inn i den norske planleggingen for partikkelterapi. Dette innebærer at ca.270 pasienter skal tilbys standardterapi i Norge. Slik utbyggingsalternativene er konstruert vil det i alle alternativene være slik at disse vil kunne få protonterapi. Hvor mange som kan inkluderes i kliniske studier avhenger av hvor stor kapasitet det bygges for, men det vil aldri være hele pasientpopulasjonen som har potensiell nytte av for protonterapi.

Antall pasienter som behandles med proton (100 pasienter i 2022) vil i 0-alternativet være færre enn det vi antar skal ha standardterapi. 0-alternativet er fremtidens situasjon om man ikke bygger senter for partikkelterapi. I alternativ 0a antar vi at det sendes like mange pasienter til utlandet for proton behandling (850), som det er antatt at vi klarer å behandle i utbyggingsalternativene 1a og 2a. Mens i 0b, ser vi for oss at det sendes like mange pasienter til utlandet for protonbehandling som i alternativ 1b og 2b (1150). I 0+ alternativet antar vi at det sendes 267 pasienter til utlandet. Dette er likt antall pasienter som en antar vil få protonterapi som standardterapi.

Kostnadene for protonbehandling er innhentet fra utenlandskontoret ved OUS. I 2015 var det utgifter på til sammen 37 millioner kroner for å behandle 46 pasienter. Det gir en snittkostnad på 804 348,- per pasient, inkludert transport og opphold. Om man trekker ut kostnadene for opphold og transport er gjennomsnittskostnaden 786 427,- i snitt. 25% av pasientene er behandlet i USA, mens resten av pasientene er behandlet i Tyskland. Det er ulike kostnader ved hvert av stedene, vi bruker gjennomsnittskostnader. Vi har ikke inkludert kostnader knyttet til liggedøgn i sykehus, da vi antar kostnader for dette er innregnet i prisen for utenlandsbehandlingen. Vi har fått oppgitt at noen barn også har mottatt kjemoterapi sammen med protonterapien, og kostnadene for dette er ikke ekskludert. De må derfor sies å være noe høyere enn det som er reelt for selve protonbehandlingen.

3.3. Direkte kostnader knyttet til fotonbehandling

Det er lagt til grunn at hver pasient i snitt får 26 fraksjoner hver, og at det blir utført en kompleks doseplanlegging. De direkte behandlingskostnadene knyttet til fotonbehandling er beregnet ut i fra DRG-vektene for 2016. Enhetsprisen for en DRG er for 2016 satt til 42 081,- Det er DRG 851A-X som er utgangspunktet- disse dekker DRGene for vanlig strålebehandling, og har alle en vekt på 0,044 (tabell 5). Foruten selve kostnaden for fraksjonen kommer doseplanlegging i tillegg. Det finnes 3 ulike DRGer for doseplanlegging. Dette er DRG 850A-C, vekten varierer fra 0,043 til 0,141 alt etter hvor kompleks planleggingen er. Det er som tidligere nevnt at det er lagt til grunn 26 fraksjoner i en behandlingsserie er pasient, i tillegg kommer det 1 ordinær poliklinisk kompleks planlegging av stråleterapi (dette er den planleggingstypen som er hyppigst brukt).

DRG	Vekt	Enhetspris 2016	Totalt ISF
DRG 851A-X ("Vanlig" strålebehandling)	0,044	42 081	1 852
DRG 850 A-ordinær planlegging stråle-poliklinisk	0,068	42 081	2 862
DRG 850 B- Polikliniske kompleks planlegging av stråleterapi	0,141	42 081	5 933
DRG 850 C - Poliklinisk kontakt for simulering og annen enklere planlegging	0,043	42 081	1 809
Kostnader	Fraksjoner	Planlegging	KPP
Stråling m. 26 fraksjoner og 1 ordinær planlegging poliklinisk	26	1	51 002
Stråling m. 26 fraksjoner og 1 ordinær poliklinisk kompleks planlegging av stråleterapi	26	1	54 074
Stråling m. 26 fraksjoner og 1 ordinær poliklinisk kontakt for simulering og annen enklere planlegging	26	1	49 950
	Total kostnad	Årlig kostnad⁶	KPP
Årlige investeringskostnader (to bunkere og to linacer)	285 000 000	11 500 000	
Totale kostnader per pasient alternativ 1a og 2aa (investeringskost +ISF)			66 629
Totale kostnader per pasient alternativ 1b og 2b (investeringskost +ISF)			72 386
Gjennomsnitts kostnad per pasient (investeringskost +ISF)			69 507

Tabell 5. Direkte kostnader knyttet til protonbehandling

I grunnlaget for ISF-satsen er det ikke tatt høyde for investeringskostnader. Det er også tunge investeringer knyttet til både til MTU og bygg for fotonstråling. Det blir derfor ikke riktig å ha med kostnader for fotonbehandling uten også å ha tatt med kostnader knyttet til investeringen, når en skal sammenligne behandlingskostnadene for proton og foton.

⁶ Årlig kostnad er beregnet med 40 års levetid på bunker, og 12 års levetid på linac

Vi har derfor lagt til de årlige investeringskostnadene for 2 bunkere og 2 linacer i tillegg til selve ISFen. Vi har regnet at kapasiteten av ett protonbehandlingsrom (13 timers skift) tilsvarer omtrent 1,8 linac (ett skift), slik at vi kan regne med at 2 linacer nær har pasientkapasitet til ett protonrom med dobbeltskift. Derfor er investeringen for to linacer/bunkere/bygning et relevant sammenligningsgrunnlag. Investeringskostnadene er hentet fra HSØ sin utredning om utvidelse av stråleterapikapasitet fra 2014 (J. Røldal et.al).

3.4. Direkte kostnader knyttet til protonbehandling

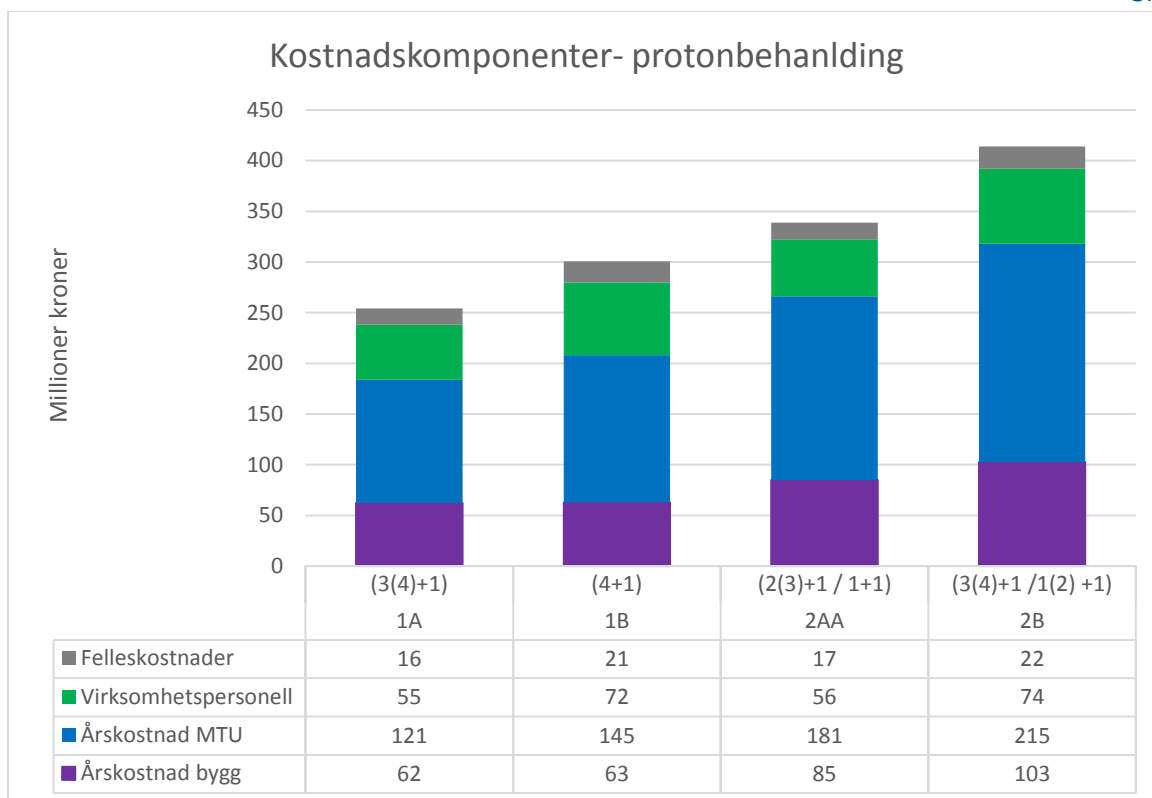
De direkte behandlingskostnadene knyttet til protonbehandling fremkommer av de årlige investeringskostnadene (LCC kostnader beregnet i kostnadskalkylen for utbyggingsalternativene), samt personalkostnader (lønnkostnader virksomhetspersonell), og de årlige kostnadene for drift, service, vedlikehold, rengjøring, forsyning, opptrapping og utvikling, og serviceavtaler.

I funksjonsprogrammet er det utarbeidet en oversikt over bemanningsbehov knyttet til antall behandlingsrom. Bemanningsplanen danner utgangspunktet for de årlige personalkostnadene knyttet til behandlingen. Tabell 6 viser en oversikt over planlagt bemanning og påfølgende lønnkostnader. Lønnkostnadene som foreligger er fra 2011 og er derfor prisjustert med lønnsindeks for ansatte i helseforetak (13,8%) fra 2011-2015.

Det er også lagt til en andel kostnader som vi regner som felleskostnader. Ethvert sykehus har en del felleskostnader, dette er typiske «overhead kostnader». Det kan også være kostnader knyttet til telefoni/ikt, kjøkken, mat, strøm, rene senger, etc. Det er naturlig å tenke at en viss andel av disse kostnadene vil tilfalle et protonseneter. I tallgrunnlaget for ISF –satsen som er brukt for kostnader ved fotonbehandling er også felleskostnader inkludert. En del av de kostnadene som typisk inngår i felleskostnadene er allerede tatt med i de årlige kostnadene for drift, service, vedlikehold, rengjøring o.l i protonseneteret osv. På grunn av dette er det lagt til en like stor andel felleskostnader som er overveltet konvensjonell stråleterapi ved Oslo Universitetssykehus HF til de direkte behandlingskostnadene. Men i stedet for en andel av de totale kostnadene er det lagt til en andel av personellkostnader. Hva som er betegnet som felleskostnader varierer fra sykehus til sykehus, dermed også andelen, og hvordan disse er fordelt ut til ulike avdelinger, så her vil det nok være litt variasjon mellom Oslo og Bergen. Tallene fra OUS var lettest tilgjengelig, og ligger derfor til grunn. Av de totale kostnader knyttet til stråleterapienheten ved OUS er det 30% felleskostnader. Vi har lagt til en andel på 30% av personalkostnadene som felleskostnader.

I investeringskalkylen er det lagt inn investeringer også for CT og MR, og PET i alternativ 2b. For at de direkte behandlingskostnadene knyttet til proton og foton skal bli så sammenlignbare som mulig er de årlige investeringskostnadene knyttet radiologi trukket ut av investeringskalkylen for de ulike utbyggingsalternativene. Dette er gjort siden kostnadene for foton ikke har med seg kostnader knyttet til radiologi. Tabell 2 i vedlegg1 viser kostnadene som er trukket ut.

Figur 1 gir en oversikt over hvilke kostnader som inngår i den direkte behandlingskostnaden til protonbehandling. Vi ser tydelig at kostnadene til MTU er den store kostnadsdriveren. Den totale kostnaden er høyest ved alternativ 2b, hvor man skal bygge to senter, mens alternativ 1a fremstår som det rimeligste alternativet.



Figur 1. Kostnadskomponenter som inngår i den direkte behandlingskostnaden av protonbehandling. Kostnader oppgitt i millioner kroner og er inkl. mva

Stillingskategori	1-roms	2-roms	3-roms	4-roms	Estimert lønnsnivå med sosiale kostnader	Personalkostnad 1-roms	Personalkostnad 2-roms	Personalkostnad 3-roms	Personalkostnad 4-roms
Medisinske fysikere	3	6	9	12	910 400	2 731 200	5 462 400	8 193 600	10 924 800
Stråleterapeut/ doseplanleggere	3	5	8	10	682 800	2 048 400	3 414 000	5 462 400	6 828 000
Stråleterapeuter	11	22	33	44	600 000	6 600 000	13 200 000	19 800 000	26 400 000
Onkologer	3	5	8	10	1 479 400	4 438 200	7 397 000	11 835 200	14 794 000
Kreftsykepleiere	3	5	8	10	682 800	2 048 400	3 414 000	5 462 400	6 828 000
Radiolog	0	1	1	2	1 479 400	-	1 479 400	1 479 400	2 958 800
Data-administrasjon for kreftpasienter	1	2	2	3	569 000	569 000	1 138 000	1 138 000	1 707 000
Helsesekretærer	2	2	2	2	569 000	1 138 000	1 138 000	1 138 000	1 138 000
Totalt	26	48	71	93	6 972 800	19 573 200	36 642 800	54 509 000	71 578 600

Tabell 6. Lønnskostnader virksomhetspersonell, hele norske kroner 2015 nivå

3.5. Indirekte kostnader ved både foton- og protonterapi

Kostnader knyttet til liggedøgn i sykehus

Det antas at 15% av de voksne fotonpasientene vil være så dårlig under behandlingen at de vil være innlagt ved sykehuset. Vi antar videre at de totalt vil være innlagt i 21 døgn. Vi antar videre at 50% av barna som mottar fotonterapi vil også være innlagt i 21 døgn. På grunnlag av at protonterapi reduserer de akutte bivirkningene antar vi at bare 10% av disse pasientene vil være inneliggende på sykehus i 21 døgn, behandlingen av disse kan i større grad foregå ambulant. Vi antar at 30% av barna som mottar proton behandling vil være inneliggende i samme lengde som de andre. Det legges til grunn en sengekostnad per døgn på 8 994,- for en voksen innlagt ved en kreftavdeling, og 17 131,- per barn per døgn innlagt ved en barneavdeling. Kostnadene er hentet fra OUS sitt kostnadsgrunnlag for kostnadsvektene 2015. Liggedøgnskostnadene inkluderer ikke kapitalkostnader, husleie og andre kostnader som ikke inngår i Helsedirektoratets kostnadsgrunnlag for ISF. Det er ikke gitt at det er ved disse avdelingen pasientene faktisk vil være inneliggende, men man antar dette for enkelhetens skyld i analysen.

Kostnader knyttet til sykefravær

Det er opplagt at det vil være sykefravær forbundet kreftsykdom og stråleterapi. I konseptfasen har vi ikke tilgjengelig sykefraværdata fra FD-trygd databasen, så vi kan ikke med sikkerhet si hvor lenge strålepatientene er sykemeldt. Det er all grunn til å tro at det vil være forskjeller i hvor lenge pasientene er sykemeldt ettersom de behandles med protoner eller fotoner. Det vil helt klart være av stor betydning for samfunnet om sykefraværet reduseres som konsekvens av kreftbehandlingen. I modellen har vi lagt inn to estimater på sykefravær og kostnader knyttet til dette. Det ene er sykemelding på kort sikt, som vi antar inntreffer under behandling og eventuelt like etter behandling. Det andre er sykemelding på lang sikt. De som får sene stråleskader kan ha dette som progressivt funksjonstap, med forverrelse av plagene mange år i etterkant. Ut i fra vurderinger gjort av eksperter på onkologi antar vi at 85% av fotonpasientene (de som er antatt å være i arbeidsfør alder)⁷ er

⁷ Hele pasientgrunnet vil ikke være i arbeidsfør alder, men det er høyst usikkert hvor mange av de 1780 som antas å være i arbeidsfør alder. Mest sannsynlig vil det være en sterk prioritering av yngre pasienter, og pasienter med lang forventet levetid etter behandling (grunnet rasjonale om at det er langtidsbivirkningene som reduseres mest) som vil være foretrukket å få behandling med protoner. Vi antar at 85% av pasientgrunnet vil være i arbeidsfør alder, og altså yngre enn 67 år.

sykemeldt i fire måneder under og rett etter behandling. Videre antar vi at ved protonbehandling vil halvparten av disse pasientene halvere sykemeldingslengden, mens resterende halvpart vil være sykemeldt i fire måneder. Ved behandling av barn antar vi at en foresatt er sykemeldt på samme måte som voksen. Når det gjelder sykefravær på lengre sikt er det antatt at 35% av de pasientene som er i arbeidsfør alder er sykemeldt i seks måneder om de behandles med foton. Halvparten av disse 35% pasientene vil være sykemeldt i 3 måneder om de behandles med proton. Merk at antagelsene rundt dette er høyst usikre, og at dette er noe som bør følges opp og registreres i seinere studier. Kostnadene knyttet til sykefravær er tatt med for å demonstrere den samfunnsøkonomiske effekten av redusert sykefravær. Gjennomsnittslønn for alle ansatte (kjønn/heltid/deltid) ligger til grunn for sykefraværskostnaden, 43 400,- pr måned (SSB). Etter veileder for samfunnsøkonomisk analyse skal det legges til ekstra for arbeidsgiveravgift og sosialkostnader. Det foreslås i veilederen at det legges til 20% for dette. Sykelønnskostnaden per måned er dermed sett til å være 52 080,-.

I utbyggingsalternativet med fire rom koster det ca. 270 000 å behandle en pasient med proton, til sammenligning koster det ca. 92 000,- å behandle et pasient med fotoner. Det er en forskjell på ca. 178 000,-. En måned sykefravær koster samfunnet 52 080,- Det vi si at merkostnaden ved protonbehandling sammenlignet ved foton behandling er innspart om det er slik at en protonpasient er sykemeldt i 3,4 måneder mindre enn en foton pasient.

Kostnader knyttet til bruk av pasienthotell

For å finne kostnader knyttet til bruk av pasienthotell er det antatt en pris på kr. 800,- per døgn for enkelt rom, og kr. 1200,- for et dobbeltrom, for barn i følge med voksen. Det er videre antatt at pasientene ligger på hotellet i 38 døgn, altså at de ikke reiser hjem i helgene når det er behandlingsfri. Det er variasjoner i hvor mange pasienter som bruker pasienthotellet fra foretak til foretak. Ved Haukeland Universitetssykehus ligger ca. 33% av strålepasientene på hotellet ved behandling, og dette legges til grunn for Helse Vest. I Helse Nord antas det at ca. 85% av strålepasientene ligger på hotell, mens i Helse- Midt Norge ligger ca. 22% på hotellet. I helse Sør-Øst er det antatt at ca. 15% av pasienten benytter pasienthotellet under behandling. Det er ikke antatt at det er forskjell på bruk av antall netter på hotell ved foton- og protonterapi. Kostnader knyttet til hotell er med fordi den vil variere med hvor et eventuelt nasjonalt protonsenters vil ligge.

