

Stråleterapi i Norge

Generelle trender 2001–2010



Referanse:

Levernes S. Stråleterapi i Norge - Generelle trender 2001-2010.
StrålevernRapport 2012:7. Østerås: Statens strålevern, 2012.

Emneord:

Stråleterapi. Trender. Behandlingsaktivitet. Utstyr. Personell.

Resymé:

Rapporten viser i hovedtrekk hvordan planleggings- og behandlingsaktivitet innen stråleterapi har utviklet seg over en tiårsperiode samt tilhørende data for personell og utstyr.

Reference:

Levernes S.. Radiotherapy in Norway - General trends 2001-2010.
StrålevernRapport 2012:7. Østerås: Norwegian Radiation Protection Authority, 2012.
Language: Norwegian.

Key words:

Radiotherapy. Trends. Treatment activity. Equipment. Personnel.

Abstract:

The report shows the main trends for planning and treatment activity in radiotherapy, and in addition corresponding data for personnel and equipment.

Prosjektleder: Sverre Levernes

Godkjent:



Gunnar Saxebøl, avdelingsdirektør, Avdeling strålevern og sikkerhet

52 sider.

Utgitt 2012-10-01.

Opplag: 200

Form, omslag: 07 Oslo

Trykk: 07, Oslo

Statens strålevern, Postboks 55, No-1332 Østerås, Norge.

Telefon 67 16 25 00, faks 67 14 74 07.

E-post: nrpa@nrpa.no

www.nrpa.no

Forsidefoto: Statens strålevern

ISSN 0804-4910

ISSN 1891-5205 (online)

Stråleterapi i Norge

Generelle trender 2001–2010

Sverre Levernes

Statens strålevern

Norwegian Radiation
Protection Authority
Østerås, 2012

Forord og takk

Strålevernets arbeid med kvalitetssikring i stråleterapi (KVIST) ble opprettet som følge av NOU1997:20 «Omsorg og kunnskap: Norsk kreftplan» [ref.1] med etterfølgende Norsk kreftplan 1998 (St.prp. 61) [ref.2] og senere forankret i Helse og omsorgsdepartementets «Nasjonal strategi for arbeid innenfor kreftomsorgen – Kvalitet, kompetanse og kapasitet» (2004) [ref.3] og «Nasjonal strategi for kreftområdet» (2006 – 2009) [ref.4]. KVIST er nå et løpende kvalitetssikringsprogram nedfelt i Strålevernets strategiske plan og den årlige tildelingen over statsbudsjettet.

Denne rapporten oppsummerer hovedresultatene av data fra norsk stråleterapivirksomheter i årene 2001 – 2010 i henhold til parametere som stråleterapimiljøet og KVIST [ref.5] tidlig ble enige om å rapportere i henhold til [ref.6]. Rapporten gir råd om hvordan dataene kan leses og tolkes; resultater og trender kan sees opp mot målsetningene i Norsk kreftplan fra 1998 [ref.2] og danner grunnlag for innspill til ny kreftstrategi.

Det rettes en stor takk til stråleterapiavdelingene i Norge for innsatsen med å samle inn disse dataene og rapportere dem videre til Strålevernet, de siste årene via portalløsningen <http://kvist.nrpa.no>. Dataene i rapporten og på portalen kan kopieres og brukes i ulike sammenhenger forutsatt kildeangivelse.

Preface and acknowledgements

In 2000, the Norwegian Radiation Protection Authority (NRPA), as a consequence of a new cancer plan [ref.2], initiated work to develop a national quality assurance programme in radiotherapy. The program was named KVIST: i.e. Norwegian acronym for Quality Assurance in Radiotherapy [ref.7]. The program is performed by the multidisciplinary KVIST group and aims to stimulate collaboration by focusing on clinical, technical and administrative problems that can be addressed and solved on a national level. An important objective is to establish a positive attitude towards quality assurance and better communication between centres and the various professions and professionals involved in radiotherapy, i.e. the oncologists, medical physicists and radiation therapy technologists. Information is also provided to other stakeholders such as health authorities, hospital administrators and patients. In agreement with different stakeholders KVIST developed a set of common definitions for parameters to be reported about radiotherapy activity [ref.6]. Data have been reported annually from all radiotherapy centres since 2001, and they have been used extensively by the radiotherapy centres and national authorities in preparation of several cancer strategy plans [ref.3, ref.4]. In addition to the presented diagrams, this report gives advice to how this information should be understood and will be important input to future cancer plans.

The data have been gathered by conscientious professionals in the radiotherapy departments around Norway. The Norwegian Radiation Protection Authority (NRPA) and the KVIST group acknowledge all of them for this achievement. All data summarized in this report, and other data, trends and figures provided at the portal <http://kvist.nrpa.no>, may be used in other contexts, provided the proper source is referenced.

Sammendrag

Formål og metode

Hensikten med dette arbeidet har vært å skape ett sted hvor kvalitetssikret informasjon om norsk stråleterapi lett kan finnes. Mens Norsk pasientregister (NPR) og Kreftregisteret (KR) har personidentifiserbare data, har denne virksomhetsrapporteringen aggregerte data pr stråleterapienhet. Disse stråleterapidataene kan derfor gjøres lett tilgjengelig for fagpersonell, brukere og andre som trenger slik informasjon.

I forkant av denne rapporteringen ble det utarbeidet felles definisjoner for de parametrene som skulle inngå for å sikre enhetlig rapportering. Dataene har vært rapportert inn årlig fra stråleterapienhetene ved hjelp av regneark (MS Excel). De første årene ble disse innsendt til KVIST for kvalitetssikring av data og innlegging i samlefiler. De seneste årene har sentrene selv via internett lastet regnearkene direkte inn i en database utarbeidet av KVIST. I innlesingsprogrammet for dette er det lagt inn en rekke tester for å sikre kvalitet på innrapporterte data, og det er laget til en rekke ferdigdefinerte web-rapporter som kan generere tabeller og diagrammer fra innlagte data.

Ut fra den store datamengden som foreligger er det i denne rapporten hentet ut en del hoveddata og vist trender for disse. Data for spesifikke diagnoser, ulike typer utstyr og kvalitetssystemer her ikke tatt med her da det hører hjemme i egne rapporter.

Hovedresultater og trender

Her vil bli gitt en summarisk oppstilling av en del trender i tiårsperioden:

- Sterk øking i antall strålebehandlingssentra fram til 2007. Sterk utbygging av fysisk kapasitet (behandlingsapparater) fram til 2006, behandlingsskapasitet (pasientbehandlinger) følger noe etter. Nye sentra hadde lav kapasitetsutnyttelse de første 1-2 år etter oppstart.
- I første del av tiårsperioden var det en sterk dreining over til poliklinisk behandling. Økingen av palliative behandlingsserier har vært større (57 %) enn de med kurativ intensjon (33 %) (noe usikre anslag), hvilket er i tråd med Kreftplanen.
- Vesentlig større økning i antall eksponerte strålefelt (177 %) enn antall pasienter (50 %), noe som i hovedsak skyldes mer avanserte og individualiserte behandlingsopplegg. Antall felt pr fraksjon har øket betydelig, særlig for kurativ behandling (83 %), mens antall fraksjoner pr behandlingsserie har holdt seg ganske konstant på 17 (kurative 26, palliative 9).
- Planlegging av strålebehandlingene gjøres nå hovedsakelig med CT-bilder som grunnlag. Planleggingsdelen har blitt vesentlig mer arbeidsintensiv, noe som krever mer onkologressurser, mens antall pasientfram møter pr behandlingsapparat er ganske konstant tross vesentlig mer avansert behandling.
- Mindre brukte behandlingsmodaliteter som brachyterapi, ekstern terapi med strålekniv og lavenergetisk røntgen har også hatt betydelig øking i perioden, men denne økingen er nær knyttet til endring i tilgjengelighet og indikasjon for disse behandlingene.
- De regionale forskjellene i behandlingsaktivitet er små, men Helse Nord har styrket sin behandlingsskapasitet mer enn de andre med opprettelsen av egen stråleterapienhet i Bodø. Befolkningsveksten har derimot ført til at Helse Sør-Øst fortsatt har lav kapasitet sett opp mot behovet. Det er betydelig forskjell i hvilket fylke pasientene kommer fra, noe som tyder på svært ulik henvisningspraksis mellom fylkene.
- Migrasjon av pasienter til annen helseregion er lav, men allikevel av betydning da det er store regionale forskjeller. Det er særlig strålekniven i Bergen som mottar pasienter fra andre regioner.