Kostnader knyttet til transport

Transportkostnader knyttet til fotonpasienter er ikke tatt med, da disse kostnadene er antatt å være de samme uavhengig av alternativ man ser på. Det er beregnet transportkostnader for pasientreiser mellom helseregionene for de pasientene som mottar protonbehandling. Det er bare antatt en reise tur-retur knyttet til behandlingen. Det er SAS priser som ligger til grunn. Det er bare flykostnaden fra by til by som er beregnet, ikke reising innad i den regionale helseregionen. Tabell 7 viser de prisene som er benyttet. For barn er det regnet med en voksen på reisen som følge.

Pris tur-retur	Voksen	Barn	Barn + voksen
Tromsø-Bergen	2698	2188	4886
Tromsø-Oslo	1998	1626	3624
Trondheim- Bergen	1798	1474	3272
Trondheim- Oslo	1798	1474	3272
Oslo-Bergen	1798	1474	3272
Bergen - Oslo	1798	1474	3272

Tabell 7. Transportkostnader mellom de regionale helseregionene

3.6. Kostnader som ikke er inkludert i den samfunnsøkonomiske analysen

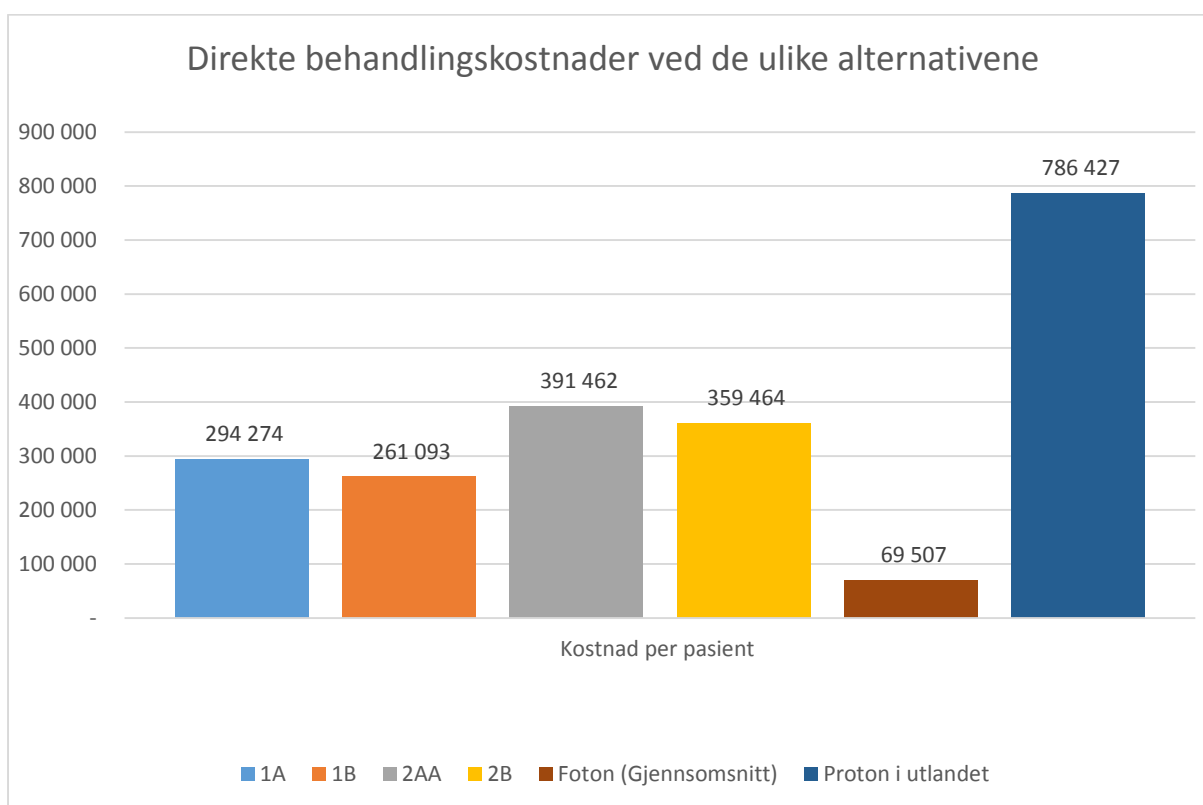
Det er i en samfunnsøkonomisk analyse vanskelig å estimere og dekke alle kostnader som er knyttet direkte eller indirekte til behandlingen det gjøres en evaluering av. Til tross for at det er ønskelig med et så bredt kostnadsperspektiv som mulig er ikke alle relevante kostnader inkludert i denne analysen. Flere av kostnadselementene som ikke er innhentet skyldes kort analyseperiode, og vanskeligheter med å få hentet ut relevante data.

Disse kostnadene er ikke inkludert i analysen:

- Kapitalkostnader (avskrivninger og lånerentekostnader på investering)
- Kostnader knyttet til behandling av spesifikke bivirkninger og seinskader
- Kostnader som oppstår i primærhelsetjenesten i forbindelse med strålebehandling
- Pasientens egne kostnader knyttet til sykdom
- Kostnader knyttet til behandling som blir gitt i kombinasjon med stråleterapi
- Personellkostnader knyttet til forskingsdel

4. Resultat

4.1. Direkte behandlingskostnader per pasient per alternativ



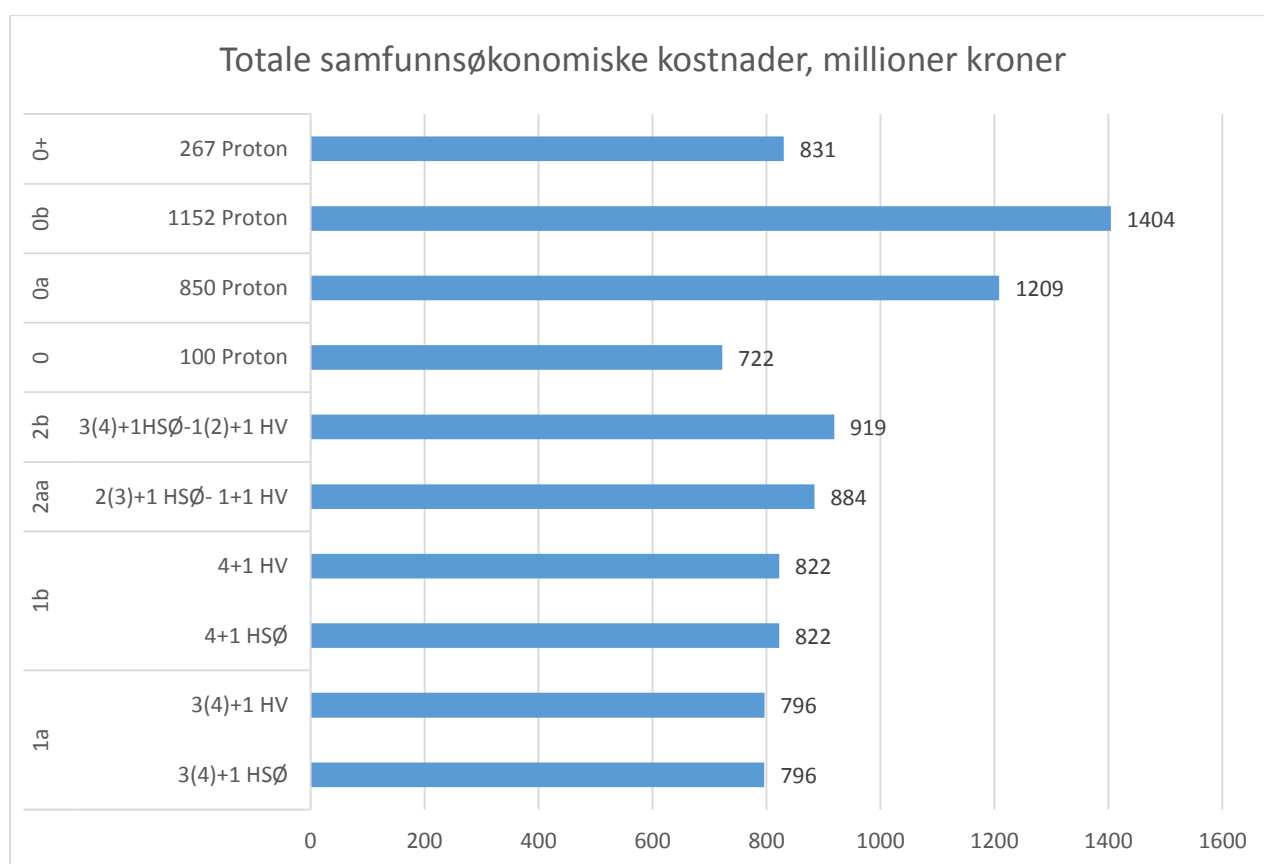
Figur 2. Direkte behandlingskostnader per pasient

Kostnaden per pasient varierer selvsagt med hvor mange pasienter det er mulig å behandle. Om vi forutsetter full kapasitet i 2022 viser figur 2. de direkte behandlingskostnadene per pasient per alternativ. Gjennomsnittskostnaden per pasient er fallende med antall rom i bygget. Det kommer tydelig frem her at kostnad per pasient er høyest ved to-senters alternativene om man ser på utbyggingsalternativene. Dette skyldes selvsagt investeringskostnader to plasser. Den dyreste behandlingskostnaden per pasient er knyttet til protonbehandling i utlandet (reise, opphold og kost er holdt utenfor). Fotonbehandling har desidert den laveste kostnaden (ISF satsen pluss årlige investeringskostnader for to bunkere og to linacer inkludert). Den laveste kostnaden per pasient oppnås ved utbyggingsalternativ 1b. (I de direkte behandlingskostnadene per pasient inngår investeringskostnad for bygg og anlegg, forvaltningskostnader, drift og vedlikeholdskostnader, utvikling og utskiftningskostnader bygg og MTU, forsyningskostnader, renholds kostnader, drift, service og vedlikehold MTU, kostnader knyttet til virksomhetspersonell, figur 1 viser en enkel oversikt over de ulike komponentene. Kostnader knyttet til CT/MR/PET er trukket ut, siden dette ikke er inkludert i kostnadene for fotonbehandling).

Kostnadsdifferansen mellom foton- og protonbehandling er størst ved alternativ 2aa. Å behandle med proton i dette tilfellet er 5,5 ganger så dyrt som med foton. Kostnadsdifferansen er lavest ved alternativ 1b, å behandle med proton i dette alternativet er 3,7 ganger så dyrt som å behandle med foton. Differansen mellom kostnaden for proton og fotonbehandling er større her enn det vi har sett er vanlig i den internasjonale litteraturen. Normalt sett er det

funnet at protonterapi vil være 2-3 ganger så dyrt som fotonbehandling (Peeters et.al, 2009). Det er klart at det er vanskelig å sammenligne kostnadsdifferansen mellom ulike land, da det vil variere fra studie til studie hvilke kostnader det er som inkluderes. En forklaring til at det er større differanse mellom proton og foton i denne analysen kan være at vi har lagt til en bolk felleskostnader fra sykehuset. (Normalt sett kan alle sykehusfunksjoner knyttes til en andel felleskostnader) Felleskostnaden utgjør mellom 5 og 7% av de totale behandlingkostnadene. Det er også inkludert lønnskostnader i estimatet, disse kan være forskjellig i forhold til utlandet. Videre er det mulig at ISF-satsen og medfølgende investeringskostnad ikke speiler sannheten, og at fotonkostnaden er underestimert. Investeringskostnaden knyttet til fotonbehandling er inkludert i kostnaden for foton, men er langt lavere enn investeringskostnaden for proton.

4.2. Samfunnets kostnader knyttet til strålebehandling av 1780 pasienter



Figur 3.

Samfunnet totale kostnader ved å behandle 1780 pasienter, millioner kroner

Figur 3 viser en oversikt over samfunnets totale kostnader ved å behandle 1780 pasienter. Alternativ 0b har høyeste total kostnad, mens 0-alternativet fremstår som det minst kostbare alternativet. Av utbyggingsalternativene er det alternativ 1a som er det rimeligste alternativet når en ser på samtlige kostnader forbundet med behandling av de 1780 pasientene. Når vi bare så på direkte behandlingkostnader er 1b det rimeligste alternativet. To-senters løsningene er mest kostbare av utbyggingsalternativene, men når man ser på de totale kostnadene er det alternativ 2b som er den mest kostbare løsningen, sammenlignet med direkte behandlingkostnader hvor 2a var mest kostbar. 0a og 0b har svært høye kostnader sammenlignet med de andre alternativene. 0+ er rimeligere, og koster noe mer enn 1b.

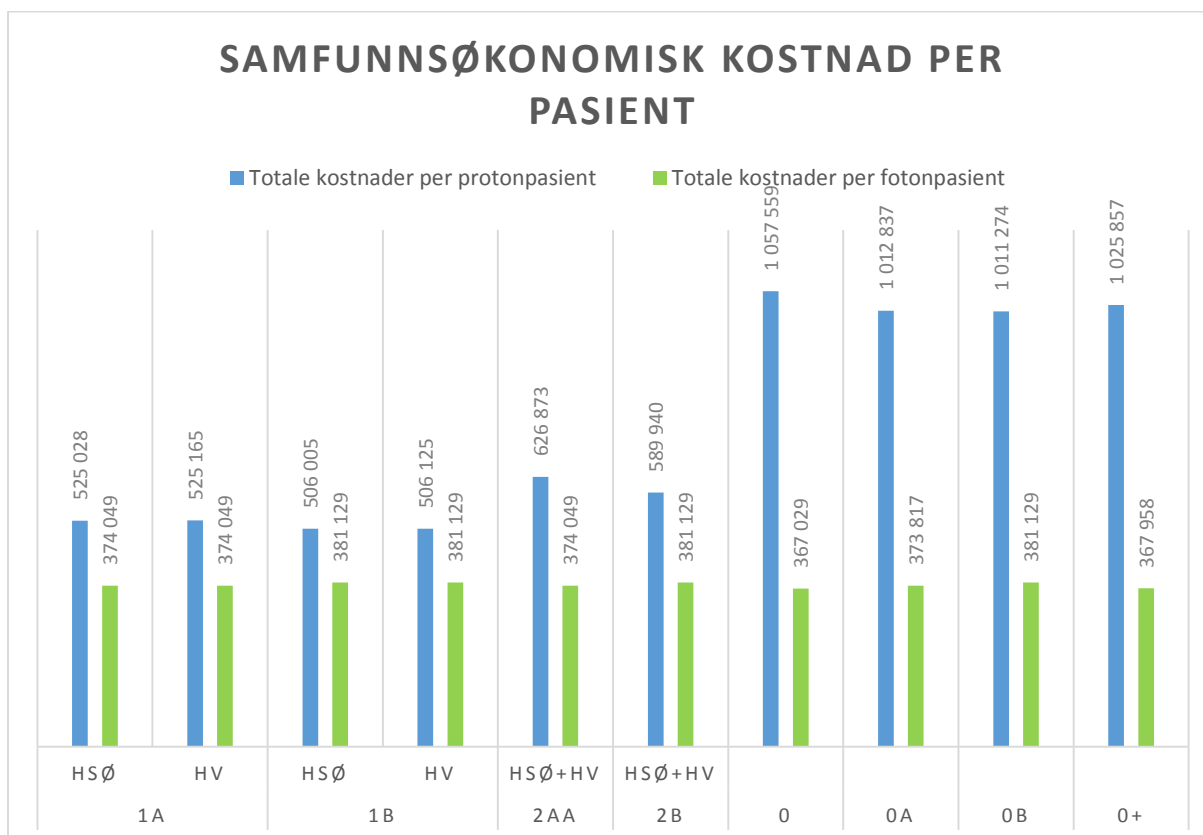
Tabell 8 viser også samfunnets totale kostnader forbundet med å behandle 1780 strålepasienter, og har med en oversikt over hva det totalt vil koste å behandle protonpasientene og fotonpasientene i hvert alternativ, og hvor mange pasienter som får hvilken behandling. Som vi så i figuren over er det alternativ 0 som har lavest total kostnad, men det er også i dette alternativet at en behandler færrest pasienter med proton. 1a har den laveste kostnaden for protonterapi. I dette alternativet behandles 864 pasienter med proton. Det er det samme som i 2aa, en ser her den tydelige kostnadskonsekvensen av å bygge to senter. Det er 88 millioner dyrere å behandle 864 protonpasienter i alternativ 2aa enn å behandle de i 1a. I alternativ 1b, 2b og 0b behandles 1152 pasienter. Det er 485,3 millioner dyrere å behandle 1152 protonpasienter i 0b, sammenlignet med 2b, og det er 582 millioner kroner dyrere enn i 1b.

Kostnader	1a		1b		2aa	2b	0	0a	0b	0+
	3(4) +1 HSØ	3(4) +1 HV	4+1 HSØ	4+1 HV	2(3) +1 HSØ 1 +1 HV	3(4)+1 HSØ 1(2) +1 HV				
Protonterapi	453,6	453,7	582,9	583,1	541,6	679,6	105,8	860,9	1165,0	273,9
Fotonterapi	342,6	342,6	293,3	293,3	342,6	239,3	616,6	347,6	239,3	556,7
Totalt	796,3	796,4	822,3	822,4	884,2	919,0	722,4	1208,6	1404,3	830,6
Protonbehandlet	864	864	1152	1152	864	1152	100	850	1152	267
Fotonbehandlet	916	916	628	628	916	628	1680	930	628	1513
Totalt	1780	1780	1780	1780	1780	1780	1780	1780	1780	1780

Tabell 8. Samfunnets totale kostnader knyttet til strålebehandling av 1780 pasienter (Millioner kroner)

4.3. Samfunnsøkonomisk kostnad per pasient

Samfunnsøkonomisk kostnad per protonpasient er høyest i 0- alternativet, og lavest i alternativ 1b (figur 4). Kostnadene ved alternativ 1a er omtrent på samme nivå. To- senters alternativene er de mest kostbare utbyggingsalternativene. Det er relativt små variasjoner i kostnad per fotonpasient fra alternativ til alternativ. Kostnadsforskjellene mellom å behandle med proton og foton er mindre når den samfunnsøkonomiske kostnaden er inkludert i analysen. I alternativ 1b var den direkte behandlingskostnaden knyttet til proton 3,7 ganger så kostbar som fotonbehandling. Når de samfunnsøkonomiske kostnadene er inkludert i analysen er protonterapi bare 1,3 ganger så dyrt. I alternativ 2aa er den direktebehandlingskostnaden med proton 5,5 ganger så dyr som fotonbehandling. Når de samfunnsøkonomiske kostnadene er inkludert er protonbehandlingen bare 1,7 ganger så dyr som fotonbehandlingen per pasient. Når man også inkluderer kostnader knyttet til spart behandling av bivirkninger, og seinskader vil de samfunnsøkonomiske kostnadene knyttet til protonbehandling raskt reduseres, og være lavere enn ved fotonbehandling. Det er først og fremst langtidsskadene knyttet til fotonbehandling man ønsker å redusere ved å gi protonbehandling. Dessverre er det vanskelig å estimere nøyaktige besparelser og tallfeste dette i analysen. Dette skyldes først og fremst mangel på gode data og litteratur som omhandler temaet. Det er likevel helt klart at det vil være en rekke effekter av partikkelterapi som vil påvirke samfunnsøkonomiske lønnsomhet av å investere i et ett eller flere protonsenters.