-
- Utskifting av gammelt behandlingsutstyr stanset helt opp i 2006, noe som har ført til at mange behandlingsapparater har «falt for aldersgrensen». Mange behandlingsapparater vil havne i samme kategori de neste årene hvis ikke utskiftingstakten økes.

Har vi nådd målene i Norsk kreftplan av 1998?

Kreftplanen av 1998 refererer til WHO og fagmiljøet som har anslått behov for behandlingsserier til å være 54 % av nye krefttilfeller. I 2010 utgjorde antall behandlingsserier 49 % av nye krefttilfeller (korrigert til 43,5 % for behandling av kreftsvulster), slik at det fortsatt er et stykke igjen til WHO's anslag. For å nå dette målet ble det anbefalt å øke antall strålemaskiner (LAE) til 36 innen 2003. Planleggings- og utbyggingsfasene har tatt en del lengre tid, i tillegg til at personellsituasjonen har vært anstrengt, slik at først i 2006/2007 kom kapasiteten opp på dette nivået. Både innbyggertall og krefthyppighet har økt betydelig, dette tilsier at det bør planlegges en ny utvidelse av stråleterapikapasiteten for å dekke det økte behovet. For å komme på nivå med WHO's anslag trengs det (i 2010) 6,5 ekstra linacer basert på antall behandlingsserier. Det bør lages planer som også tar med videre øking i årene framover.

Kreftplanen opererer med gjennomsnittlig levetid på 10-12 år for strålemaskiner. Tallmaterialet i denne rapporteringen inneholder bare installasjonsår slik at gjennomsnittlig levetid kan ikke beregnes, men normalt har de ulike behandlingsapparatene omtrent samme levetid. De eldste behandlingsapparatene har de siste årene vært eldre enn 15 år, og dette er bekymringsfullt av flere grunner. Gamle maskiner trenger mer service, har flere driftsstanser og dårligere presisjon, det kan være vanskelig å skaffe reservedeler, samt at de ikke egner seg til mye av den avanserte strålebehandlingen som gis i dag. Utstyrsparken tilsier da at det bør skiftes ut 3-4 linacer årlig samt jevnlig utskifting av annen betydelig kapitalvare som CT-skannere og brachyterapiapparater. Det bør derfor være klare forpliktende og langsiktige utskiftingsplaner for slik kapitalvare i helseregionene.

Kreftplanen av 1998 tar også opp den anstrengte personellsituasjonen, særlig når det gjelder stråleterapeuter, men uten at det gis klare retningslinjer og mål. Det er derfor vanskelig å si i hvor stor grad Kreftplanen er oppfylt når det gjelder fagpersonell. For stråleterapeuter anses nå situasjonen som tilfredsstillende, mens det for onkologer er blitt en ganske anstrengt situasjon. For medisinske fysikere er det i første rekke mangelen på offentlig godkjenning for å sikre kvalitet som er påtrengende (se også kreftstrategien fra 2004 [ref.3]). Det ville være ønskelig med retningslinjer for bemanning innenfor de ulike faggruppene: lege, fysiker og stråleterapeut.

Videre foreslår Kreftplanen en permanent styrking av dosimetri og kvalitetssikring i strålemedisin i regi av Statens strålevern for å følge opp ønsket om vesentlig styrking av stråleterapikapasiteten. Denne rapporten er en del av det KVIIST-arbeidet Strålevernet satte i gang på grunnlag av dette.

Innspill til nye kreftstrategier og planer

Ut fra data behandlet i denne rapporten er det ovenfor tatt opp behov for langsiktige og forpliktende utskiftingsplaner for behandlingsutstyr og behov for retningslinjer for bemanning. Rapporten viser også store endringer i planleggingsdelen med avanserte behandlingsopplegg som krever vesentlig mer onkologressurser. Da denne rapporten begrenser seg til generelle behandlings- og ressursdata, er det mange aspekter den ikke dekker. Dette gjelder særlig medisinske og kvalitetsmessige aspekter som til dels vil bli dekket av senere rapporter basert på den samme virksomhetsrapporteringen. Oppfølging av pasienter etter behandling og seneffekter er ikke dekket av denne virksomhetsrapporteringen, men vil være viktige aspekt ved utvikling av kliniske kvalitetsregistre og utarbeidelse av nye kreftstrategier. For nye kreftstrategier må det også tas høyde for utvikling som er på gang, som økt bruk av bildegivende utstyr til planlegging og kontroll under behandling, nye behandlingsmodaliteter (f.eks. protoner), nye behandlingsteknikker (f.eks. VMAT) og oppbygging av kompetanse på disse.

Summary

The aim of this report, and the data collection system behind, is to provide high quality information about radiotherapy. While other national registries are based on data for individuals, these data are aggregated data for radiotherapy departments and can easily be made publicly available. Prior to this reporting a common understanding of the different parameters was made by preparing a document with definitions in cooperation with the radiotherapy community. Data have been reported annually according to these definitions since 2001 using spread sheets (MS Excel). A database has been generated to collect all these data, and in recent years the hospitals themselves have been able to load the data sets directly into the database via internet. Lot of tests of data quality are built into these solution to secure data consistency and help the reporter to validate their own data. Predefined web reports to show selected data from the database are also generated. This report is focused on main trends, while specific data for various diagnoses and equipment, quality systems and incident handling are left for separate reports.

Main results and trends:

- The number of radiotherapy centres has almost doubled in the years up to 2007. The physical capacity (treatment units) increased considerably until 2006, while treatment capacity (patient treatments) were lying a little behind. The new centres had lower utilization of treatment capacity for the first two years.
- Out-patient treatment increased considerably during the first half of the decade. Palliative treatment series increased more (57 %) then treatments with curative intention (33%). This is in accordance with the National Cancer Plan from 1998.
- The number of exposed beams increased more (177 %) than the number of patients (50 %) mainly due to more advanced and individualized treatments. The number of beams per fraction increased considerably, especially for curative treatments (83 %), while the number of fractions per treatment series has been nearly constant at 17 (curative 26, palliative 9).
- Treatment planning is now mainly based on CT images. The planning phase has been more labour intensive, which requires more oncology resources, while the treatment phase has almost constant number of fractions per time unit despite more advanced treatments.
- Low activity modalities such as brachytherapy of external therapy with gamma knife and conventional roentgen rays have also increased considerably. This increase is associated closely with more availability and indication for these treatments.
- Regional differences of activity are generally small, but the capacity in regions with high increase of population has not increased accordingly. The relative number of patients from different counties varies considerably, which indicates a difference in physician referral between counties.
- Patients are normally treated in their own region, but migration may be important due to great regional differences. It is mainly due to that only one hospital has a gamma knife and that attracts patients from other regions.
- Replacement of old equipment paused completely in 2006 with the result that many treatment units now are obsolete. Many other treatment units will fall into the same category within few years if replacement plans are not accelerated.

Comparison with the National Cancer Plan from 1998

The plan refers to WHO and the professional community that have estimated the required radiotherapy capacity to be 54 % of the cancer incidence. According to data in this report the national level was 49 % (adjusted to 43.5 % for treatment of cancers only) in 2010, well behind the estimation from WHO. The cancer plan proposed to increase number of treatment units (LAE) to 36 by 2003. Due to delays in the planning process and personnel shortage, this number was not reached until 2006/2007. In the

meantime both population and cancer incidence rate have increased considerably, indicating that new plans for increasing radiotherapy capacity have to be worked out. To reach the WHO estimated level in 2010 there should have been 6.5 more linacs, and this target number will increase in years to come.

The cancer plan estimates average life time for a linac to be 10-12 years. This report shows that several units at more than 15 years old. Old units need more service, have more breakdowns and less precision, spare parts can be difficult to get, in addition to that they cannot carry out many advanced treatment techniques. This means that 3-4 linacs should be replaced yearly in addition to replacement of other expensive equipment such as CT scanners and brachy therapy units. These facts indicate there should be binding and long-term replacement plans for such equipment within the health regions.

The cancer plan also addresses the personnel shortage, especially for radiotherapy technologists (radiographers). This shortage has now been eliminated, but for oncologists the situation has changed in the opposite direction. For medical physicists the problem is the absence of public authorization to secure qualifications and quality. Staffing guidelines for different professional groups (physicians, medical physicists, and radiotherapy technicians) would also be valuable.

The cancer plan proposes permanent strengthening of quality assurance and dosimetry for radiotherapy managed by Norwegian Radiation Protection Authority (NRPA) as a consequence of the planned expansion of radiotherapy sites and capacity. This report is part of the work the KVIST group has initiated at NRPA.

Suggestions for new cancer strategies and plans

The previous sections have shown that from data presented in this report there should be long-term and binding plans for replacement of equipment, and guidelines for staffing. The demonstrated change of the planning phase demands more oncologists for radiotherapy. Since this report is limited to general treatment and resource data there will be many aspects that are not covered, such as medical and quality issues that will be covered by other reports based on the same reporting from the hospitals. Follow-up for patients and late effects are not covered by this reporting, but are important aspects when generating clinical registers and new cancer strategies. When planning these one also has to take into account on-going changes such as expanding use of imaging equipment for planning and control, new treatment techniques (e.g. VMAT), and the need for qualifications on these.

Innhold

Forord og takk	4
Preface and acknowledgements	4
Sammendrag	5
Summary	7
1 INNLEDNING	11
1.1 «Norsk kreftplan» og KVIST satsingen	11
1.2 Formål med virksomhetsrapportering	11
2 METODE FOR KARTLEGGING AV VIRKSOMHETSDATA	12
2.1 Definisjon av parametere og system for virksomhetsrapportering	12
2.2 Stråleterapienheter som rapporterer data	13
2.3 Datagrunnlag og usikkerhet i registrering	14
2.4 Bruk av data fra andre registre	14
3 RESULTATER I HOVEDTREKK – BEHANDLINGSAKTIVITET	15
3.1 Ekstern terapi	15
3.1.1 Behandlingsopplegg: kurativ og palliativ intensjon	17
3.1.2 Rebehandlingsrate	19
3.1.3 Poliklinisk behandling	20
3.1.4 Lavenergetisk stråleterapi	20
3.1.5 Strålekniven (gammakniven)	21
3.1.6 Planleggingsaktivitet	21
3.1.7 Aktivitet fordelt på behandlingsapparat	23
3.2 Brachyterapi	25
3.2.1 Behandlingsopplegg: kurativ og palliativ intensjon	26
3.2.2 Poliklinisk aktivitet	26
3.2.3 Ulike brachyterapi modaliteter	27
3.2.4 Planleggingsaktivitet	27
4 BEHANDLINGSAKTIVITET FORDELT PÅ HELSEREGIONER OG FYLKER	29
4.1 Fordeling på pasientenes hjemregion og hjemfylke	29
4.1.1 Behandlingsaktivitet pr 100.000 innbyggere	29
4.1.2 Behandlingsaktivitet pr kreftinsidens	31
4.2 Migrasjon av pasienter mellom regioner	34
4.3 Regional fordeling av antall LAE	35
5 FORDELING PÅ STRÅLETERAPIENHETER OG BEHANDLINGSUTSTYR	38
5.1 Behandlingsaktivitet pr stråleterapisenter	38
5.2 Aldersfordeling for behandlingsapparater (linacer)	40

6	PERSONELLRESSURSER	42
6.1	Leger/onkologer	42
6.2	Fysikere/medisinske fysikere	43
6.3	Radiografer/Stråleterapeuter	44
6.4	Andre	46
7	STATUS FOR NORSK STRÅLETERAPI 2010 – VURDERT MOT NORSK KREFTPLAN 1998	47
8	REFERANSER	50

1 Innledning

1.1 «Norsk kreftplan» og KVIST satsingen

På 1980-90-tallet i Norge var det flere alvorlige tilfeller av komplikasjoner hos kvinner etter strålebehandling av brystkreft. Spesielt refereres det til 1496 pasienter med brystkreft som i perioden 1975-86 fikk fraksjonsregimet 4,3 Gy x 10, altså noe høyere dose per fraksjon enn det som var vanlig i andre land. Noe av grunnen til valgt protokoll var dårligere stråleterapikapasitet enn i andre land man kunne sammenligne seg med. Det ble betegnet som «mammaskandalen» fordi man ikke hadde fanget opp tidlig nok hvilke betydelige skadevirkninger strålebehandlingen hadde hatt. Oppfølgingen av saken ble meget omfattende hvor sentrale fagfolk nedla betydelig arbeid, og erstatningsoppgjøret ble det største innen norsk kreftbehandling.

Det ble laget en plan for opprustning og kvalitetssikring: NOU1997:20 «Omsorg og kunnskap: Norsk kreftplan» [ref.1] og den etterfølgende stortingsproposisjonen (Norsk kreftplan 1998) [ref.2]. Strålevernets arbeid med kvalitetssikring i stråleterapi (KVIST) ble initiert av disse og senere forankret i «Nasjonal strategi for arbeid innenfor kreftomsorgen – Kvalitet, kompetanse og kapasitet» (2004) [ref.3] og «Nasjonal strategi for kreftområdet» (2006 – 2009) [ref.4]. Behandlingskvaliteten skulle heves, og et virkemiddel var blant annet opprettelse av KVIST.

KVIST er nå et løpende kvalitetssikringsprogram nedfelt i Strålevernets strategiske plan og den årlige tildelingen over statsbudsjettet. Arbeidet organiseres av KVIST-gruppen, som består av onkologer, medisinske fysikere og stråleterapeuter i deltidstillinger på Strålevernet og resterende andel på en stråleterapiavdeling. KVIST har utnevnt en nasjonal referansegruppe som foreslår arbeidsgrupper til å løse oppgaver av ulik art. Alt KVIST arbeid er fundert på geografisk og flerfaglig representasjon. Siktemålet er å identifisere kliniske, tekniske og administrative problemstillinger som kan løses på et nasjonalt plan. KVIST-gruppen fungerer som koordinator og sekretariat for arbeidet som har munnet ut i en rekke nasjonale retningslinjer basert på konsensus i fagmiljø [ref.5].