Figur 4. Samfunnsøkonomisk kostnad per proton- og fotonpasient ved hvert alternativ

Det er verdt å merke seg at vi i denne analysen bare har beregnet effekter av sykefravær. Sykefraværet under behandling vil typisk kortes ned om man behandler med proton kontra foton. De fleste pasientene som er i en kurativ setting er i arbeidsfør alder, og enhver reduksjon av sykefravær og uførhet vil være en besparelse for samfunnet, det vil redusere produktivitetstapet. Bivirkninger av behandlingen påvirker lengden på sykefraværet. Disse bivirkningene kan være kortsiktige og langsiktige. Det er stor grunn til å tro at protonbehandling kan redusere både sykefravær og andel pasienter som blir uføretrygdet, men det er dog uvisst i hvilket omfang dette vil gjøre seg gjeldene. Det er i analysen likevel gjort et forsøk på å trekke inn sykefraværskostnader for å illustrere hvilke effekt dette kan ha på samfunnsøkonomisk lønnsomhet. Dette er gjort uten at vi har sikre data til å estimere effektene. Sykefraværlengden for proton- og fotonpasienter er basert på konservative anslag, vi mener er realistiske. Men i virkeligheten kan dette se annerledes ut. Per pasient er det i alternativ 1b 124 876,- kroner dyrere å behandle en protonpasient sammenlignet med en fotonpasient. I sykkelønn utgjør dette en forskjell på rett i overkant av to måneders sykemelding. Det vil si at i det en fotonpasient er sykemeldt i 2,4 måneder lengre enn en protonpasient, vil den samfunnsøkonomiske kostnaden for protonbehandling være lavere per pasient enn kostnaden for fotonbehandling per pasient. Målt i antall døgn i sykeseng ved en kreftavdeling vil den samfunnsøkonomiske merkostnaden ved protonbehandling kontra fotonbehandling være innspart i det en fotonpasient må ligge 14 døgn eller mer enn protonpasienten.

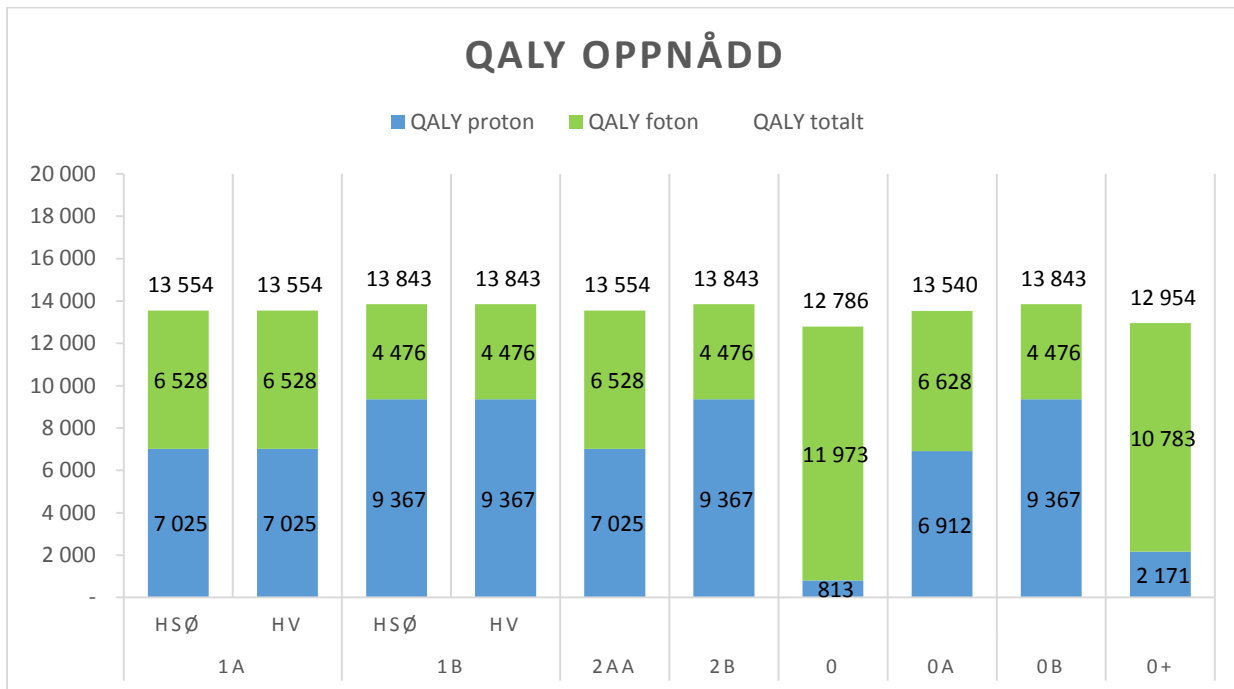
Flere av studiene som også måler nytteeffekten av protonbehandling versus fotonbehandling peker på at protonbehandling er forbudt med reduserte sannsynlighet for bivirkninger, for å få andre sykdommer og sannsynlighet for å få sekundærcancer. Det nevnes for eksempel at brystkreftpasienter har en viss risiko for å utvikle ischemisk hjertesykdom, andre kardiovaskulære lidelser eller lungebetennelse. At protonterapi kan forhindre eller

redusere sannsynlighet for slike sykdommer gjør at en vil spare samfunnet for relativt store behandlingskostnader, kostnader knyttet til sykefravær og uførhet. Reduksjon i slike type sykdommer vil øke den samfunnsøkonomiske lønnsomheten av protonsender. Mange barn med medulloblastom opplever både hørselstap, tap av IQ og mangel på veksthormoner ved fotonbehandling. Å for eksempel redusere antall barn med hørselstap vil spare samfunnet for mange kostnader, og ikke minst øke livskvaliteten og livsfunksjonen hos de pasientene det gjelder. For barn er det også gjort funn på at omlag halvparten av de som er langtids etter kreftbehandling har store helseplager. Mange av barna har store funksjonsinnskrenkinger og får som voksne redusert arbeidsevne. Produktivitetstapet er derfor stort knyttet til barn og unge som får fotonterapi. Enhver forbedring for barn og unge som øker sannsynlighet for at de kan komme i arbeid vil være med på å øke samfunnsøkonomisk lønnsomhet av investeringen. Protonterapi er forventet å ha spesielt god effekt for barn, da indre organer som fortsatt er i utvikling kan slippe store mengder stråling. Dessverre har vi ikke nøyaktige behandlingskostnader for disse lidelsene og aspektet rundt dette er ikke kvantifisert i analysen, men man bør ha dette «med i bakhodet» når man tolker resultatet av den samfunnsøkonomiske analysen.

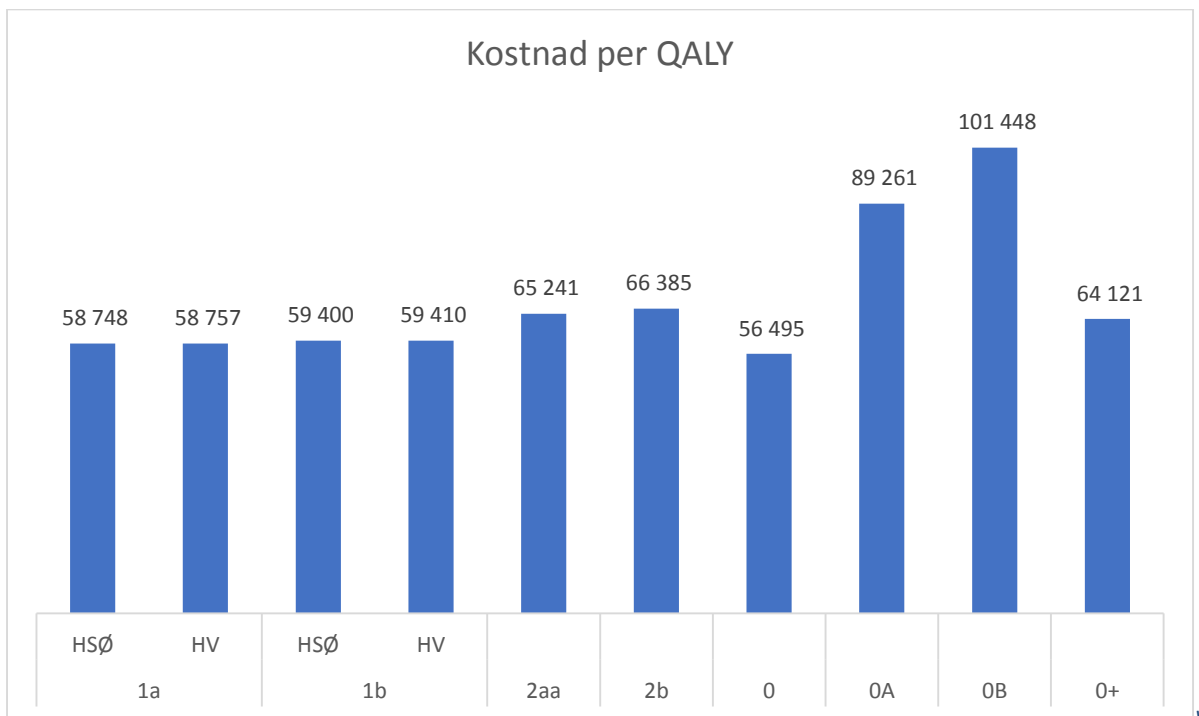
4.4. Oppnådde helseeffekter (QALY) og kostnad per QALY

Det er knyttet stor usikkerhet til QALY- verdiene, og hvor vidt de vil være treffende for den norske befolkningen og vårt pasientgrunnlag. Figur 5 viser hvor mange QALY som er oppnådd i hvert alternativ, både for proton- og foton pasienter, og totalt i hvert alternativ. Det er høyere helsenytte forbundet med protonterapi, så en vil typisk oppnå flere QALY totalt sett i de alternativene hvor det er mange pasienter som blir behandlet med proton. 0-alternativet kommer dårligst ut når det gjelder QALY, dette skyldes at det er i dette alternativet færrest pasienter blir behandlet med proton. En oppnår flest QALY totalt i alternativ 1b, 2b og 0b. I samtlige av disse alternativene blir det behandlet 1152 pasienter med proton.

Figur 6 viser kostnad per QALY per alternativ, av utbyggingsalternativene er det lavest kostnad per QALY ved alternativ 1a-HSØ. Det er altså i dette alternativet oppnår størst helse-effekt til lavest kostnad. Det er svært små forskjeller i kostnad per QALY mellom ett-senters alternativene. 0-alternativet har lavest kostnad per QALY, og kostnaden er noe lavere her enn ved utbyggingsalternativene. Det er oppnådd færre QALY i dette alternativet, men total kostnaden er så pass mye lavere, og effekten av det gir en lav kostnad per QALY. To-senters alternativene har en noe høyere kostnad per QALY enn ett-senter alternativene. 0a og 0b skiller seg ut ved å ha ganske høy kostnad per QALY sammenlignet med de andre.



Figur 5. QALY oppnådd i hvert alternativ



Figur 6. Kostnad per QALY

5. Er det kostnadseffektivt å bygge partikkelsenter?

Litt av poenget med en samfunnsøkonomisk analyse er å måle kostnaden og effekten ved ett alternativ opp mot 0-alternativet, for å finne merkostnaden og merverdien av en intervensjon kontra det konvensjonelle. Tabell 11 viser dette for alle utbyggingsalternativene sammenlignet med 0- alternativet. Denne fremstillingen viser at det er en merkostnad knyttet til alle utbyggingsalternativene, men disse alternativene gir også en merverdi i form av økt effekt/helse-nytte målt i QALY. Det vil altså si at utbyggingsalternativene koster mer, men også gir bedre effekt. Spørsmålet er da hva man er villig til å betale for denne helseforbedringen. Den inkrementelle kostnadseffektivitetsratioen (ICER)⁸ viser hva det koster å oppnå en QALY med hvert av utbyggingsalternativene i forhold til med 0-alternativet. ICER er et statistisk mål som kan være med å avgjøre om en intervensjon kan sees på som kostnadseffektiv eller ikke. Om en intervensjon er kostnadseffektiv eller ikke avhenger av hva betalingsviljen for helsegodet er. Om ICER kommer under terskelen for betalingsvilje vil intervensjonen eller investeringen kunne betraktes som kostnadseffektiv. I Norge er ikke betalingsvilligheten helt entydig, eller satt som en helt bestemt terskel, men man operer med 700 000 – 800 000 som et mål for betalingsvilligheten (denne grensen vurderes nok fortsatt gjerne fra sak til sak). Men det er likevel sagt indirekte at tiltak som koster rundt 7 – 800 000,- for en QALY er akseptabelt og ansett som kostnadseffektivt.

Å bruke ICER er noe omdiskutert og vanskelig å tolke og bruke når man får negative verdier, noe som er tilfelle når vi ser på utbyggingsalternativene opp mot 0a og 0b (tabell 12). Det finnes andre tilnærminger å bruke for å kunne si noe om kostnadseffektivitet for å unngå problemene som en ICER kan ha med seg. Dette er det som i den engelske litteraturen kalles net monetary benefit (NMB), og net health benefit (NHB).

Om man beregner NMB er tiltaket kostnadseffektivt om økningen i effekt fra 0-alternativet til utbyggingsalternativet, multiplisert med betalingsvilligheten, minus økningen i kostnader er positivt. Det er her lagt til grunn en betalingsvilje på 750 000,-.

Tabell 9 viser en sammenstilling over endring i kostnad og effekt ved utbyggingsalternativene sammenlignet med 0-alternativene, samt ICER og NMB.

Utbyggingsalternativene sammenlignet med 0-alternativet

Sammenlignet med 0-alternativet er samtlige utbyggingsalternativ kostnadseffektive. Samtlige alternativer gir en **merkostnad kontra 0-alternativet**, men **øker helseeffekten** hos pasientene i alle alternativ. Det vil altså si at det vil koste mer å behandle 1780 pasienter i utbyggingsalternativene, enn i 0-alternativet, men en vil totalt sett oppnå større helseeffekt i utbyggingsalternativene. Alle ICER-verdiene er under terskelen for betalingsvilligheten for en QALY som er satt til 750 000,- i denne analysen. ICER må være lavere en betalingsvilligheten for å kunne være betraktet som samfunnsøkonomisk effektivt. Net monetary benefit må være større enn 0 for at alternativene skal betraktes som kostnadseffektivt. Samtlige alternativer har en positiv verdi i dette målet, noe som bekrefter at det er samfunnsøkonomisk lønnsomt å bygge proton senter, sammenlignet med 0-alternativet. Betalingsviljen er også satt til 750 000, - i dette målet. Merkostnaden ved å bygge proton senter er minst ved alternativ 1a, mens endringen i effekt er størst i alternativ 2b. Det mest kostnadseffektive **alternativet er 1b**, når en sammenligner med 0-alternativet.

⁸ ICER= (Kostnader ny intervensjon – kostnader gammel intervensjon) / (Effekt i ny intervensjon-effekt i gammel intervensjon)

Utbyggingsalternativet sammenlignet med 0a-alternativet

Sammenlignet med 0a- alternativet er også samtlige utbyggingsalternativ å betrakte som kostnadseffektive, og samfunnsøkonomisk lønnsomme. Samtlige alternativer vil gi en **kostnadsbesparelse sammenlignet med 0a**, samtidig som en vil oppnå **bedre helseeffekt**. Det vil altså si at ne får større helseeffekt til lavere kostnad i utbyggingsalternativene, sammenlignet med 0a. Bedringen i helseeffekt er størst i 1b og 2b, mens den er helt marginal i de andre alternativene. Her er det negativ ICER, som normalt sett ikke skal presenteres. Det er positiv verdi på samtlige NMB, noe som indikerer kostnadseffektivitet. Verdien er **høyest ved 1b**, og dette alternativet fremstår som mest lønnsomt når en sammenligner med 0a alternativet.

	1A		1B		2A	2B
Utbygging sammenlignet med 0-alternativet	HSØ	HV	HSØ	HV	HSØ + HV	HSØ +HV
Endring i kostnad	73 888 913	74 007 221	99 902 524	100 040 991	161 883 510	196 596 052
Endring i effekt	767	767	1 057	1 057	767	1 057
ICER	96 287	96 441	94 546	94 677	210 955	186 054
NMB 750 000	501 649 534	501 531 226	692 592 825	692 454 357	413 654 938	595 899296
	1A		1B		2A	2B
Utbygging sammenlignet med 0a-alternativet	HSØ	HV	HSØ	HV	HSØ + HV	HSØ +HV
Endring i kostnad	-412 308 010	-412 189 703	-386 294 400	-386 155932	-324 313 414	-289 600 871
Endring i effekt utbygging	14	14	303	303	14	303
ICER	-29 320 679	-29 312 265	-1 273 479	-1 273 022	-23 063 072	-954 714
NMB 750 000	422 854 526	422 736 219	613 797 818	613 659 350	334 859 930	517 104 289
	1A		1B		2A	2B
Utbygging sammenlignet med 0b-alternativet	HSØ	HV	HSØ	HV	HSØ + HV	HSØ +HV
Endring i kostnad	-608 083 305	-607 964 997	-582 069 694	-581 931227	-520 088 709	-485 376 166
Endring i effekt	-289	-289	-	-	-289	-
ICER	2 102 088	2 101 679			1 797 899	
NMB 750 000	391 126 403	391 008 096	582 069 694	581 931 227	303 131 807	485 376 166
	1A		1B		2A	2B
Utbygging sammenlignet med 0+ alternativet	HSØ	HV	HSØ	HV	HSØ + HV	HSØ +HV
Endring i kostnad	-34 370 935	-34 252 627	-8 357 325	-8 218 857	53 623 661	88 336 204
Endring i effekt	600	600	889	889	600	889
ICER	-57 319	-57 122	-9 402	-9 246	89 426	99 375
NMB 750 000	484 104 512	483 986 205	675 047 803	674 909 336	396 109 916	578 354 275

Tabell 9. Endring i kostnad og effekt, utbyggingsalternativene sammenlignet med null-alternativene

Utbyggingsalternativet sammenlignet med 0b-alternativet

I forhold til 0b vil en oppnå en **kostnadsbesparelse ved alle alternativ**, men endringen i effekt er derimot negativ, eller lik 0. I spørsmålet mellom utbyggingsalternativet og 0b om en ønsker en kostnadsbesparelse på bekostning av en reduksjon i samlet helse-effekt, eller lik effekt som i 0b. For de alternativene hvor det har vært mulig regne ut ICER ser vi at den overstiger terskelen for betalingsvillighet på 750 000,- det vil si at i henhold til dette målet så er ikke 1a og 2a som kostnadseffektive. I henhold til net-monetary benefit er derimot alle alternativene å anse som kostnadseffektive. Det er høyest net-monetary benefit forbundet med 1b, så sammenlignet med 0b fremstår dette som det mest lønnsomme alternativet.