1.2 Formål med virksomhetsrapportering

Statens strålevern og KVIST-gruppen har behov for omfattende og pålitelige data om stråleterapivirksomheten i Norge for å kunne utføre sitt arbeid. Andre aktører, som for eksempel Statens helsetilsyn, Helsedirektoratet og Kreftregisteret, har behov for mye av de samme dataene. I forståelse med disse tok derfor KVIST-gruppen i 2001 på seg arbeidet med å utarbeide en helhetlig virksomhetsrapportering som kunne dekke ulike instansers behov. Et viktig aspekt var å komme fram til entydige og felles parametere for å sikre at datakvaliteten ble god nok til sammenligninger og vurderinger. Dette er også verdifulle data for helseforetakene og det enkelte sykehus ved at de lettere kan sammenligne seg med de andre. I tillegg vil disse årlige rapporteringene utgjøre en database som inneholder viktige data for ulike medier, forskere m.m.

2 Metode for kartlegging av virksomhetsdata

2.1 Definisjon av parametere og system for virksomhetsrapportering

Første skritt i arbeidet var at KVIST-gruppen i samarbeid med referansegruppen utarbeidet et dokument med definisjoner og beskrivelser av de aktuelle parametere for virksomhetsrapportering (StrålevernRapport 2003:10) [ref.6]. Med grunnlag i disse definisjonene ble data samlet inn fra stråleterapisentrene årlig siden 2001. Det er tidligere utgitt to strålevernrapporter med data for årene 2001-2002 (StrålevernRapport 2004:6 [ref.8]) og 2003-2004 (StrålevernRapport 2006:11 [ref.9]).

Siden den gang er det laget en egen database på Strålevernet hvor alle disse virksomhetsdataene er samlet, og stråleterapiavdelingene kan legge inn virksomhetsdataene selv. På den måten har de selv kontroll over dataene som legges inn og kvaliteten på disse. Denne databasen er knyttet opp mot en egen internett-portal (<http://kvist.nrpa.no>) hvor sentrale data kan hentes ut i predefinerte rapporter. Tilgang til denne portalen er passordbeskyttet, og passord er distribuert til fagpersoner på stråleterapiavdelingene slik at disse kan ha løpende tilgang til sentrale data.

Det har lenge vært ønsket å gi ut en ny strålevernrapport med sentrale data for stråleterapien slik at data kan være tilgjengelig for et større publikum og lettere kan refereres til i andre sammenhenger. Det er nå over ti år siden datainnsamlingen startet og i den anledning naturlig å gi ut en samlet oversikt over utviklingen i dette desenniet. Virksomhetsrapporteringen omfatter mer enn det som er tatt med i denne rapporten, og er det ønskelig mer med informasjon om dette kan man ta kontakt med Strålevernet.

Det bør også nevnes at i 2009 ble det publisert oversiktsdata for stråleterapibruk i Helse Sør-Øst [ref.10]. Disse dataene dekker et lengre tidsperspektiv og er bare delvis overlappende med data i denne rapporten, men kan med fordel leses parallelt.

Stråleterapi er en omfattende prosess som kan karakteriseres på ulike vis. Ulike rapporteringer før 2001 bærer preg av ulike syn på hva som er vesentlig å rapportere og ulik forståelse av de forskjellige parametrene. Det har derfor vært vanskelig å gjøre sammenligninger og konklusjoner. Ved utarbeiding av Strålevernets innrapporteringssystem er det forsøkt å overkomme disse svakhetene ved først å utarbeide felles forståelse av parametere [ref.6] i nært samarbeid med fagmiljøet. De fleste parametre brukt i denne rapporten finnes derfor beskrevet i definisjonsrapporten og det henvises til denne for detaljer. For generell forståelse er derfor bare noen få parametre beskrevet i denne rapporten.

Innrapporteringsskjemaene består av følgende deler:

- Behandlingsdata
 - Generelle behandlingsdata
 - Generelle planleggingsdata
 - Diagnosespesifikke aktivitetsdata
 - Fylkesvise aktivitetsdata
 - Apparatspesifikke aktivitetsdata
- Ressursdata
 - Personelldata
 - Data om behandlingsutstyr
 - Data om dosimetrisk utstyr
- Kvalitetsdata

- Data om kvalitetskontroller av behandling
- Data om kvalitetskontroller av utstyr
- Statistiske data fra avviksrapportering
- Data om FoU-aktivitet
- Tekstbeskrivelser
 - Årsrapporter
 - Planer framover de neste årene

Dette gir en omfattende rapportering med mange hundre ulike parametre. Denne rapporten vil bare ta for seg en del hovedtrekk, mens mer detaljer om ulike temaer vil komme i egne rapporter eller interesserte kan henvende seg til Strålevernet. Denne rapporten omhandler bare de to første hovedpunktene, behandlings- og ressursdata, mens kvalitetsdata egner seg for egen rapport og tekstbeskrivelser mer er bakgrunn for forståelsen av andre data. De diagnosespesifikke aktivitetsdataene er så omfattende at de også egner seg best for egen rapport og vil ikke bli tatt med her.

2.2 Stråleterapienheter som rapporterer data

Dataene er rapportert inn fra hver enkelt geografisk stråleterapienhet og ikke tatt hensyn til organisatoriske koplinger. Det betyr at hovedavdelinger og satellittavdelinger rapporterer hver for seg. Dessuten er også data fra Radiumhospitalet og Ullevål sykehus holdt separate når data på sykehusnivå presenteres, selv om de nå formelt er slått sammen. Dette er naturlig da det i denne tiårsperioden ikke har vært vesentlig samkjøring av aktivitet på disse geografisk adskilte stedene. I sammenstillingene er det i første rekke valgt å se på hele landet under ett, men i siste del av dokumentet er disse dataene splittet opp på hver helseregion eller stråleterapienhet. Sørøst-Norge var i første del av tiårsperioden delt i to regioner hvor pasientstrømmen gikk litt på tvers av grensene, det har derfor vært naturlig å behandle dette kun som en region for hele perioden. Organisering og navn på sykehus har endret seg mye etter opprettelsen av helseforetak. For enkelhets skyld vil det i denne rapporten bli brukt omtrent samme forkortelser på stråleterapienhetene som i forrige rapporter:

<u>Forkortelse</u>	<u>Sykehus, helseforetak</u>
UNN	Universitetssykehuset i Nord-Norge HF
NLSH	Nordlandssykehuset HF, Bodø
SOH	St. Olavs Hospital HF
ÅS	Ålesund sjukehus, Helse Møre og Romsdal HF
HUS	Haukeland universitetssykehus, Helse Bergen HF
SUS	Stavanger universitetssjukehus, Helse Stavanger HF
SSK	Sørlandet sykehus HF, Kristiansand
DNR	Radiumhospitalet, Oslo universitetssykehus HF
UUS	Ullevål sykehus, Oslo universitetssykehus HF
SIG	Sykehuset innlandet HF, Gjøvik