Utbyggingsalternativet sammenlignet med 0+ alternativet

Sammenlignet med 0+ alternativet vil en ved utbyggingsalternativene oppnå en **kostnadsbesparelse** ved alternativ 1a og 1b. Ved to-senters løsningene vil en få en merkostnad ved utbygging sammenlignet med 0+. En oppnår en økning i helseeffekt i samtlige alternativ sammenlignet med 0+, og om en ser på net monetary benefit er samtlige alternativer å betraktes som kostnadseffektive sammenlignet med 0+. Det er alternativ **1b som fremstår som mest kostnadseffektiv**.

6. Samfunnets totale kostnader med pasientgrunnlag 2030

Hittil i analysen har en regnet på hva det koster å behandle 1780 pasienter i 2022. Det er antatt at det vil ta 1,5 år per behandlingsrom å nå full kapasitet (denne antagelsen er ikke lagt inn i analysen, det er her antatt at det er full kapasitet fra første stund). Det vil si at ved alternativ 1b) så vil det ta seks år før man når full kapasitet. Da har vi nesten nådd 2030, og pasient grunnlaget har økt. Tabell 10 viser samfunnets totale kostnader ved å behandle antall pasienter man antar trenger protonbehandling i 2030. Ut av den demografiske framskrivningen kommer det frem at det da vil være 2020 pasienter som vil ha behov for protonbehandlingen. Samfunnets kostnader vil da øke totalt sett, uten at kostnaden for protonterapi vil gå opp. Vi har lagt til grunn full utnyttelse av protonsenderet, slik at like mange pasienter vil få protonbehandling i 2030 som i 2022, men det vil være flere pasienter som kommer til å måtte bli behandlet med foton.

Kostnader	1a		1b		2aa	2b	0	0a	0b	0+
	3(4) +1 HSØ	3(4) +1 HV	4+1 HSØ	4+1 HV	2(3) +1 HSØ 1 +1 HV	3(4)+1 HSØ 1(2) +1 HV				
Protonterapi	453,6	453,7	582,9	583,1	541,6	679,6	105,8	860,9	1165,0	273,9
Fotonterapi	432,4	432,4	330,8	330,8	432,4	330,8	707,4	437,4	330,8	645,0
Totalt	886,0	886,1	913,7	913,9	974,0	1010,4	810,5	1298,3	1495,8	918,9
Protonbehandlet	864	864	1152	1152	864	1152	100	850	1152	267
Fotonbehandlet	1156	1156	868	868	1156	868	1920	1170	868	1753
Totalt	2020	2020	2020	2020	2020	2020	2020	2020	2020	2020

Tabell 10. Samfunnets totale kostnader – pasientgrunnlag 2030

0-alternativet vil fortsatt være det rimeligste alternativet når vi ser på den totale samfunnsøkonomiske kostnaden. 1a) er fortsatt det minst kostbare alternativet av utbyggingsalternativene, tett fulgt av 1b. Å behandle 2020 pasienter kontra 1780 gir ikke noe endring i rangeringen av alternativene, så lenge behandlingsskapiteten for protonpasienter er lik. Men kostnadskurven får et skift oppover. 2-sentersløsningen 2b koster nå totalt mer enn 1 mrd, og 0b, er oppe i 1,5 mrd.

Vedlegg 1. Analysens forutsetninger og antagelser

Variabel	Hva	Basis analyse
Liggedøgn sykeseng	21 døgn	Proton voksen 10% Foton voksen 15% Proton barn 30% Foton barn 50%
Kostnader liggedøgn i sykeseng	Voksen Barn	8 994,- 17 131,-
Antall barn	Totalt Proton Foton	3% 2,7% 0,3%
Arbeidsfôr alder	Antall	85% av de voksne
Sykefravær Kortsikt	Foton 4 mnd Proton 2 mnd Proton 4 mnd	85% 50% av 85% 50% av 85%
Sykefravær Langsikt	Foton 6 mnd Proton 3 mnd Proton 6 mnd	35% 50% av 35% 50% av 35%
Kostnad sykefravær	Per mnd	52 080,-
Hvor kommer protonpasientene fra	Andel pasienter fra de ulike helse regionene behandlet med proton	HSØ 56% HV 10% HMN 13% HN 21%
Pasientgruppe	Andel: Bryst Lunge Hode/hals Barn Prostata GI/GYN Andre	10% 20% 16% 3% 10% 25% 16%
Pasientgruppe	Nytte effekt: Bryst Lunge Hode/hals Barn Prostata GI/GYN Andre	QALY oppnådd: 0,1 0.35 1 1,7 0,46 2 1,2
Hotell opphold (Fratrekk for de som allerede er inneliggende i sykehus)	38 døgn per pasient	HSØ 10% HV 33% HMN 22% HN 85%
Hotell kostnader	Per døgn	Enkeltrom 800,- Dobbeltrum 1200,-
Fullkapasitet ved de ulike alternativene	Antall pasienter behandlet	1 rom 288 2 rom 576 3 rom 864 4 rom 1152

Tabell 1. Oversikt over modellens forutsetninger og antagelser

	1A	1B	2AA	2B
Radiologi kostnader	53 528 500	53 528 500	53 162 000	80 109 500
Administrasjon	8 029 275	8 029 275	7 974 300	12 016 425
MVA 25%	13 382 125	13 382 125	13 290 500	20 027 375
Totalt	74 939 900	74 939 900	74 426 800	112 153 300
Årlig kostnad	7 493 990	7 493 990	7 442 680	11 215 330

Tabell 2. Kostnader knyttet til CT/MR/PET i utbyggingsalternativet som er trukket ut av sammenligningsgrunnlaget

Vedlegg 2. Samfunnsøkonomisk analyse: bruk av QALY i vurderingen av protonterapi.

Samfunnsøkonomisk analyse: bruk av QALY i vurderingen av protonterapi

Det har i arbeidet med konseptfaseutredning for igangsetting av protonterapi i Norge blitt gjennomført et litteratursøk for å bringe klarhet i hvilke studier som er gjennomført for å fremskaffe tall for oppnådd QALY ved protonterapi relativt til intensitetsmodulert og konvensjonell fotonterapi. Vi refererer til de studier som har vært gjennomgått og som er opplistet nedenfor.

Vår konklusjon er at grunnlaget i og omfanget av studier på faktiske pasienter, hvor man har hatt som mål å gjøre analyse av QALY, er svært sparsomt. Flere av de studier som ved første øyekast fremstår som QALY-analyser er teoretiske betraktninger basert på modellstudier. Dels er også dataene hentet fra abstracts uten muligheter til å sjekke grunndata. Noen studier er gjort på pasientgrupper som en ikke ser for seg som aktuelle i Norge. Konklusjonen er at datagrunnlaget for å trekke meningsfulle og noenlunde tidsbestandige konklusjoner om QALY ved sammenligning mellom proton og fotonterapi er dels manglende og dels også basert på estimater med betydelige usikkerhet. Det er derfor ikke på nåværende tidspunkt mulig å få sikre nok data fra litteraturen og vi anbefaler -at QALY i nåværende fase ikke tillegges vekt i konseptfasearbeidet. Vi synes dermed heller ikke at den tabellen som er laget i den samfunnsøkonomiske analysen på dette punkt skal brukes, -siden QALY-tallene hviler på et for tynt analysegrunnlag. Vi vil gi honnør til de som har gjennomført et krevende forsøk på å finne frem til tilgjengelige QALY resultater.

Viktige momenter for videre arbeid:

- De studiene man har funnet frem til og analysert danner ved siden av å belyse saken med sine resultater, er likevel et utgangspunkt for videre studier og de bidrar til å peke på hvilke momenter man ved planlegging av prospektive behandlingsprotokoller bør ta hensyn til for å fremskaffe informasjon som en QALY analyse er avhengig av i fremtiden.
- Gitt at et avgjørende kriterium for å anvende protonterapi ved kreftbehandling er muligheten til å redusere bivirkninger og også for å redusere sannsynligheten for utvikling av sekundærkreft, vil man måtte inkludere QALY studier med resultater for langtidseffekter etter protonterapi for å kunne fremskaffe reelle måltall over forskjellen mellom protonterapi og fotonterapi i en samfunnsøkonomisk sammenheng. Dette må helst foregå i en prospektiv setting, der data akkumulasjon og analyse er forhåndsdefinert. Bortsett fra for korttidseffekter av strålingen, vil slike studier ta lang tid å følge opp, siden reduserte langtidsskader etter strålebehandling er et primærmål for protonterapi. Det er dermed viktig å ha en lang nok tidshorisont ved datainnsamling til å muliggjøre en tallfesting av konsekvensene av å skåne mer normalvev og i mindre grad bestråle risikoorganer. Derfor må man være påpasselig med ikke å gå ut for tidlig med vurderinger av QALY-tall ved sammenligning av protonterapi og fotonterapi.
- Et annet aspekt er at det foregår en utvikling av behandlingsteknikker også innenfor protonterapi feltet, med stadig større presisjon og stadig bedre tilpassing av behandlingen gjennom intensitetsmodulering, respirasjonsstyrt bestråling og optimalisering av omfanget av bestrålt område i pasienten. Det er dermed viktig å identifisere hvilken type og versjon av protonbehandling og fotonbehandling man legger til grunn i de analyser som etter hvert vil foreligge. Idet man søker en avklaring av samfunnsøkonomisk nytteverdi av protonterapi må man være helt sikker på at man inkluderer tallmateriale som reflekterer akkurat den typen protonterapi man ville ha gitt til pasienter i Norge i den aktuelle periode. Det er ikke riktig for dette formålet å anvende resultater fra protonbehandling utført fra 1990 tallet av og frem til aktiv bestrålingsteknikk ble innført for protonterapi. Heller ikke er det rettferdig å sammenligne moderne protonteknikk med eldre konformal stråleterapi.

Arbeidsgruppen tar til etterretning de resultater som er fremskaffet, men er av den oppfatning at en helhetlig avklaring av samfunnsøkonomisk nytteverdi av protonterapi, basert på QALY analyser og lignende metodikk, ligger et stykke frem i tid.

Referanser

- Lundkvist J et al. Proton therapy of cancer: Potential clinical advantages and cost-effectiveness, *Acta Oncologica*, 2005; 44: 850-861
- Verma V et.al. A systematic Review of the cost and cost-effectiveness studies of proton radiotherapy, *Cancer*, 2016; 00
- Proton Beam Therapy –Final Evidence Report, 2014. Institute for Clinical and Economic Review, Washington state HTA
- Konski A et a.l Is proton beam therapy cost effective in the treatment of adenocarcinoma of the prostate? *J Clin Oncol* 2007; 25: 3603-3608.
- JP Grutters et al. The Cost effectiveness of particle therapy in non-small cell lung cancer: exploring decision uncertainty and area for future research. *Cancer Treat Rev.* 2010; 36: 468-476.
- M Vega et al. Cost effectiveness of proton versus photon radiation therapy in the management of pediatric medulloblastoma. *Cancer* 2013, 119:4299-4307
- E.Hirano et al. Cost effectiveness analysis of cochlear dose reduction by proton beam therapy for medulloblastoma in childhood. *J Radiat Res* 2014; 55: 320-327
- Peeters A et al. How costly is particle therapy? Cost analysis of external beam radiotherapy with carbon-ions, protons and photons. *Radiother Oncol* 2010; 95: 45-53
- https://www.rm.dk/siteassets/om-os/a_udbud/dnu_partikelterapi/det-nationale-center-for-partikelterapi-2012.pdf



Samfunnsøkonomiske vurderinger og beregninger

DOKUMENTNUMMER: 00-000000000-00-00-00

Prosjekt	Hovedfunksjon	Disiplin	Prosess	Dokumenttype	Løpenr.	Revisjon	Side

UTARBEIDET AV

Lene Lunde	Deloitte AS	

19.05.16	3.utkast	Kostnader justert	
03.06.16	4.utkast	Ytterligere justeringer	
13.06.16		Godkjent av Styringsgruppen	
14.06.16	6.utkast	QALY analyse trukket ut i henhold til vedtak i styringsgruppen	

BEHANDLINGSPROSEDYRE

Oversendt for behandling	Forventet dato for behandling	Instans	Dato for behandling

Sammendrag

Det er en svært forenklet samfunnsøkonomisk analyse som er gjennomført, og analysen bærer preg av stor usikkerhet på mange områder. Effekten av protonbehandling, eller fotonbehandling er ikke modellert spesielt for denne analysen og det er gjort en rekke antakelser rundt samfunnsøkonomiske effekter. Det er utført en QALY analyse, men på grunnlag av at det finnes svært få studier som bringer frem QALY verdier for ulike diagnosegrupper med og uten proton er det valgt å trekke ut det som går på kvantifisert QALY og helseeffekt. Det finnes svært lite dokumentasjon på QALY oppnådd med proton og foton i de forskjellige diagnosegruppene men det er viktig å understreke at helsegevinsten ved en mer fordelaktig fordeling av stråledose likevel er veletablert.

Det er også knyttet stor usikkerhet rundt hvilke pasientgrupper som faktisk kommer til å bli behandlet med proton, om en bygger partikkelsenter i Norge. Det inngår også antagelser om hvor mange av pasientene som er inneliggende på sykehus under behandling, og hvor lenge de er sykemeldt. Antagelsen er ikke basert på data som omhandler dette. Det er også kjørt en følsomhetsanalyse i form av en scenarioranalyse, som viser at resultatene er følsomme for endringer gjort i parameterne. På grunn av den store usikkerheten rundt nytteverdiene kan man ikke legge særlig vekt på QALY analysen når man tolker resultatene.

I all hovedsak er den antatt at protonbehandling utgjør en forskjell for pasientenes livskvalitet, og sannsynlighet for å få tøffe bivirkninger, seinskader og eventuell sekundærkreft. Protoner utgjør en forskjell fordi en bestråler mindre normal vev enn man gjør med fotoner, noe som har en klar bevist fordel. Dette gjør at en kan ha kraftige stråledoser, uten at bivirkningene øker. I 2022 er det antatt å være 1780 pasienter som vil ha behov for protonbehandlingen, det er derfor til enhver tid beregnet de samfunnsøkonomiske kostnadene av å behandle 1780 pasienter. Det er antall behandlingsrom i hvert av utbyggingsalternativene (alternativt hvor mange pasienter som blir sendt til utlandet for protonbehandling) som avgjør hvor mange som behandles med proton og foton. Vi analyserer fire forskjellige utbyggingsalternativ i to forskjellige helseregioner, opp mot fire forskjellige null-alternativ.

Dette er alternativene som er analysert:

1a) - 3(4) +1¹ Helse Vest / Helse Sør- Øst 1b) - 4+1 Helse Vest / Helse Sør- Øst

2aa) - 2(3) +1F Helse Sør- Øst og 1+1 Helse Vest

2b) – 3(4) + 1F Helse Sør-Øst og 1(2) +1 Helse Vest

0)– 100 pasienter til utlandet for protonbehandling 0a) – 850 pasienter til utlandet for protonbehandling

0b) – 1150 pasienter til utlandet for protonbehandling

0+) – 267 pasienter til utlandet for proton behandling

¹ Dette betyr at det bygges fire rom, tre med utstyr for partikkelterapi, og ett med innredningsmulighet + ett rom for forskning.

Analysen viser at både direkte behandlingskostnad, og de samfunnsøkonomiske kostnadene knyttet til protonbehandling er høyere enn kostnadene som er knyttet til fotonbehandling. Den direkte behandlingskostnaden per pasient for protonterapi er fallende med økende størrelse på utbyggingsalternativet. Protonterapi er mellom 3,8 og 5,5 ganger dyrere enn fotonterapi. Direkte behandlingskostnad for fotonterapi er estimert til i snitt å være 69 507,- per pasient, mens behandlingskostnad per protonpasient varierer mellom 261 093,- og 391 462,-. Behandlingskostnaden er lavest i alternativ 1b, og høyest i alternativ 2aa når man ser på utbyggingsalternativene. Behandlingskostnaden for protonterapi i utlandet er langt høyere og ligger i snitt på 786 427,- per pasient.

Når man ser på den samfunnsøkonomiske kostnaden per pasient er forskjellene mellom proton- og fotonterapi mindre. Protonterapien er fortsatt mer kostbar, men er da bare mellom 1,3 og 1,7 ganger dyrere i utbyggingsalternativene. I alternativ 1b) er det 124 876,- kroner dyrere å behandle en protonpasient sammenlignet med en fotonpasient. I sykelønn utgjør dette en forskjell på rett i overkant av to måneders sykemelding. Det vil si at i det en fotonpasient er sykemeldt i 2,4 måneder lengre enn en protonpasient, vil den samfunnsøkonomiske kostnaden for protonbehandling være lavere per pasient enn kostnaden for fotonbehandling per pasient. Målt i antall døgn i sykeseng ved en kreftavdeling vil den samfunnsøkonomiske merkostnaden ved protonbehandling kontra fotonbehandling være innspart i det en fotonpasient må ligge 14 døgn eller mer enn protonpasienten. Det skal altså ikke store forskjeller i effekten av behandling til før protonbehandling kan sees på som mer samfunnsøkonomisk lønnsomt enn fotonterapi.

Den totale samfunnsøkonomiske kostnaden for å behandle 1780 pasienter er lavest i 0-alternativet (722 mnok), men i dette alternativet blir det ikke behandlet mer enn 100 pasienter med proton. Ut av utbyggingsalternativene er det 1a) som har lavest total kostnad (796 mnok), her blir 864 pasienter behandlet med proton. Det er liten forskjell i total kostnad mellom 1a) og 1b). For 26 millioner mer får en i 1b) behandlet 288 flere pasienter med proton. To-senters alternativene er noe mer kostbar, og en få ikke behandlet flere pasienter med proton enn man gjør i 1a) og 1b). Alternativ 2aa) er det rimeligste av to-senters løsningene (884 mnok). Alternativ 0a og 0b fremstår som de mest kostbare alternativene av alle, og total kostnaden for å behandle 1780 pasienter er over en milliard norske kroner. Grunnen til dette er at en i disse alternativene sender relativt mange pasienter til utlandet for proton behandling, og det er svært kostbart.

Om en sammenligner utbyggingsalternativene opp mot de ulike 0-alternativene finner man at utbyggingsalternativene vil gi en merkostnad for samfunnet sammenlignet med alternativ 0. Merkostnaden er lavest for alternativ 1a) (73,8 mnok i HSØ), og høyest i alternativ 2b) (196,5 mnok). Merkostnaden er forbundet med et høyere antall pasienter behandlet med proton. Helsegevinsten bør derfor totalt sett være større i utbyggingsalternativene enn i 0-alternativet. Når en sammenligner utbyggingsalternativene opp mot 0a og 0b vil man ved samtlige utbyggingsalternativ oppnå en kostnadsbesparelse. Den største besparelsen henter man i alternativ 1a) (412 mnok), mens den minste besparelsen er knyttet til 2b) (290 mnok) sammenlignet med 0a. Sammenlignet med 0b er det bare alternativ 1b og 2b en behandler like mange med proton som i null alternativet, en kan derfor si at kostnadsbesparelsen går på bekostning av et redusert antall pasienter behandlet med proton.

Merkostnaden ved å innrede et ekstra rom i eksisterende bygg er relativt liten, mens økningen i kapasitet vil være betraktelig. Marginalkostnaden ved å behandle en ekstra pasient vil være ca. 62 400,-

Innhold

Sammendrag	1
1. Samfunnsøkonomisk analyse	4
2. Antakelser som ligger til grunn for analysen	6
2.1. Behandlingstid, pasientgjennomstrøm og pasientgrunnlag	6
2.2. Null-alternativene	7
2.3. Direkte kostnader knyttet til fotonbehandling	8
2.4. Direkte kostnader knyttet til protonbehandling	9
2.5. Indirekte kostnader ved både foton- og protonterapi	12
Kostnader knyttet til liggedøgn i sykehus	12
Kostnader knyttet til sykefravær	12
Kostnader knyttet til bruk av pasienthotell	13
Kostnader knyttet til transport	13
2.6. Kostnader som ikke er inkludert i den samfunnsøkonomiske analysen	14
3. Resultat	15
3.1. Direkte behandlingstkostnader per pasient per alternativ	15
3.2. Samfunnets kostnader knyttet til strålebehandling av 1780 pasienter	16
3.3. Samfunnsøkonomisk kostnad per pasient	17
4. Utbyggingsalternativene sammenlignet med 0-alternativene	20
Utbyggingsalternativene sammenlignet med 0-alternativet	20
Utbyggingsalternativet sammenlignet med 0+ alternativet	21
Utbyggingsalternativet sammenlignet med 0a-alternativet	21
Utbyggingsalternativet sammenlignet med 0b-alternativet	21
5. Samfunnets totale kostnader med pasientgrunnlag 2030	22
6. Kostnad per pasient ved innredning av et ekstra rom	22
Vedlegg 1. Analysens forutsetninger og antagelser	24

1. Samfunnsøkonomisk analyse

Vi vurderer her samfunnsøkonomisk lønnsomhet knyttet til en rekke utbyggingsalternativer for protonsenters i Norge, for å kunne drive partikkelterapi. Per i dag finnes det ikke noe protonsenters i Norge, alternativ behandling er fotonterapi. Noen pasienter man ser kan ha stor fordel av partikkelterapi sendes i dag til utlandet for behandling. I denne analysen vurderes de samfunnsøkonomiske kostnadene relatert til å bygge partikkelsenters i Norge. I konseptfasen, som denne analysen er et supplement til, vurderes det om det skal bygges ett nasjonalt protonsenters (I Helse Sør-Øst eller i Helse Vest), eller to flerregionale senters (ett i Helse Sør-Øst og ett i Helse Vest). Hver av helseregionene har to ulike tomter som kan benyttes. Vi vurderer de samfunnsøkonomiske konsekvensene av å bygge protonsenters i ulike størrelser på de ulike stedene. De ulike utbyggingsalternativene som inngår i analysen er presentert i tabell 1.

Hver av utbyggingsalternativene skal vurderes opp mot tre forskjellige 0-alternativ. I 0-alternativene fortsetter man å behandle kreftpasientene med fotonterapi som i dag, samtidig som man sender et passende antall pasienter til utlandet for protonterapi. I 0-alternativet antar man at man sender 100 pasienter til utlandet i 2022, mens i 0a sender man 864 pasienter til utlandet i 2022, og i 0b sendes 1152 pasienter til utlandet i 2022. I det siste 0+ alternativet sender en 267 pasienter til utlandet.

I de aller fleste utbyggingsalternativene (tabell 1) legges det opp til å bygge et forskningsrom. Dette vil ikke bli brukt i ordinær pasientbehandling. Videre legges det i en del av utbyggingsalternativene opp til å bygge flere rom enn hva man vil innrede med utstyr ved oppstart. Noen av utbyggingsalternativene vil altså ha en fleksibilitet med tanke på utvidelse. Antall pasienter som kan behandles med proton vil avhenge av hvor mange rom som innredes. Det er enten 1, 2, 3 eller 4 ferdig innredede pasientrom i de forskjellige alternativene som vurderes. Det er i konseptfasen vurdert to forskjellige tomtealternativer henholdsvis i Helse Sør-Øst, og Helse Vest, som vist i tabell 1. Den samfunnsøkonomiske analysen er kjørt uten tomtealternativene.

Det er verdt å merke seg at dette er en svært forenklet samfunnsøkonomisk analyse. Effekten av protonbehandling, eller fotonbehandling er ikke modellert spesifikt for denne analysen. Det er gjort en rekke antagelser om samfunnsøkonomisk effekt. Det er gjort en QALY-analyse men denne er trukket ut fra rapporten da grunnlaget og omfanget av studier på faktiske pasienter hvor målet har vært å gjøre analyse av QALY er svært sparsom. Flere av de studier som ved første øyekast fremstår som QALY-analyser er teoretiske betraktninger basert på modellstudier. Dels er også dataene hentet fra abstracts uten muligheter til å sjekke grunndata. Noen studier er gjort på pasientgrupper som en ikke ser for seg som aktuelle i Norge. Konklusjonen er at datagrunnlaget for å trekke meningsfulle og noenlunde tidsbestandige konklusjoner om QALY ved sammenligning mellom proton og fotonterapi er dels manglende og dels også basert på estimer med betydelige usikkerhet. Det er derfor ikke på nåværende tidspunkt mulig å få sikre nok data fra litteraturen og det er besluttet i prosjektet at QALY i nåværende fase ikke tillegges vekt i konseptfasearbeidet, og trekkes derfor ut av analysen.

Alternativer			Plassering	Tomt	Bygg	Gantry pasient beh.
Ett nasjonalt senter	1a	1a.1	HSØ	Radium	3(4) +1F	3
		1a.2	HSØ	Gaustad	3(4) +1F	3
		1a.3	HV	Parkeringsplass	3(4) +1F	3
		1a.4	HV	Sykepleierskolen	3(4) +1F	3
	1b	1b.1	HSØ	Radium	4+1F	4
		1b.2	HSØ	Gaustad	4+1F	4
		1b.3	HV	Parkeringsplass	4+1F	4
		1b.4	HV	Sykepleierskolen	4+1F	4
To regionale senter	2aa	2aa.1	HSØ	Radium	2(3) +1F	2
			HV	Parkeringsplass	1 +1F	1
		2aa.2	HSØ	Radium	2(3) +1F	2
			HV	Sykepleierskolen	1 +1F	1
	2aa.3	HSØ	Gaustad	2(3) +1F	2	
		HV	Parkeringsplass	1 +1F	1	
	2aa.4	HSØ	Gaustad	2(3) +1F	2	
		HV	Sykepleierskolen	1 +1F	1	
To regionale senter	2b	2b.1	HSØ	Radium	3(4) +1F	3
			HV	Parkeringsplass	1(2) +1F	1
		2b.2	HSØ	Radium	3(4) +1F	3
			HV	Sykepleierskolen	1(2) +1F	1
	2b.3	HSØ	Gaustad	3(4) +1F	3	
		HV	Parkeringsplass	1(2) +1F	1	
	2b.4	HSØ	Gaustad	3(4) +1F	3	
		HV	Sykepleierskolen	1(2) +1F	1	

Tabell 1. En oversikt over de ulike utbyggingsalternativene²

Protonterapi handler først og fremst om å redusere bivirkninger og seinskader som kan genereres ved fotonstråling, og om å bedre livskvalitetene til de aktuelle pasientene. Helsegevinsten ved en mer fordelaktig fordeling av stråledose er veletablert. Det er mange bivirkninger, ofte alvorlige, knyttet til stråleterapi. De mest fryktede bivirkningene av strålebehandlingen er de seine stråleskadene som kommer måneder, og opptil mange år etter at behandlingen er gjennomført. Det viktigste midlet for å redusere seinskadene er å få ned stråledosen i normalvevet som ligger rundt svulsten, hvor risikoen for at levende svulstceller som kan gi tilbakefall betraktes som liten. Det er nettopp dette protonterapi kan bidra til. Dessverre er det begrenset med informasjon knyttet til hvor store effektene vil være på bivirkninger og seinskader. Det er også usikkert hva som er den beste behandlingen av bivirkninger og seinskader. På grunn av dette er det heller ikke regnet på forskjeller i kostnader og besparelser knyttet til bivirkninger, seinskader og behandling av disse. Når det gjelder

² Tabell 1 viser en oversikt over de forskjellige alternativene. De tre første kolonnene viser en systematisering av alternativene som inngår. Kolonne fire angir i hvilken region utbyggingen er aktuell, kolonne 5 hvilke tomt, mens kolonne fire viser senterets dimensjonering. Det først tallet angir hvor mange behandlingsrom som er tenkt innredet, tallet i parentes viser hvor mange rom det totalt bygges i alternativet, og det siste angir om det bygges forskningsrom eller ikke. Nest siste kolonne oppsummerer hvor mange behandlingsrom det vil være til rådighet for pasientbehandling i alternativet

sykehusets kostnader knyttet til behandling av kreftpasienter som får stråleterapi er det få kostnader utenom den direkte behandlingskostnaden som er inkludert. Det er ikke tatt med kostnader knyttet til for eksempel kombinasjonsbehandling (kjemoterapi), eller kostnader knyttet til støttetjenester som lab og radiologi.

Det er også stor usikkerhet rundt hvilke pasienter det er som kommer til å motta protonbehandling i Norge. Partikkelterapi er enda forholdsvis nytt og en vet enda ikke helt hvilke indikasjoner og protokoller som vil bli gjeldende i Norge. Det er heller ikke mulig å si noe om at det er pasienter i helt konkrete aldersgrupper som kommer til å bli behandlet med proton. Det er ikke gjort antakelser om aldersfordelingen i pasientpopulasjonen, annet enn at det er antatt at 3% av pasientene vil være barn og at 85% vil være i arbeidsfør alder (<67). Vi har ikke nok informasjon til å gjøre underanalyser av spesifikke pasientgrupper, eller aldersgrupper, noe som er vanlig i økonomiske evalueringer av helsetiltak. Ved en mer inngående og dypere analyse er det mulig at vi kunne ha sett at kostnadseffektiviteten ved protonbehandling kan avhenge av ulike pasient- og aldersgrupper.

2. Antakelser som ligger til grunn for analysen

Bak enhver samfunnsøkonomisk analyse ligger det en rekke antakelser og forutsetninger. Hvilke antakelser som er gjort, og hvilke bakgrunnstall som ligger til grunn er presentert i dette kapittelet. Det finnes også en systematisk oversikt over forutsetningene og antakelsene i vedlegg 1.

2.1. Behandlingstid, pasientgjennomstrøm og pasientgrunnlag

I konseptfasen er det lagt til grunn at det vil ta 25 minutter og gjennomføre en fraksjon (behandling), og det er antatt at det i snitt vil bli gitt 26 fraksjoner i en behandlingsserie per pasient. Det er videre antatt at 13 timer åpningstid per dag 240 dager i året. Med disse forutsetningene vil hvert rom kunne utføre 31 fraksjoner per dag. Dette innebærer at en kan behandle 288 pasienter i året per rom. (31 fraksjoner per dag x 240 dager = 7488 fraksjoner i året. $7488 \text{ fraksjoner} / 26 \text{ per pasient} = 288 \text{ pasienter per rom per år}$). I den samfunnsøkonomiske analysen er det antatt full kapasitet ved senteret fra dag 1. I virkeligheten er det lagt opp til et løp hvor det vil ta 5-6 år før en har nådd full kapasitet.

Det er gjort en framskriving av antall strålepasienter i 2022 og 2030 i Norge. Framskrivningen er basert på at det vil komme 2% nye strålepasienter hvert år. I 2022 er det antatt å være totalt 14 822 strålepasienter i Norge.

I dette anslaget regner man med at 12% av det totale antall strålepasienter kan ha fordel av å behandles med proton. Det vil si 1780 pasienter. Det er videre antatt at 15% av disse vil bli tilbudt partikkelterapi som standard behandling, mens 85% vil bli tilbudt protonbehandling som en del av en kontrollert klinisk studie.

I hvert av alternativene som vurderes ligger det til grunn ut i fra en medisinsk vurdering at det er 1780 pasienter en skal kunne behandle, og de totale kostnadene og den totale nytten som fremkommer i analysen vil derfor være for 1780 pasienter. Antall behandlingsrom en legger opp til i hvert utbyggingsalternativ avgjør hvor mange pasienter som reelt kan behandles med proton og foton. I 0-alternativene er det antall sendt til utlandet som avgjør hvor mange av de 1780 pasientene som får protonbehandling. Det vil ikke være kapasitet til å behandle alle de 1780 pasientene som potensielt kunne ha fått protonbehandling i utbyggingsalternativene, slik det første utbyggingstrinnet i konseptfasen er skissert.

Ut i fra framskrivningen av pasientgrunnlaget er det estimert et antall pasienter som kan behandles med proton i hver helseregion. Dette vises i tabell 3. under. I den samfunnsøkonomiske analysen er det lagt til grunn at alle barn vil bli prioritert. Det er antatt å være 3% barn som kan være potensielle mottakere av protonbehandling. Av disse 3% er det antatt at 10% er palliative, og at disse da likevel ikke vil være aktuelle for proton, men vil ha god nytte av fotonbehandling og vil heller få det. I samtlige alternativ er det slik at 48 barn får protonbehandling, mens 5 barn får fotonbehandling.

2022	Norge	Helse Sør-Øst	Helse Nord	Helse Midt-Norge	Helse Vest
Pasienter	1780	997	178	232	373
Andel	100%	56%	10%	13%	21%
Antall barn 3%	53	30	5	7	11

Tabell 3. Antall pasienter som er antatt å kunne få proton behandling

Tabell 4 viser en oversikt over hvor mange pasienter som kan bli behandlet med proton med ulikt antall rom. Dette er under forutsetningen av at senteret og alle behandlingsrommene drives ved fullkapasitet. Resterende pasienter som det ikke er kapasitet til å behandle med proton er antatt å få fotonterapi. Antallet vises i siste kolonne.

Behandlings-rom	Protonbehandling	Fotonbehandling
1	288	1492
2	576	1204
3	864	916
4	1152	628

Tabell 4. Antall pasienter som kan behandles med proton og foton i de ulike kapasiteter

Når det gjelder protonpasientene er andelen pasienter fra hver helseregion brukt som grunnlag for hvor mange fra hver region som får behandling. Det vil si at om det for eksempel er kapasitet til å behandle 288 med proton vil 56% av pasientene komme fra Helse Sør-Øst, 10% fra Helse Nord, 13% fra Helse Midt-Norge, og 21 % fra Helse Vest. Denne antagelsen er gjort for å ivareta prinsippene om lik tilgang til helsetjeneste.

2.2. Null-alternativene

Basert på de nye avtalene som vil gjelde fra 2017 vil det bli sendt ca.100 pasienter til utlandet for partikkelterapi, i 2022, og 200 i 2030. Dette er fremskrevet og estimerte tall. Pasientgrunnlaget det planlegges å gjennomføre standardterapi for er noe høyere. Totalt vil det være 1780 pasienter med behov for partikkelterapi. Danmark legger til grunn at 15% av pasientene vil få protonterapi som standardterapi, mens 85% av pasientene vil bli tilbudt protonterapi som en del av en kontrollert klinisk studie. Denne splitten er også tatt inn i den norske planleggingen for partikkelterapi. Dette innebærer at ca.270 pasienter skal tilbys standardterapi i Norge. Slik utbyggingsalternativene er konstruert vil det i alle alternativene være slik at disse

vil kunne få protonterapi. Hvor mange som kan inkluderes i kliniske studier avhenger av hvor stor kapasitet det bygges for, men det vil aldri være hele pasientpopulasjonen som har potensiell nytte av for protonterapi.

Antall pasienter som behandles med proton (100 pasienter i 2022) vil i 0-alternativet være færre enn det vi antar skal ha standardterapi. 0-alternativet er fremtidens situasjon om man ikke bygger senter for partikkelterapi. I alternativ 0a antar vi at det sendes like mange pasienter til utlandet for proton behandling (850), som det er antatt at vi klarer å behandle i utbyggingsalternativene 1a og 2aa. Mens i 0b, ser vi for oss at det sendes like mange pasienter til utlandet for protonbehandling som i alternativ 1b og 2b (1150). I 0+ alternativet antar vi at det sendes 267 pasienter til utlandet. Dette er likt antall pasienter som en antar vil få protonterapi som standardterapi.

Kostnadene for protonbehandling er innhentet fra utenlandskontoret ved OUS. I 2015 var det utgifter på til sammen 37 millioner kroner for å behandle 46 pasienter. Det gir en snittkostnad på 804 348,- per pasient, inkludert transport og opphold. Om man trekker ut kostnadene for opphold og transport er gjennomsnittskostnaden 786 427,- i snitt. 25% av pasientene er behandlet i USA, mens resten av pasientene er behandlet i Tyskland. Det er ulike kostnader ved hvert av stedene, vi bruker gjennomsnittskostnader. Vi har ikke inkludert kostnader knyttet til liggedøgn i sykehus, da vi antar kostnader for dette er innregnet i prisen for utenlandsbehandlingen. Vi har fått oppgitt at noen barn også har mottatt kjemoterapi sammen med protonterapien, og kostnadene for dette er ikke ekskludert. De må derfor sies å være noe høyere enn det som er reelt for selve protonbehandlingen.

2.3. Direkte kostnader knyttet til fotonbehandling

Det er lagt til grunn at hver pasient i snitt får 26 fraksjoner hver, og at det blir utført en kompleks doseplanlegging. De direkte behandlingskostnadene knyttet til fotonbehandling er beregnet ut i fra DRG-vektene for 2016. Enhetsprisen for en DRG er for 2016 satt til 42 081,- Det er DRG 851A-X som er utgangspunktet- disse dekker DRGene for vanlig strålebehandling, og har alle en vekt på 0,044 (tabell 5). Foruten selve kostnaden for fraksjonen kommer doseplanlegging i tillegg. Det finnes 3 ulike DRGer for doseplanlegging. Dette er DRG 850A-C, vekten varierer fra 0,043 til 0,141 alt etter hvor kompleks planleggingen er. Det er som tidligere nevnt at det er lagt til grunn 26 fraksjoner i en behandlingsserie er pasient, i tillegg kommer det 1 ordinær poliklinisk kompleks planlegging av stråleterapi (dette er den planleggingstypen som er hyppigst brukt).