2.3 Datagrunnlag og usikkerhet i registrering

De ulike stråleterapisentrene bruker ulike registreringssystemer. Aktivitetsdata for denne rapporteringen er hovedsakelig hentet fra sentrenes verifikasjonssystemer for strålebehandlingen. Disse datasystemene er ikke primært laget for virksomhetsrapportering. Til dels finnes ikke de ønskete parametrene eller parametrene er definert/brukt på en annen måte, og til dels er det problematisk å hente ut ønskete sammenstillinger. Det er bare to hovedsystemer i bruk (Aria, Visir), slik at det over litt tid har vært mulig å komme fram til rimelig automatiske utplukk fra disse systemene for de aller fleste aktivitetsparametrene. Dataene vil også være av litt variabel kvalitet, men det har vært en merkbar forbedring fra starten i 2001. Både i selve innrapporteringsfilene (Excel) og i innlesingsprogrammet til databasen er det etter hvert lagt inn tester for å oppdage åpenbare feil. Innrapporterte data kan derfor nå regnes som rimelig rette, men det er fortsatt problem med manglende data for en del parametre. Der dette er problem for de presenterte data vil det bli kommentert. Det må vises forsiktighet ved sammenligning med andre data som ikke er basert på definisjonene i StrålevernRapport 2003:10 da definisjon av parametere og bruk av data kan være annerledes.

2.4 Bruk av data fra andre registre

For analyse av data er det også brukt kreftinsidensdata fra Kreftregisteret [ref.11] og befolkningsdata fra Statistisk sentralbyrå (SSB) [ref.12]. Befolkningsdata hentet fra SSB gjelder pr 1.1 for aktuelt år. I denne rapporten er brukt middeldata for aktuelt år, dvs. midlet mellom data ved begynnelse og slutt av året. Kreftinsidensdata er midlet over tre år for å redusere tilfeldige variasjoner: data for aktuelt og to foregående år. Det er ett unntak, for 2010 er det midlet over data for 2007-2009 (tilsvarende som for 2009) da insidensdata for 2010 ikke foreligger ennå. I Kreftregisterets data for insidens er ikke hudkreft (basalcellekarsinom) med, mens strålebehandling av disse er medregnet ved normering mot insidens i denne rapporten. Dette vil gi en liten systematisk feil i de presenterte dataene. Videre er behandling av benigne lidelser og behandling av brystkjertler ved prostatacancer tatt med i aktivitetsdataene, men disse er naturlig nok ikke dekket av Kreftregisterets insidensdata. Aktivitetsdata relatert til insidens vil derfor vise en litt for høy verdi.

3 Resultater i hovedtrekk - Behandlingsaktivitet

Siden Norsk kreftplan [ref.2] ble vedtatt i 1998 har det vært en rivende utvikling av stråleterapikapasiteten med fordobling av antall stråleterapienheter og behandlingsapparater. Stråleterapienheter har kommet til ved følgende sykehus:

1998	Stavanger universitetssykehus
2001	Sørlandet sykehus Kristiansand
2002	Sykehuset innlandet Gjøvik
2004	Ålesund sjukehus
2007	Nordlandssykehuset Bodø

Da det ikke finnes sikre data tilbake til 1998 er det derfor valgt å se på tiårsperioden fra virksomhetsrapporteringen startet i 2001. Dataene vil derfor gjenspeile en betydelig utbygging de første årene og en konsolidering i slutten av perioden. To andre viktige begivenheter er de store utbyggingene av stråleterapiavdelingene på Radiumhospitalet og Ullevål som begge åpnet i 2006.

3.1 Ekstern terapi

Ekstern terapi vil si at behandlingen gis med strålekilden plassert utenfor pasienten. Dette gjøres oftest med en lineæraksellerator (linac), men det finnes også lavenergetiske røntgenapparater og en såkalt strålekniv (gammakniv) bestående av en hjelm med radioaktive kilder som brukes til hjernesvulster.

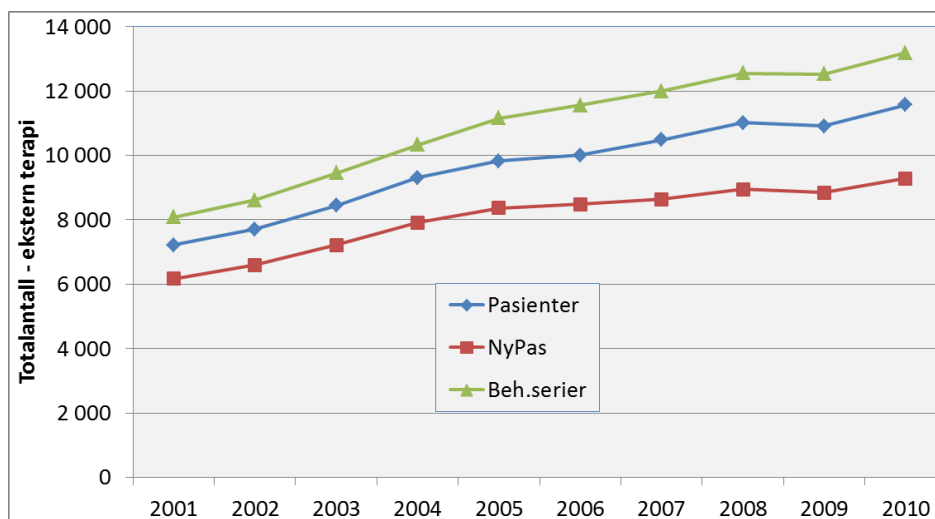
Pasienter kan telles på forskjellige måter. For denne rapporteringen er det brukt tre ulike parametre:

NyPas¹ pasienter som har fått sin første behandling det året

Pasient² pasienter som har startet strålebehandling det året, men kan ha fått behandling før (samme år eller tidligere år)

Behandlingsserie¹ behandlingsomganger (fraksjoner) som hører sammen i et behandlingsopplegg. Det kan gis flere slike mot ulike områder på samme pasient i løpet av et år

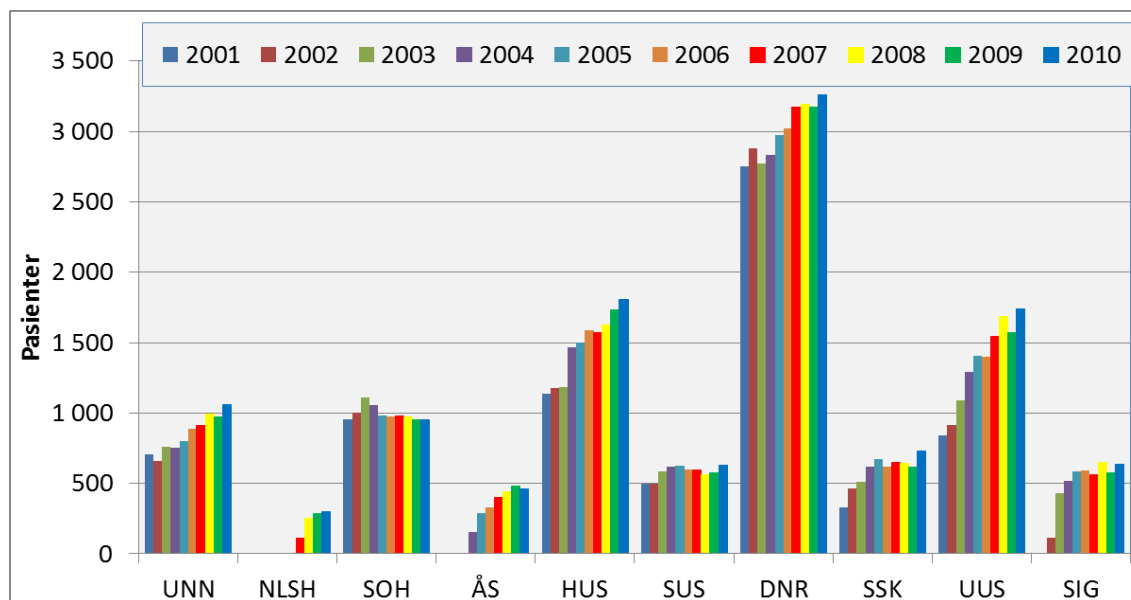
¹Additiv størrelse ²Ikke additiv størrelse (periodisering avgjør)



Figur 3.1 Antall pasienter som har fått ekstern stråleterapi (inkludert lavenergetisk røntgen og strålekniv) i perioden 2001-2010.

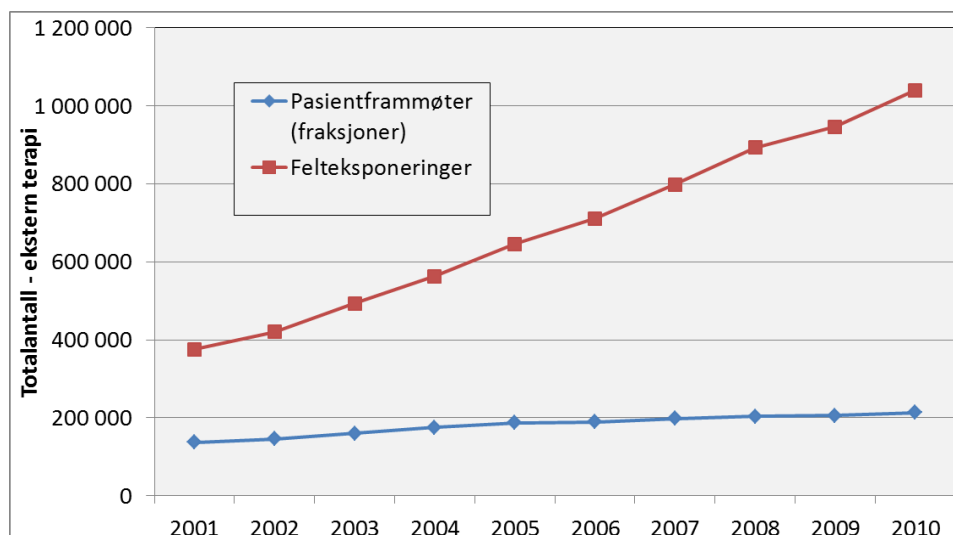
Økingen i antall pasienter og behandlingsserier har vært ganske lik (ca. 60 %) i tiårsperioden (Figur 3.1), mens øking av NyPas bare har vært 50 % (det er noen mangler i dataene da det ikke foreligger data for lavenergetisk bestråling og strålekniven de første årene, trekkes disse fra blir den reelle

økingen 50 % for pasienter, 54 % for behandlingsserier og 40 % for NyPas). Dette henger sammen med at øking av stråleterapikapasiteten har ført til mer palliativ behandling, og disse pasientene kommer oftere tilbake og får flere behandlingsserier. Andelen behandlingsserier som er kurative, har sunket fra 54 % i 2001 til 49 % i 2010, og andelen palliative har da steget tilsvarende. Dette henger sammen med ønske om å kunne gi mer palliativ strålebehandling.



Figur 3.2 Antall strålebehandlede pasienter fordelt på de ulike stråleterapienhetene i perioden 2001-2010.

Stråleterapienhetene som har kommet til fra 1998 og framover er generelt mindre med færre behandlingsapparater enn de «gamle» enhetene. Det er også stor forskjell i hvordan utviklingen av antall pasienter har vært på de ulike enhetene. De enhetene som har fått tilført flere behandlingsapparater, har kunnet øke tilsvarende antall pasienter som blir behandlet (Figur 3.2). Økingen i totalantallet ut over dette skyldes hovedsakelig at nye enheter har kommet til som «desentraliserte» tilbud.



Figur 3.3 Antall fraksjoner og felteksponeringer i perioden 2001-2010

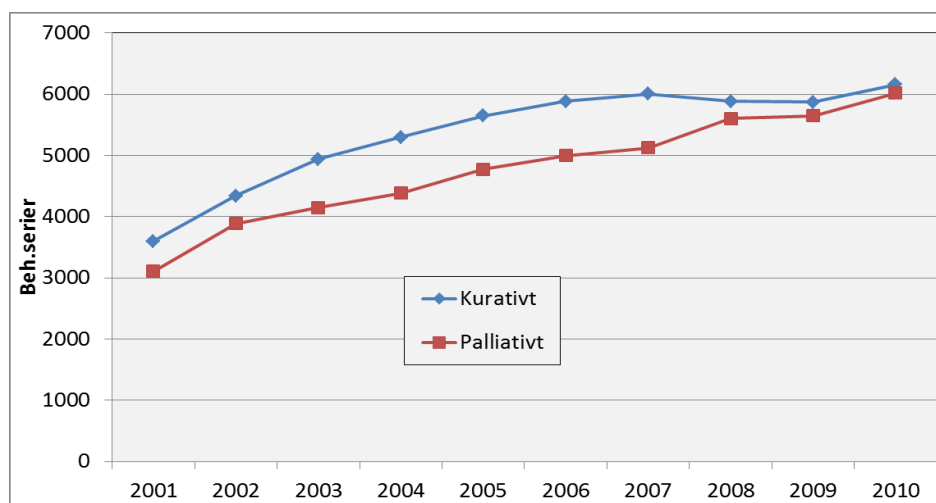
Behandlingen kan gis ufraksjonert, men i de fleste tilfelle deles den opp i 2-40 fraksjoner. Det gis ofte en fraksjon pr dag fem dager i uken, men ut fra strålebiologiske betraktninger for ulike diagnoser brukes også andre fraksjoneringsmønstre. En fraksjon kan gis med eksponering av ett strålefelt, men i

de aller fleste tilfelle oppnår man en mer optimal dosefordeling med strålefelt fra ulike retninger. Det ses derfor i de fleste tilfelle (særlig kurativt) som en klar kvalitetsforbedring å bruke flere strålefelt pr fraksjon. Ved palliativ strålebehandling av skjelettmetastaser for smertelindring, er det dog dokumentert god effekt med engangsfraksjon.

Antall felteksponeringer har økt vesentlig mer (177 %) i tiårsperioden (Figur 3.3) enn fraksjoner (55 %), pasienter og behandlingsserier. Denne store økingen i felteksponeringer henger sammen med bruk av 3D anatomi fra CT- og MR-skannere, avanserte doseplanleggingsystem og datastyring av behandlingsapparatene. Avanserte behandlingsteknikker kan da gis uten vesentlig lengre behandlingstid pr fraksjon. Klinisk betyr det at man kan gi høyere dose til svulsten samtidig som normalvevet kan få reduserte doser. Det vil si at før fikk et mindre volum av normalvevet høy dose, mens en lavere friskvevsdose nå er spredd utover et større volum av normalvevet. På denne måten kan man spare dose til risikoorganer, men det er et ubesvart spørsmål hva lavere friskvevsdoser over større volum vil ha å si for eventuell sekundærcancer. Svaret på det spørsmålet vil ta lang tid å finne, opptil flere tiår med oppfølging av pasientene.