I grunnlaget for ISF-satsen er det ikke tatt høyde for investeringskostnader. Det er også tunge investeringer knyttet til både til MTU og bygg for fotonstråling. Det blir derfor ikke riktig å ha med kostnader for fotonbehandling uten også å ha tatt med kostnader knyttet til investeringen, når en skal sammenligne behandlingskostnadene for proton og foton. Vi har derfor lagt til de årlige investeringskostnadene for 2 bunkere og 2 linacer i tillegg til selve ISFen. Vi har regnet at kapasiteten av ett protonbehandlingsrom (13 timers skift) tilsvarer omtrent 1,8 linac (ett skift), slik at vi kan regne med at 2 linacer nær har pasientkapasitet til ett protonrom med dobbeltskift. Derfor er investeringen for to linacer/bunkere/bygning et relevant sammenligningsgrunnlag. Investeringskostnadene er hentet fra HSØ sin utredning om utvidelse av stråleterapikapasitet fra 2014 (J. Røldal et.al).

DRG	Vekt	Enhetspris 2016	Totalt ISF
DRG 851A-X ("Vanlig" strålebehandling)	0,044	42 081	1 852
DRG 850 A-ordinær planlegging stråle-poliklinisk	0,068	42 081	2 862
DRG 850 B- Polikliniske kompleks planlegging av stråleterapi	0,141	42 081	5 933
DRG 850 C - Poliklinisk kontakt for simulering og annen enklere planlegging	0,043	42 081	1 809
Kostnader	Fraksjoner	Planlegging	KPP
Stråling m. 26 fraksjoner og 1 ordinær planlegging poliklinisk	26	1	51 002
Stråling m. 26 fraksjoner og 1 ordinær poliklinisk kompleks planlegging av stråleterapi	26	1	54 074
Stråling m. 26 fraksjoner og 1 ordinær poliklinisk kontakt for simulering og annen enklere planlegging	26	1	49 950
	Totalt kostnad	Årlig kostnad³	KPP
Årlige investeringskostnader (to bunkere og to linacer)	285 000 000	11 500 000	
Totalt kostnader per pasient alternativ 1a og 2aa (investeringskost +ISF)			66 629
Totalt kostnader per pasient alternativ 1b og 2b (investeringskost +ISF)			72 386
Gjennomsnittskostnad per pasient (investeringskost +ISF)			69 507

Tabell 5. Direkte kostnader knyttet til fotonbehandling

2.4. Direkte kostnader knyttet til protonbehandling

De direkte behandlingskostnadene knyttet til protonbehandling fremkommer av de årlige investeringskostnadene (LCC kostnader beregnet i kostnadskalkylen for utbyggingsalternativene), samt personalkostnader (lønnkostnader virksomhetspersonell), og de årlige kostnadene for drift, service, vedlikehold, rengjøring, forsyning, opptrapping og utvikling, og serviceavtaler.

I funksjonsprogrammet er det utarbeidet en oversikt over bemanningsbehov knyttet til antall behandlingsrom. Bemanningsplanen danner utgangspunktet for de årlige personalkostnadene knyttet til behandlingen. Tabell 6 viser en oversikt over planlagt bemanning og påfølgende lønnkostnader. Lønnkostnadene som foreligger er fra 2011 og er derfor prisjustert med lønnsindeks for ansatte i helseforetak (13,8%) fra 2011-2015.

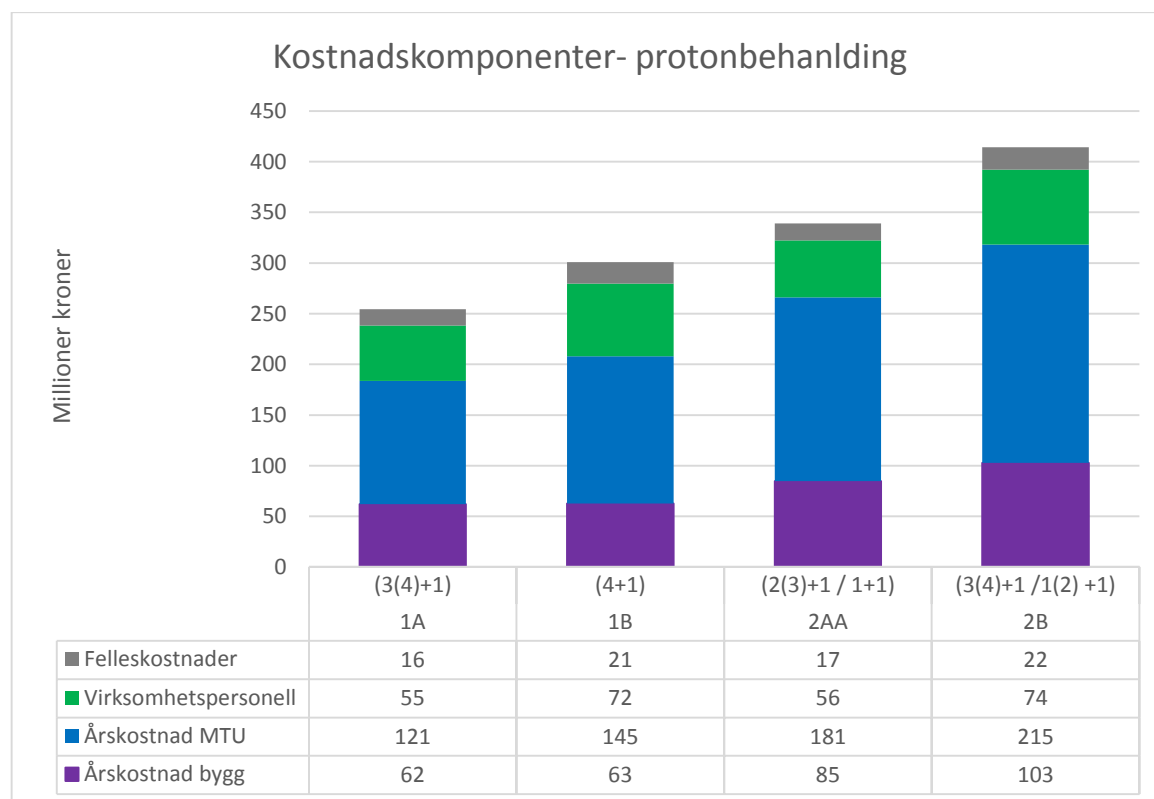
Det er også lagt til en andel kostnader som vi regner som felleskostnader. Ethvert sykehus har en del felleskostnader, dette er typiske «overhead kostnader». Det kan også være kostnader knyttet til telefoni/ikt, kjøkken, mat, strøm, rene senger, etc. Det er naturlig å tenke at en viss andel av disse kostnadene vil tilfalle et protonsentert. I tallgrunnlaget for ISF –satsen som er brukt for kostnader ved fotonbehandling er også felleskostnader inkludert. En del av de kostnadene som typisk inngår i felleskostnadene er allerede tatt med i de årlige kostnadene for drift, service, vedlikehold, rengjøring o.l i protonsentert osv. På grunn av dette er det lagt til en like stor andel felleskostnader som er overveltet konvensjonell stråleterapi ved Oslo Universitetssykehus HF til de direkte behandlingskostnadene. Men i stedet for en andel av de totale kostnadene er det lagt til en andel av personellkostnader. Hva som er betegnet som felleskostnader varierer fra sykehus til sykehus, dermed også andelen, og hvordan disse er fordelt ut til ulike avdelinger, så her vil det nok være litt variasjon mellom Oslo og Bergen. Tallene fra OUS var lettest tilgjengelig, og ligger derfor til grunn.

³ Årlig kostnad er beregnet med 40 års levetid på bunker, og 12 års levetid på linac

Av de totale kostnader knyttet til stråleterapienheten ved OUS er det 30% felleskostnader. Vi har lagt til en andel på 30% av personalkostnadene som felleskostnader.

I investeringskalkylen er det lagt inn investeringer også for CT og MR, og PET i alternativ 2b. For at de direkte behandlingskostnadene knyttet til proton og foton skal bli så sammenlignbare som mulig er de årlige investeringskostnadene knyttet radiologi trukket ut av investeringskalkylen for de ulike utbyggingsalternativene. Dette er gjort siden kostnadene for foton ikke har med seg kostnader knyttet til radiologi. Tabell 2 i vedlegg1 viser kostnadene som er trukket ut.

Figur 1 gir en oversikt over hvilke kostnader som inngår i den direkte behandlingskostnaden til protonbehandling. Vi ser tydelig at kostnadene til MTU er den store kostnadsdriveren. Den totale kostnaden er høyest ved alternativ 2b, hvor man skal bygge to senter, mens alternativ 1a fremstår som det rimeligste alternativet.



Figur 1. Kostnadskomponenter som inngår i den direkte behandlingskostnaden av protonbehandling. Kostnader oppgitt i millioner kroner og er inkl. mva

Stillingskategori	1-roms	2-roms	3-roms	4-roms	Estimert lønnsnivå med sosiale kostnader	Personalkostnad 1-roms	Personalkostnad 2-roms	Personalkostnad 3-roms	Personalkostnad 4-roms
Medisinske fysikere	3	6	9	12	910 400	2 731 200	5 462 400	8 193 600	10 924 800
Stråleterapeut/ doseplanleggere	3	5	8	10	682 800	2 048 400	3 414 000	5 462 400	6 828 000
Stråleterapeuter	11	22	33	44	600 000	6 600 000	13 200 000	19 800 000	26 400 000
Onkologer	3	5	8	10	1 479 400	4 438 200	7 397 000	11 835 200	14 794 000
Kreftsykepleiere	3	5	8	10	682 800	2 048 400	3 414 000	5 462 400	6 828 000
Radiolog	0	1	1	2	1 479 400	-	1 479 400	1 479 400	2 958 800
Data-administrasjon for kreftpasienter	1	2	2	3	569 000	569 000	1 138 000	1 138 000	1 707 000
Helsesekretærer	2	2	2	2	569 000	1 138 000	1 138 000	1 138 000	1 138 000
Totalt	26	48	71	93	6 972 800	19 573 200	36 642 800	54 509 000	71 578 600

Tabell 6. Lønnskostnader virksomhetspersonell, hele norske kroner 2015 nivå

2.5. Indirekte kostnader ved både foton- og protonterapi

Kostnader knyttet til liggedøgn i sykehus

Det antas at 15% av de voksne fotonpasientene vil være så dårlig under behandlingen at de vil være innlagt ved sykehuset. Vi antar videre at de totalt vil være innlagt i 21 døgn. Vi antar videre at 50% av barna som mottar fotonterapi vil også være innlagt i 21 døgn. På grunnlag av at protonterapi reduserer de akutte bivirkningene antar vi at bare 10% av disse pasientene vil være inneliggende på sykehus i 21 døgn, behandlingen av disse kan i større grad foregå ambulant. Vi antar at 30% av barna som mottar protonbehandling vil være inneliggende i samme lengde som de andre. Det legges til grunn en sengekostnad per døgn på 8 994,- for en voksen innlagt ved en kreftavdeling, og 17 131,- per barn per døgn innlagt ved en barneavdeling. Kostnadene er hentet fra OUS sitt kostnadsgrunnlag for kostnadsvektene 2015. Liggedøgnskostnadene inkluderer ikke kapitalkostnader, husleie og andre kostnader som ikke inngår i Helsedirektoratets kostnadsgrunnlag for ISF. Det er ikke gitt at det er ved disse avdelingen pasientene faktisk vil være inneliggende, men man antar dette for enkelhetens skyld i analysen.

Kostnader knyttet til sykefravær

Det er opplagt at det vil være sykefravær forbundet kreftsykdom og stråleterapi. I konseptfasen har vi ikke tilgjengelig sykefraværdata fra FD-trygd databasen, så vi kan ikke med sikkerhet si hvor lenge strålepatientene er sykemeldt. Det er all grunn til å tro at det vil være forskjeller i hvor lenge pasientene er sykemeldt ettersom de behandles med protoner eller fotoner. Det vil helt klart være av stor betydning for samfunnet om sykefraværet reduseres som konsekvens av kreftbehandlingen. I modellen har vi lagt inn to estimater på sykefravær og kostnader knyttet til dette. Det ene er sykemelding på kort sikt, som vi antar inntreffer under behandling og eventuelt like etter behandling. Det andre er sykemelding på lang sikt. De som får sene stråleskader kan ha dette som progressivt funksjonstap, med forverrelse av plagene mange år i etterkant. Ut i fra vurderinger gjort av eksperter på onkologi antar vi at 85% av fotonpasientene (de som er antatt å være i arbeidsfør alder)⁴ er sykemeldt i fire måneder under og rett etter behandling. Videre antar vi at ved protonbehandling vil halvparten av disse pasientene halvere sykemeldingslengden, mens resterende halvpart

⁴ Hele pasientgrunnet vil ikke være i arbeidsfør alder, men det er høyst usikkert hvor mange av de 1780 som antas å være i arbeidsfør alder. Mest sannsynlig vil det være en sterk prioritering av yngre pasienter, og pasienter med lang forventet levetid etter behandling (grunnet rasjonale om at det er langtidsbivirkningene som reduseres mest) som vil være foretrukket å få behandling med protoner. Vi antar at 85% av pasientgrunnet vil være i arbeidsfør alder, og altså yngre enn 67 år.

vil være sykemeldt i fire måneder. Ved behandling av barn antar vi at en foresatt er sykemeldt på samme måte som voksen. Når det gjelder sykefravær på lengre sikt er det antatt at 35% av de pasientene som er i arbeidsfør alder er sykemeldt i seks måneder om de behandles med foton. Halvparten av disse 35% pasientene vil være sykemeldt i 3 måneder om de behandles med proton. Merk at antagelsene rundt dette er høyst usikre, og at dette er noe som bør følges opp og registreres i seinere studier. Kostnadene knyttet til sykefravær er tatt med for å demonstrere den samfunnsøkonomiske effekten av redusert sykefravær. Gjennomsnittslønn for alle ansatte (kjønn/heltid/deltid) ligger til grunn for sykefraværskostnaden, 43 400,- pr måned (SSB). Etter veileder for samfunnsøkonomisk analyse skal det legges til ekstra for arbeidsgiveravgift og sosialkostnader. Det foreslås i veilederen at det legges til 20% for dette. Sykelønnskostnaden per måned er dermed sett til å være 52 080,-

Kostnader knyttet til bruk av pasienthotell

For å finne kostnader knyttet til bruk av pasienthotell er det antatt en pris på kr. 800,- per døgn for enkelt rom, og kr. 1200,- for et dobbeltrom, for barn i følge med voksen. Det er videre antatt at pasientene ligger på hotellet i 38 døgn, altså at de ikke reiser hjem i helgene når det er behandlingsfri. Det er variasjoner i hvor mange pasienter som bruker pasienthotellet fra foretak til foretak. Ved Haukeland Universitetssykehus ligger ca. 33% av strålepatientene på hotellet ved behandling, og dette legges til grunn for Helse Vest. I Helse Nord antas det at ca. 85% av strålepatientene ligger på hotell, mens i Helse- Midt Norge ligger ca. 22% på hotellet. I helse Sør-Øst er det antatt at ca. 15% av pasienten benytter pasienthotellet under behandling. Det er ikke antatt at det er forskjell på bruk av antall netter på hotell ved foton- og protonterapi. Kostnader knyttet til hotell er med fordi den vil variere med hvor et eventuelt nasjonalt protonseneter vil ligge.

Kostnader knyttet til transport

Transportkostnader knyttet til fotonpasienter er ikke tatt med, da disse kostnadene er antatt å være de samme uavhengig av alternativ man ser på. Det er beregnet transportkostnader for pasientreiser mellom helseregionene for de pasientene som mottar protonbehandling. Det er bare antatt en reise tur-retur knyttet til behandlingen. Det er SAS priser som ligger til grunn. Det er bare flykostnaden fra by til by som er beregnet, ikke reising innad i den regionale helseregionen. Tabell 7 viser de prisene som er benyttet. For barn er det regnet med en voksen på reisen som følge.

Pris tur-retur	Voksen	Barn	Barn + voksen
Tromsø-Bergen	2698	2188	4886
Tromsø-Oslo	1998	1626	3624
Trondheim-Bergen	1798	1474	3272
Trondheim- Oslo	1798	1474	3272
Oslo-Bergen	1798	1474	3272
Bergen - Oslo	1798	1474	3272

Tabell 7. Transportkostnader mellom de regionale helseregionene

2.6. Kostnader som ikke er inkludert i den samfunnsøkonomiske analysen

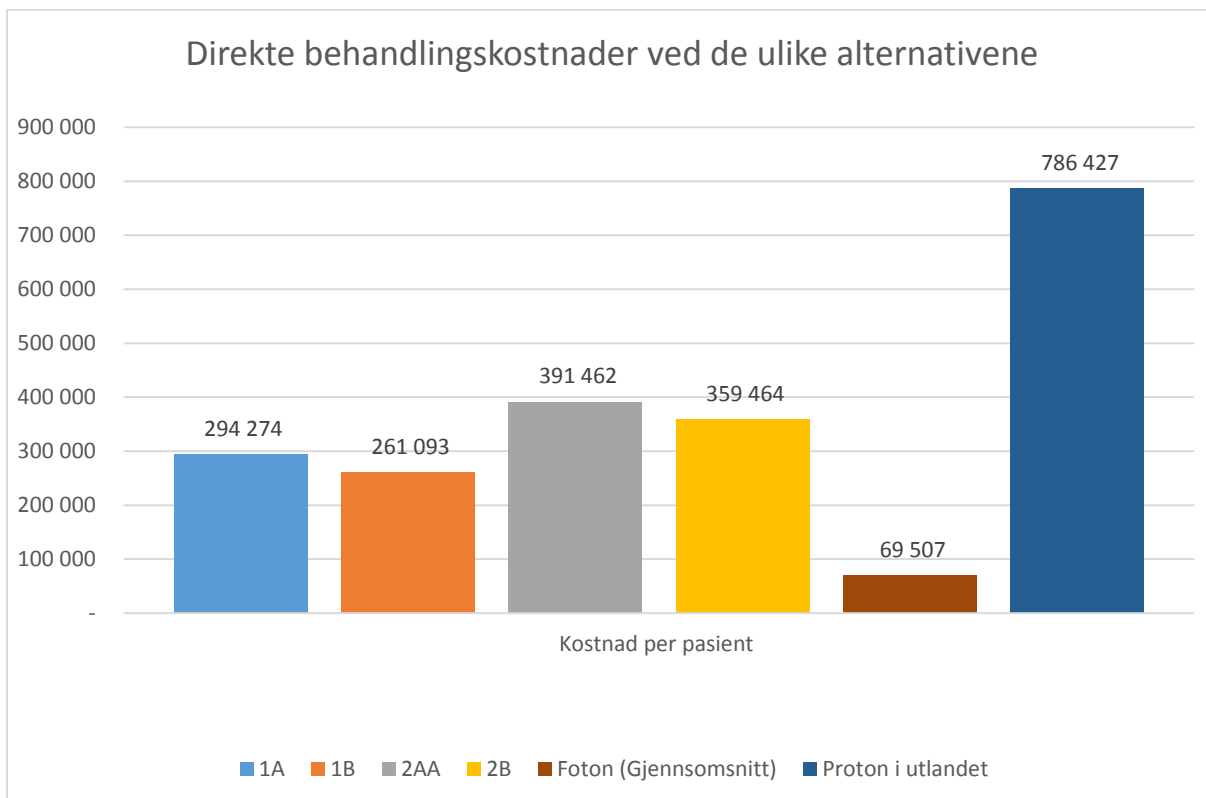
Det er i en samfunnsøkonomisk analyse vanskelig å estimere og dekke alle kostnader som er knyttet direkte eller indirekte til behandlingen det gjøres en evaluering av. Til tross for at det er ønskelig med et så bredt kostnadsperspektiv som mulig er ikke alle relevante kostnader inkludert i denne analysen. Flere av kostnadselementene som ikke er innhentet skyldes kort analyseperiode, og vanskeligheter med å få hentet ut relevante data.

Disse kostnadene er ikke inkludert i analysen:

- Kapitalkostnader (avskrivninger og lånerentekostnader på investering)
- Kostnader knyttet til behandling av spesifikke bivirkninger og seinskader
- Kostnader som oppstår i primærhelsetjenesten i forbindelse med strålebehandling
- Pasientens egne kostnader knyttet til sykdom
- Kostnader knyttet til behandling som blir gitt i kombinasjon med stråleterapi
- Personellkostnader knyttet til forskingsdel

3. Resultat

3.1. Direkte behandlingskostnader per pasient per alternativ



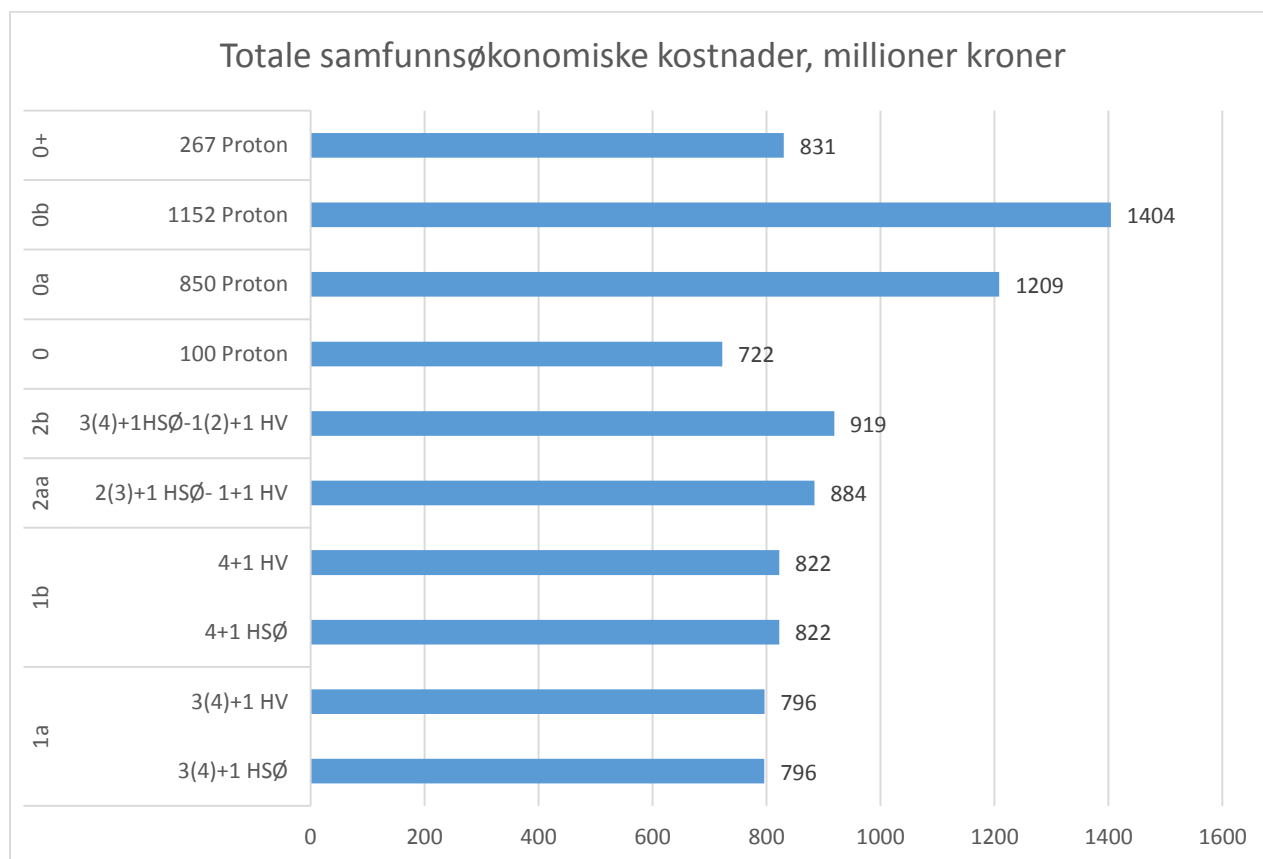
Figur 2. Direkte behandlingskostnader per pasient

Kostnaden per pasient varierer selvsagt med hvor mange pasienter det er mulig å behandle. Om vi forutsetter full kapasitet i 2022 viser figur 2. de direkte behandlingskostnadene per pasient per alternativ. Gjennomsnittskostnaden per pasient er fallende med antall rom i bygget. Det kommer tydelig frem her at kostnad per pasient er høyest ved to-senters alternativene om man ser på utbyggingsalternativene. Dette skyldes selvsagt investeringskostnader to plasser. Den dyreste behandlingskostnaden per pasient er knyttet til protonbehandling i utlandet (reise, opphold og kost er holdt utenfor). Fotonbehandling har desidert den laveste kostnaden (ISF satsen pluss årlige investeringskostnader for to bunkere og to linacer inkludert). Den laveste kostnaden per pasient oppnås ved utbyggingsalternativ 1b. (I de direkte behandlingskostnadene per pasient inngår investeringskostnad for bygg og anlegg, forvaltningskostnader, drift og vedlikeholdskostnader, utvikling og utskiftningskostnader bygg og MTU, forsyningskostnader, renholds kostnader, drift, service og vedlikehold MTU, kostnader knyttet til virksomhetspersonell, figur 1 viser en enkel oversikt over de ulike komponentene. Kostnader knyttet til CT/MR/PET er trukket ut, siden dette ikke er inkludert i kostnadene for

fotonbehandling).

Kostnadsdifferansen mellom foton- og protonbehandling er størst ved alternativ 2aa. Å behandle med proton i dette tilfellet er 5,6 ganger så dyrt som med foton. Kostnadsdifferansen er lavest ved alternativ 1b, å behandle med proton i dette alternativet er 3,8 ganger så dyrt som å behandle med foton. Differansen mellom kostnaden for proton og fotonbehandling er større her enn det vi har sett er vanlig i den internasjonale litteraturen. Normalt sett er det funnet at protonterapi vil være 2-3 ganger så dyrt som fotonbehandling (Peeters et.al, 2009). Det er klart at det er vanskelig å sammenligne kostnadsdifferansen mellom ulike land, da det vil variere fra studie til studie hvilke kostnader det er som inkluderes. En forklaring til at det er større differanse mellom proton og foton i denne analysen kan være at vi har lagt til en bolk felleskostnader fra sykehuset. (Normalt sett kan alle sykehusfunksjoner knyttes til en andel felleskostnader) Felleskostnaden utgjør mellom 5 og 7% av de totale behandlingskostnadene. Det er også inkludert lønnskostnader i estimatet, disse kan være forskjellig i forhold til utlandet. Videre er det mulig at ISF-satsen og medfølgende investeringskostnad ikke speiler sannheten, og at fotonkostnaden er underestimert. Investeringskostnaden knyttet til fotonbehandling er inkludert i kostnaden for foton, men er lang lavere enn investeringskostnaden for proton.

3.2. Samfunnets kostnader knyttet til strålebehandling av 1780 pasienter



Figur 3. Samfunnets totale kostnader ved å behandle 1780 pasienter, millioner kroner

Figur 3 viser en oversikt over samfunnets totale kostnader ved å behandle 1780 pasienter. Alternativ 0b har høyeste total kostnad, mens 0-alternativet fremstår som det minst kostbare alternativet. Av utbyggingsalternativene er det alternativ 1a som er det rimeligste alternativet når en ser på samtlige kostnader forbundet med behandling av de 1780 pasientene. Når vi bare så på direkte behandlingkostnader er 1b det rimeligste alternativet. To-senters løsningene er mest kostbare av utbyggingsalternativene, men når man ser på de totale kostnadene er det alternativ 2b som er den mest kostbare løsningen, sammenlignet med direkte behandlingkostnader hvor 2a var mest kostbar. 0a og 0b har svært høye kostnader sammenlignet med de andre alternativene. 0+ er rimeligere, og koster noe mer enn 1b.

Tabell 8 viser også samfunnets totale kostnader forbundet med å behandle 1780 strålepasienter, og har med en oversikt over hva det totalt vil koste å behandle protonpasientene og fotonpasientene i hvert alternativ, og hvor mange pasienter som får hvilken behandling. Som vi så i figuren over er det alternativ 0 som har lavest total kostnad, men det er også i dette alternativet at en behandler færrest pasienter med proton. 1a har den laveste kostnaden for protonterapi. I dette alternativet behandles 864 pasienter med proton. Det er det samme som i 2aa, en ser her den tydelige kostnadskonsekvensen av å bygge to senter. Det er 88 millioner dyrere å behandle 864 protonpasienter i alternativ 2aa enn å behandle de i 1a. I alternativ 1b, 2b og 0b behandles 1152 pasienter. Det er 485,4 millioner dyrere å behandle 1152 protonpasienter i 0b, sammenlignet med 2b, og det er 582 millioner kroner dyrere enn i 1b.

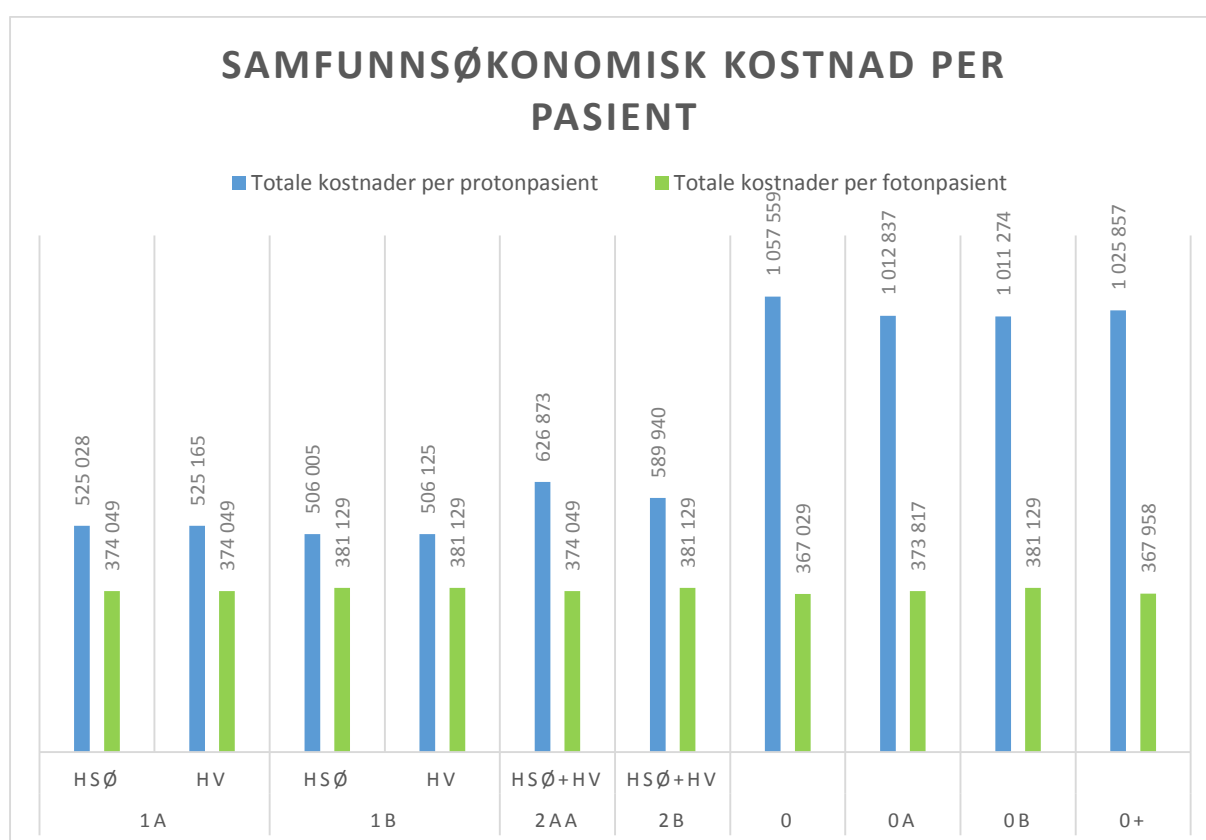
	1a		1b		2aa	2b	0	0a	0b	0+
Kostnader	3(4)+1 HSØ	3(4)+1 HV	4+1 HSØ	4+1 HV	2(3)+1 HSØ 1 +1 HV	3(4)+1 HSØ 1(2) +1 HV				
Protonterapi	453,6	453,7	582,9	583,1	541,6	679,6	105,8	860,9	1165,0	273,9
Fotonterapi	342,6	342,6	293,3	293,3	342,6	239,3	616,6	347,6	239,3	556,7
Totalt	796,3	796,4	822,3	822,4	884,2	919,0	722,4	1208,6	1404,3	830,6
Protonbeh.	864	864	1152	1152	864	1152	100	850	1152	267
Fotonbeh.	916	916	628	628	916	628	1680	930	628	1513
Totalt	1780	1780	1780	1780	1780	1780	1780	1780	1780	1780

Tabell 8. Samfunnets totale kostnader knyttet til strålebehandling av 1780 pasienter (Millioner kroner)

3.3. Samfunnsøkonomisk kostnad per pasient

Samfunnsøkonomisk kostnad per protonpasient er høyest i 0- alternativet, og lavest i alternativ 1b (figur 4). Kostnadene ved alternativ 1a er omtrent på samme nivå. To- senters alternativene er de mest kostbare utbyggingsalternativene. Det er relativt små variasjoner i kostnad per fotonpasient fra alternativ til alternativ. Kostnadsforskjellene mellom å behandle med proton og foton er mindre når den samfunnsøkonomiske kostnaden er inkludert i analysen. I alternativ 1b var den direkte behandlingkostnaden knyttet til proton 3,7 ganger så kostbar som fotonbehandling. Når de samfunnsøkonomiske kostnadene er inkludert i analysen er protonterapi bare 1,3 ganger så dyrt. I alternativ 2aa er den direktebehandlingkostnaden med proton 5,6 ganger så dyr som fotonbehandling. Når de samfunnsøkonomiske kostnadene er inkludert er

protonbehandlingen bare 1,7 ganger så dyr som fotonbehandlingen per pasient. Når man også inkluderer kostnader knyttet til spart behandling av bivirkninger, og seinskader vil de samfunnsøkonomiske kostnadene knyttet til protonbehandling raskt reduseres, og være lavere enn ved fotonbehandling. Det er først og fremst langtidsskadene knyttet til fotonbehandling man ønsker å redusere ved å gi protonbehandling. Dessverre er det vanskelig å estimere nøyaktige besparelser og tallfeste dette i analysen. Dette skyldes først og fremst mangel på gode data og litteratur som omhandler temaet. Det er likevel helt klart at det vil være en rekke effekter av partikkelterapi som vil påvirke samfunnsøkonomiske lønnsomhet av å investere i et ett eller flere protonsenters.