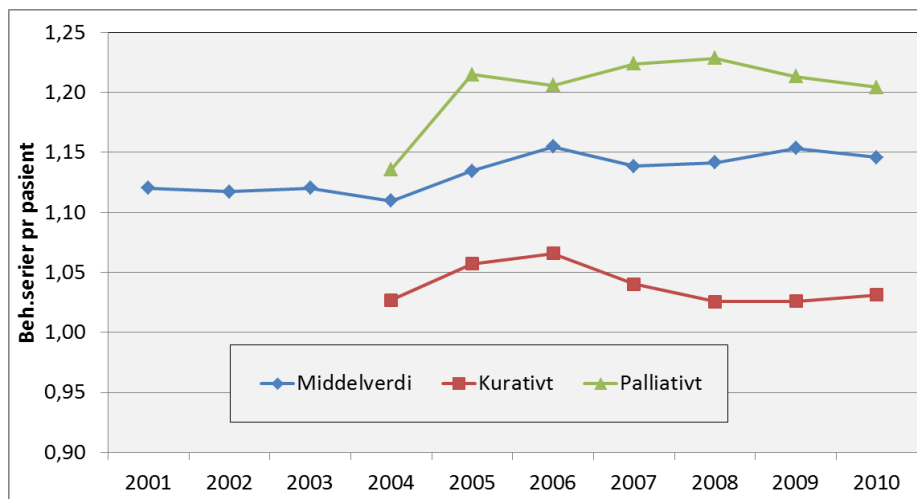
3.1.1 Behandlingsopplegg: kurativ og palliativ intensjon

Det er ofte stor forskjell på behandlingsopplegg med kurativ eller palliativ intensjon. Disse må derfor i mange sammenhenger vurderes hver for seg, mens i andre sammenhenger er det middelverdien som er interessant. Her vil bli tatt opp noen av disse forskjellene. En pasient kan ha behandlingsserier med både kurativ og palliativ intensjon i løpet av samme år.



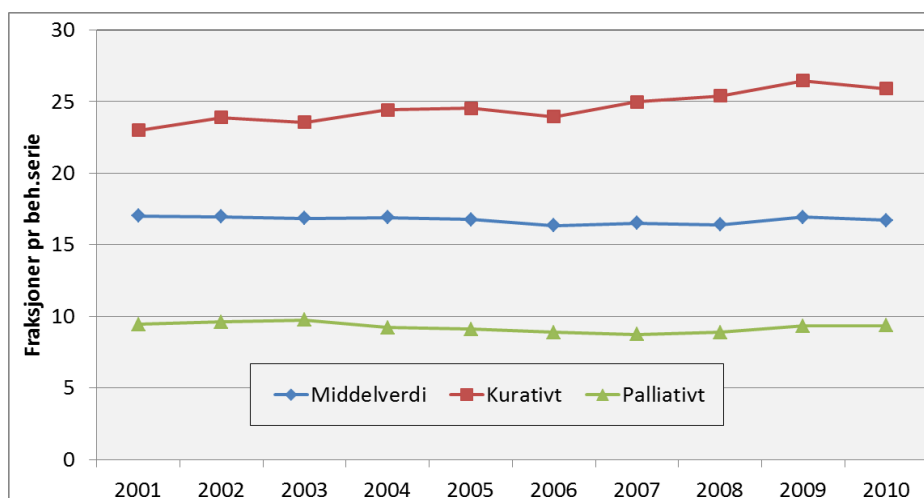
Figur 3.4 Antall behandlingsserier med kurativ og palliativ intensjon i perioden 2001-2010

Det kan være noe usikkert hva som defineres som kurativt og palliativt. I en del tilfelle defineres intensjonen som lokal kontroll, og det blir i denne rapporteringen regnet som palliativt. Økingen av palliativ behandling har vært vesentlig større (93 %) enn for kurativ behandling (71 %) (Figur 3.4), men disse prosenttallene er misvisende da data for lavenergetisk røntgen og strålekniv mangler for 2001 og 2002. For perioden 2003-2010 er økingen 26 % for kurative behandlingsserier og 45 % for palliative, med lineær ekstrapolasjon indikerer dette henholdsvis 33 % og 57 % for hele tiårsperioden, men disse tallene er usikre. Sammenlignes absoluttallene for kurativt + palliativt med totaltallene i Figur 3.1 tyder verdiene på at det har vært noe underreportering for kurativt og/eller palliativt, dette må tas med i vurderingen av disse tallene. Økingen av palliative behandlinger har vært tilsiktet med Kreftplanen [ref.2] da man regnet med at underforbruket var størst ved palliativ behandling.



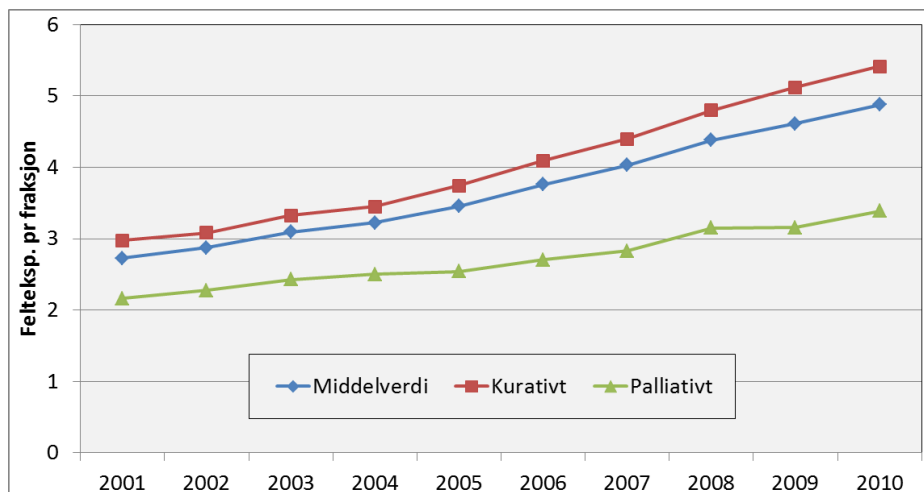
Figur 3.5 Antall behandlingsserier pr pasient i perioden 2001-2010

Ved kurativ behandling kommer pasientene sjelden tilbake for ny behandling samme år (verdi nær 1 i Figur 3.5), men dette er mer sannsynlig ved palliative. Da det er mangelfulle data for de første årene er ikke disse tatt med i figuren. Det er mulig det har vært en øking av behandlingsserier pr pasient for palliativ intensjon første del av tiårsperioden ut fra økt satsing på dette og verdiene for 2004/2005, men dette er usikkert da det ikke er sikre data lengre tilbake. Se også kap. 3.1.2 Rebehandlingsrate og Figur 3.8 for sammenligning.



Figur 3.6 Antall pasientframmpøter (fraksjoner) pr behandlingsserie i perioden 2001-2010

Antall fraksjoner pr behandlingsserie viser små forandringer over tid (Figur 3.6) selv om selve behandlingsoppleggene har endret seg vesentlig. For behandlinger med kurativ intensjon har det vært en svak øking fra 23 til 26 fraksjoner, mens for palliative har det vært stabilt på 9 og middelverdien er i underkant av 17. En stor del av den palliative behandlingen gis i dag ufraksjonert (en fraksjon), og grunnen til at antall fraksjoner allikevel er så høyt som 9, er antakelig at behandlingsintensjonen lokal kontroll er tatt med blant de palliative. For de ulike diagnosene vil det være store forskjeller, men det egner seg mer for en egen rapport og vil ikke bli beskrevet i denne rapporten.