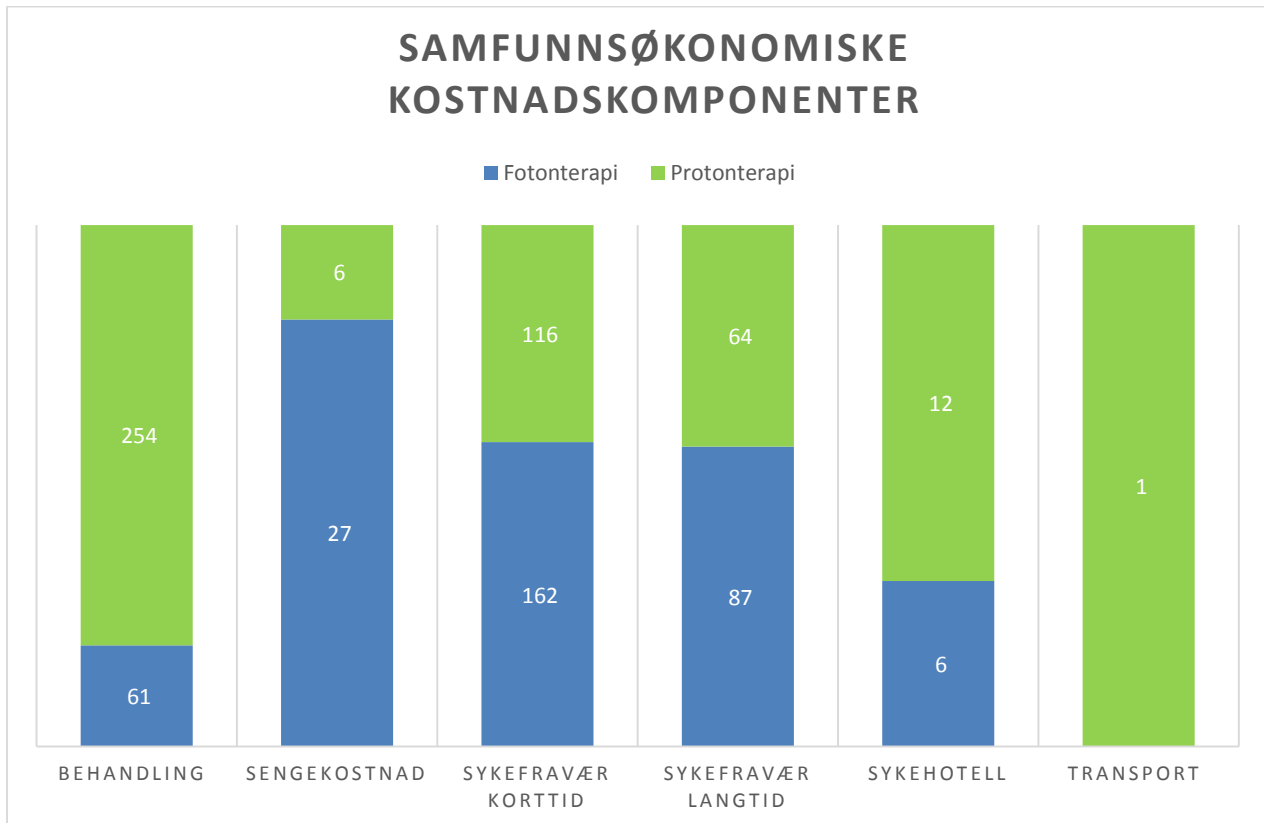
Figur 4. Samfunnsøkonomisk kostnad per proton- og fotonpasient ved hvert alternativ

Det er verdt å merke seg at vi i denne analysen bare har beregnet effekter av sykefravær. Sykefraværet under behandling vil typisk kortes ned om man behandler med proton kontra foton. De fleste pasientene som er i en kurativ setting er i arbeidsfør alder, og enhver reduksjon av sykefravær og uførhet vil være en besparelse for samfunnet, det vil redusere produktivitetstapet. Bivirkninger av behandlingen påvirker lengden på sykefraværet. Disse bivirkningene kan være kortsiktige og langsiktige. Det er stor grunn til å tro at protonbehandling kan redusere både sykefravær og andel pasienter som blir uføretrygdet, men det er dog uvisst i hvilket omfang dette vil gjøre seg gjeldene. Det er i analysen likevel gjort et forsøk på å trekke inn

sykefraværskostnader for å illustrere hvilke effekt dette kan ha på samfunnsøkonomisk lønnsomhet. Dette er gjort uten at vi har sikre data til å estimere effektene. Sykefraværslengden for proton- og fotonpasienter er basert på konservative anslag, vi mener er realistiske. Men i virkeligheten kan dette se annerledes ut. Per pasient er det i alternativ 1b 124 876,- kroner dyrere å behandle en protonpasient sammenlignet med en fotonpasient. I sykelønn utgjør dette en forskjell på rett i overkant av to måneders sykemelding. Det vil si at i det en fotonpasient er sykemeldt i 2,4 måneder lengre enn en protonpasient, vil den samfunnsøkonomiske kostnaden for protonbehandling være lavere per pasient enn kostnaden for fotonbehandling per pasient. Målt i antall døgn i sykeseng ved en kreftavdeling vil den samfunnsøkonomiske merkostnaden ved protonbehandling kontra fotonbehandling være innspart i det en fotonpasient må ligge 14 døgn eller mer enn protonpasienten. Men det er verdt å merke seg at det i utgangspunktet ikke er mange av strålepatientene som benytter seg av sykeseng. For voksen er det anslått å være 15% av fotonpasientene og 10% av protonpasienten.

Flere av studiene som også måler nytteeffekten av protonbehandling versus fotonbehandling peker på at protonbehandling er forbudt med reduserte sannsynlighet for bivirkninger, for å få andre sykdommer og sannsynlighet for å få sekundærcancer. Det nevnes for eksempel at brystkreftpasienter har en viss risiko for å utvikle ischemisk hjertesykdom, andre kardiovaskulære lidelser eller lungebetennelse. At protonterapi kan forhindre eller redusere sannsynlighet for slike sykdommer gjør at en vil spare samfunnet for relativt store behandlingstkostnader, kostnader knyttet til sykefravær og uførhet. Reduksjon i slike type sykdommer vil øke den samfunnsøkonomiske lønnsomheten av protonbehandling. Mange barn med medulloblastom opplever både hørselstap, tap av IQ og mangel på veksthormoner ved fotonbehandling. Å for eksempel redusere antall barn med hørselstap vil spare samfunnet for mange kostnader, og ikke minst øke livskvaliteten og livsfunksjonen hos de pasientene det gjelder. For barn er det også gjort funn på at omlag halvparten av de som er langtids etter kreftbehandling har store helseplager. Mange av barna har store funksjonsinnskrenkninger og får som voksne redusert arbeidsevne. Produktivitetstapet er derfor stort knyttet til barn og unge som får fotonterapi. Enhver forbedring for barn og unge som øker sannsynlighet for at de kan komme i arbeid vil være med på å øke samfunnsøkonomisk lønnsomhet av investeringen. Protonterapi er forventet å ha spesielt god effekt for barn, da indre organer som fortsatt er i utvikling kan slippe store mengder stråling. Dessverre har vi ikke nøyaktige behandlingstkostnader for disse lidelsene og aspektet rundt dette er ikke kvantifisert i analysen, men man bør ha dette «med i bakhodet» når man tolker resultatet av den samfunnsøkonomiske analysen.

Figur 5 viser en oversikt over de ulike kostnadskomponentene i den samfunnsøkonomiske analysen, fordelt på foton- og protonterapi ved alternativ 1a. En ser her at behandlingstkostnaden klart er høyere for protonbehandling enn foton. Men når en ser på kostnaden for liggedøgn, sykefravær både på kort og lang sikt er disse høyere for fotonbehandling enn protonbehandling. Nettopp på grunn av at det er flere liggedøgn og høyere sykefravær forbundet med fotonterapi, enn hva det er for protonterapi. Det er høyere kostnader knyttet til sykehotell for protonpasientene enn foton. Dette er fordi pasienter fra tre helseregioner må reise til en for å bli behandlet med protoner, reisingen unngås ved fotonterapi. Det er heller ikke lagt til grunn transportkostnader for fotonterapi, da vi antar at fotonpasientene behandles i egen helseregion.



Figur 5. Samfunnsøkonomiske kostnadskomponenter fordelt på foton- og protonterapi ved alternativ 1a

4. Utbyggingsalternativene sammenlignet med 0-alternativene

I tabell 9 sammenlignes utbyggingsalternativene med de ulike 0-alternativene. En får da innblikk i merkostnadene/besparselsen ved å bygge ut, kontra å gjøre 0-alternativene, og også hvor mange flere/ færre pasienter en behandler med proton i de ulike alternativene

Utbyggingsalternativene sammenlignet med 0-alternativet

Samtlige alternativer gir en merkostnad kontra 0-alternativet, og antall pasienter behandlet med proton øker i hvert utbyggingsalternativ. Det vil altså si at det vil koste mer å behandle 1780 pasienter i utbyggingsalternativene, enn i 0-alternativet, men en vil behandle flere med proton. Merkostnaden ved å bygge protontenter er minst ved alternativ 1a, mens en oppnår flere pasienter behandlet med proton i alternativ 1b, sammenlignet med alternativ 0.

	1a		1b		2aa	2b
Sammenlignet med 0-alternativet	3(4)+1 HSØ	3(4)+1 HV	4+1 HSØ	4+1 HV	2(3)+1 /1+1	3(4)+1/1(2)+1
Endring i kostnad	74	74	100	100	162	197
Endring i antall protonbehandlet	764	764	1052	1052	764	1052
	1a		1b		2aa	2b
Sammenlignet med 0 +	3(4)+1 HSØ	3(4)+1 HV	4+1 HSØ	4+1 HV	2(3)+1 /1+1	3(4)+1/1(2)+1
Endring i kostnad	-34	-34	-8	-8	54	88
Endring i antall protonbehandlet	597	597	885	885	597	885
	1a		1b		2aa	2b
Sammenlignet med 0a	3(4)+1 HSØ	3(4)+1 HV	4+1 HSØ	4+1 HV	2(3)+1 /1+1	3(4)+1/1(2)+1
Endring i kostnad	-412	-412	-386	-386	-324	-290
Endring i antall protonbehandlet	14	14	302	302	14	302
	1a		1b		2aa	2b
Sammenlignet med 0b	3(4)+1 HSØ	3(4)+1 HV	4+1 HSØ	4+1 HV	2(3)+1 /1+1	3(4)+1/1(2)+1
Endring i kostnad	-608	-608	-582	-582	-520	-485
Endring i antall protonbehandlet	-288	-288	0	0	-288	0

Tabell 9. Endring i kostnad og antall pasienter behandlet med proton, utbyggingsalternativene sammenlignet med null-alternativene
Kostnader i millioner kroner

Utbyggingsalternativet sammenlignet med 0+ alternativet

Sammenlignet med 0+ alternativet vil en ved utbyggingsalternativene oppnå en kostnadsbesparelse ved alternativ 1a og 1b. Ved to-senters løsningene vil en få en merkostnad ved utbygging sammenlignet med 0+. En oppnår en økning av antall pasienter behandlet med proton sammenlignet med 0+. Kostnadsbesparelsen er størst i 1a.

Utbyggingsalternativet sammenlignet med 0a-alternativet

Samtlige utbyggingsalternativer vil gi en kostnadsbesparelse sammenlignet med 0a, samtidig som en vil behandle flere pasienter med proton. Men i utbyggingsalternativene 1a og 2aa vil det bare bli behandlet 14 pasienter mer enn i 0a. Det er i alternativ 1b og 2b en oppnår høyest antall protonbehandlede pasienter sammenlignet med 0a, mens kostnadsbesparelsen er størst ved alternativ 1a.

Utbyggingsalternativet sammenlignet med 0b-alternativet

I forhold til 0b vil en oppnå en kostnadsbesparelse ved alle alternativ, men i 1a og 2aa vil man behandle færre pasienter med protonterapi enn i alternativ 0b. Ved 1b og 2b vil man behandle like mange med proton som i 0b, men da til en lavere kostnad. Kostnadsbesparelsen er fortsatt størst ved alternativ 1a, og minst ved alternativ 2b.

5. Samfunnets totale kostnader med pasientgrunnlag 2030

Hittil i analysen har en regnet på hva det koster å behandle 1780 pasienter i 2022. Det er antatt at det vil ta 1,5 år per behandlingsrom å nå full kapasitet (denne antagelsen er ikke lagt inn i analysen, det er her antatt at det er full kapasitet fra første stund). Det vil si at ved alternativ 1b) så vil det ta seks år før man når full kapasitet. Da har vi nesten nådd 2030, og pasient grunnlaget har økt. Tabell 10 viser samfunnets totale kostnader ved å behandle antall pasienter man antar trenger protonbehandling i 2030. Ut av den demografiske framskrivningen kommer det frem at det da vil være 2020 pasienter som vil ha behov for protonbehandlingen. Samfunnets kostnader vil da øke totalt sett, uten at kostnaden for protonterapi vil gå opp. Vi har lagt til grunn full utnyttelse av protonsenderet, slik at like mange pasienter vil få protonbehandling i 2030 som i 2022, men det vil være flere pasienter som kommer til å måtte bli behandlet med foton. 0-alternativet vil fortsatt være det rimeligste alternativet når vi ser på den totale samfunnsøkonomiske kostnaden. 1a) er fortsatt det minst kostbare alternativet av utbyggingsalternativene, tett fulgt av 1b. Å behandle 2020 pasienter kontra 1780 gir ikke noe endring i rangeringen av alternativene, så lenge behandlingsskapasiteten for protonpasienter er lik. Men kostnadskurven får et skift oppover. 2-sentersløsningen 2b koster nå totalt mer enn 1 mrd, og 0b, er oppe i 1,5 mrd.

Kostnader	1a		1b		2aa	2b	0	0a	0b	0+
	3(4) +1 HSØ	3(4) +1 HV	4+1 HSØ	4+1 HV	2(3)+1 HSØ 1 +1 HV	3(4)+1 HSØ 1(2) +1 HV				
Protonterapi	453,6	453,7	582,9	583,1	541,6	679,6	105,8	860,9	1165,0	273,9
Fotonterapi	432,4	432,4	330,8	330,8	432,4	330,8	707,4	437,4	330,8	645,0
Totalt	886,0	886,1	913,7	913,9	974,0	1010,4	810,5	1298,3	1495,8	918,9
Protonbeh.	864	864	1152	1152	864	1152	100	850	1152	267
Fotonbeh.	1156	1156	868	868	1156	868	1920	1170	868	1753
Totalt	2020	2020	2020	2020	2020	2020	2020	2020	2020	2020

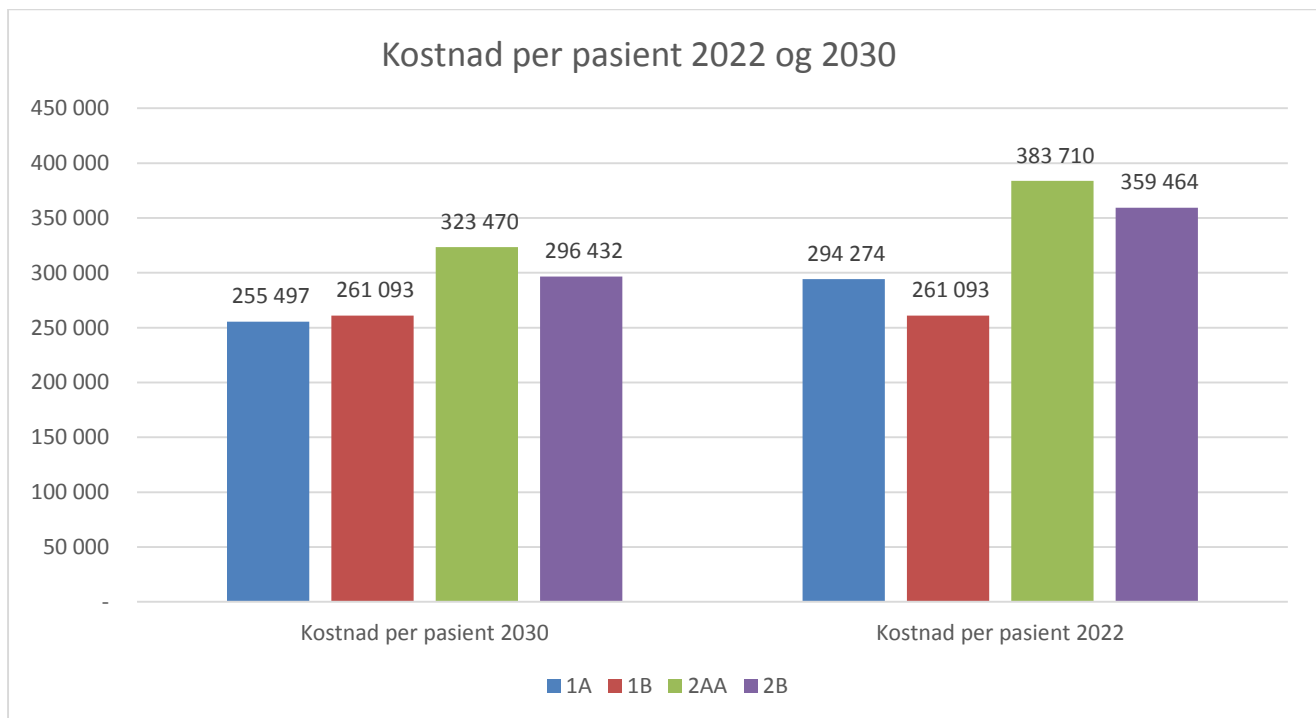
Tabell 10. Samfunnets totale kostnader – pasientgrunnlag 2030

6. Kostnad per pasient ved innredning av et ekstra rom

I alternativ 1 a, 2aa og 2b er det lagt til rette for at en bygger et ekstra rom som en ikke innreder fra første start. Det er tenkelig at dette rommet kan innredes fra 2030. Innredningen av det ekstra rommet vil koste lite i forhold til den kapasitetsøkningene man vil oppnå. Det er estimert at innredning av et ekstra rom vil koste 131 mnok, med en antakelse om levetid på 12 år, og en økning i FDVU kostnader på 7 millioner årlig vil dette gi en ekstra årskostnad på nesten 18 millioner kroner. Om man antar at årskostnaden for resterende anlegg fortsatt er den samme vil kostnaden per protonpasient i 2030 reduseres. Figur 6 viser hvordan kostnadene per pasient totalt sett reduseres når en tar nytt pasientgrunnlag i betraktning. I alternativ 1A og 2A vil en

behandle 288 pasienter flere med det nye rommet, mens i alternativ 2b vil en kunne behandle 576 ekstra pasienter. Ved alternativ 1a blir den direkte behandlingskostnaden 39 000,- mindre per pasient, ved 2aa 60 000,- og 2b) 63 000 per pasient.

Figuren under viser ny behandlingskostnad når hele investeringen er lagt til grunn, og totalt antall pasienter som da kan behandles når nytt rom er innredet. I 2030 vil grunninvesteringen allerede være gjort, og kostnaden ved å innrede det ekstra rommet vil være relativt liten i forhold til hvor mange ekstra pasienter man vil kunne behandle. Marginalkostnaden ved å utvide behandlingsevnen med 288 pasienter per rom blir dermed 62 399,- per ekstra pasient.



Figur 6. Direkte behandlingskostnad per protonpasient i 2022 og 2030, når nytt rom er tatt i bruk

Vedlegg 1. Analysens forutsetninger og antagelser

Variabel	Hva	Basis analyse
Liggedøgn sykeseng	21 døgn	Proton voksen 10% Foton voksen 15% Proton barn 30% Foton barn 50%
Kostnader liggedøgn i sykeseng	Voksen Barn	8 994,- 17 131,-
Antall barn	Totalt Proton Foton	3% 2,7% 0,3%
Arbeidsføralder	Antall	85% av de voksne
Sykefravær Kortsikt	Foton 4 mnd Proton 2 mnd Proton 4 mnd	85% 50% av 85% 50% av 85%
Sykefravær Langsikt	Foton 6 mnd Proton 3 mnd Proton 6 mnd	35% 50% av 35% 50% av 35%
Kostnad sykefravær	Per mnd	52 080,-
Hvor kommer protonpasientene fra	Andel pasienter fra de ulike helse regionene behandlet med proton	HSØ 56% HV 10% HMN 13% HN 21%
Hotell opphold (Fratrekk for de som allerede er inneliggende i sykehus)	38 døgn per pasient	HSØ 10% HV 33% HMN 22% HN 85%
Hotell kostnader	Per døgn	Enkeltrom 800,- Dobbeltrom 1200,-
Fullkapasitet ved de ulike alternativene	Antall pasienter behandlet	1 rom 288 2 rom 576 3 rom 864 4 rom 1152

Tabell 1. Oversikt over modellens forutsetninger og antagelser

	1A	1B	2AA	2B
Radiologi kostnader	53 528 500	53 528 500	53 162 000	80 109 500
Administrasjon	8 029 275	8 029 275	7 974 300	12 016 425
MVA 25%	13 382 125	13 382 125	13 290 500	20 027 375
Totalt	74 939 900	74 939 900	74 426 800	112 153 300
Årlig kostnad	7 493 990	7 493 990	7 442 680	11 215 330

Tabell 2. Kostnader knyttet til CT/MR/PET i utbyggingsalternativet som er trukket ut av sammenligningsgrunnlaget