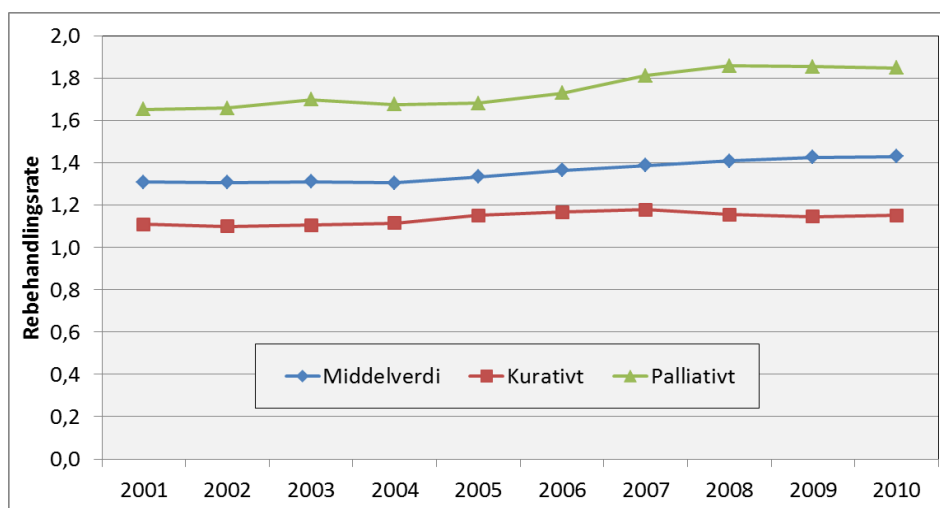


Figur 3.7 Antall felteksponeringer pr fraksjon i perioden 2001-2010

Det har vært en vesentlig øking av antall felteksponeringer pr fraksjon for både kurative og palliative behandlingsopplegg i tiårsperioden (Figur 3.7). Økingen har vært vesentlig større for de kurative (83 %) enn for palliative (58 %) opplegg. Da det er færre fraksjoner for palliative enn kurative behandlingsopplegg vil middelverdier ligge nærmere verdier for de kurative.

3.1.2 Rebehandlingsrate

Rebehandlingsrate er definert som antall behandlingsserier pr. NyPas. I motsetning til antall behandlingsserier pr pasient (Figur 3.5) kan rebehandlingsraten relateres mer direkte til kreftinsidensen, da antall NyPas vil følge utviklingen av kreftinsidensen mer enn antall pasienter. Med et slikt forholdstall (rebehandlingsrate) kan endring i insidens koples til endringer i behandlingsserier. Dette påvirkes også av andre faktorer som endring i diagnose, stadiefordeling og indikasjoner for stråleterapi.

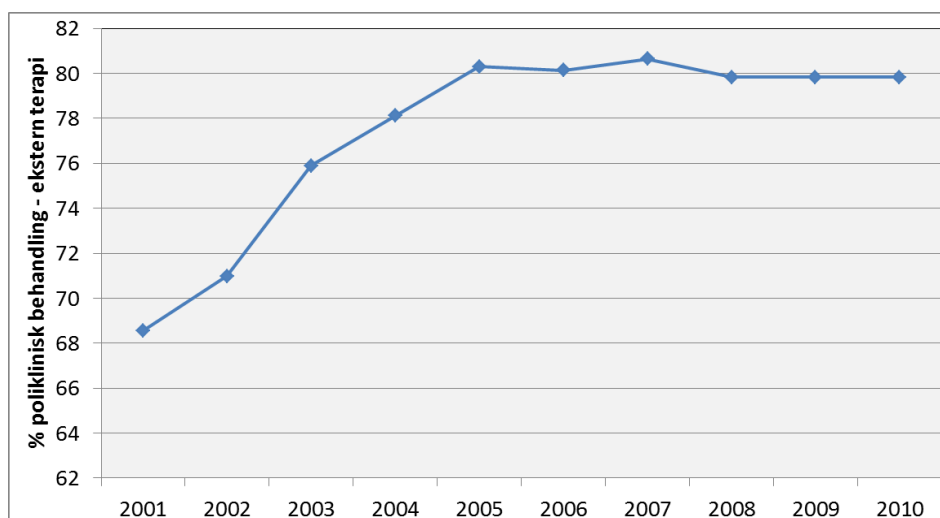


Figur 3.8 Rebehandlingsrate i perioden 2001-2010

Det har vært en øking av rebehandlingsraten på 13 % for de palliative og 4 % for de kurative behandlingsoppleggene (Figur 3.8). For de kurative oppleggene forventes en verdi nær 1 da intensjonen er kurasjon. Det må understrekes at disse verdiene ikke sier noe om kvaliteten av behandlingen og følgelig ikke kan brukes som kvalitetsindikator.

3.1.3 Poliklinisk behandling

Strålebehandlingen kan hovedsakelig gis poliklinisk, men i en del situasjoner gjør andre forhold det nødvendig at pasienten må være inneliggende.

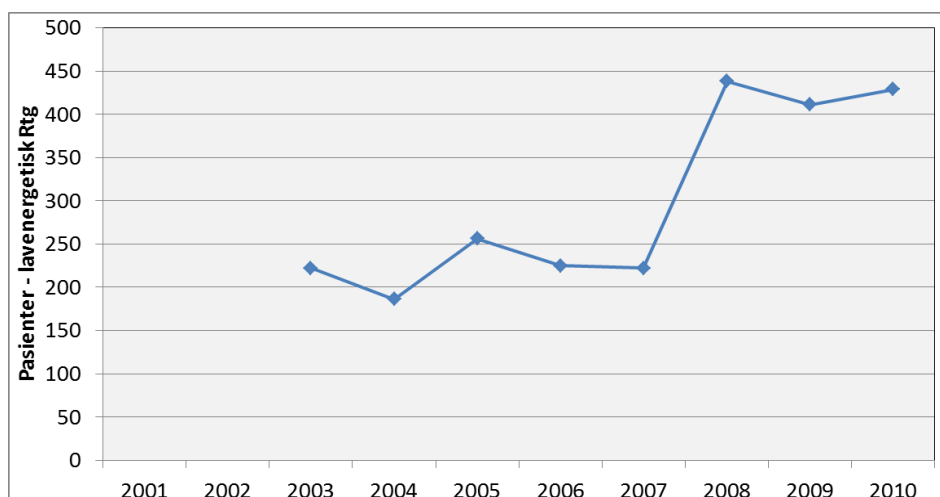


Figur 3.9 Andel poliklinisk behandling for ekstern terapi i perioden 2001-2010

Andel polikliniske behandlinger har i tiårsperioden økt med 17 %, hele denne økingen kom i løpet av de første fem årene av perioden (Figur 3.9) med utbygging av mer desentralisert behandlingstilbud. Det er særlig enhetene i Nord-Norge som fortsatt har lav andel poliklinisk behandling (ca. 73 %), dette henger hovedsakelig sammen med store reiseavstander.

3.1.4 Lavenergetisk stråleterapi

En liten andel av den eksterne stråleterapien gis som lavenergetisk behandling (røntgenstråling i kV-området). Denne behandlingen gis med røntgenapparater med strålekvaliteter omtrent som det som brukes for å ta røntgenbilder. Maksimaldosen er i huden, og disse apparatene brukes da også mest til hudbehandling og godartede lidelser.



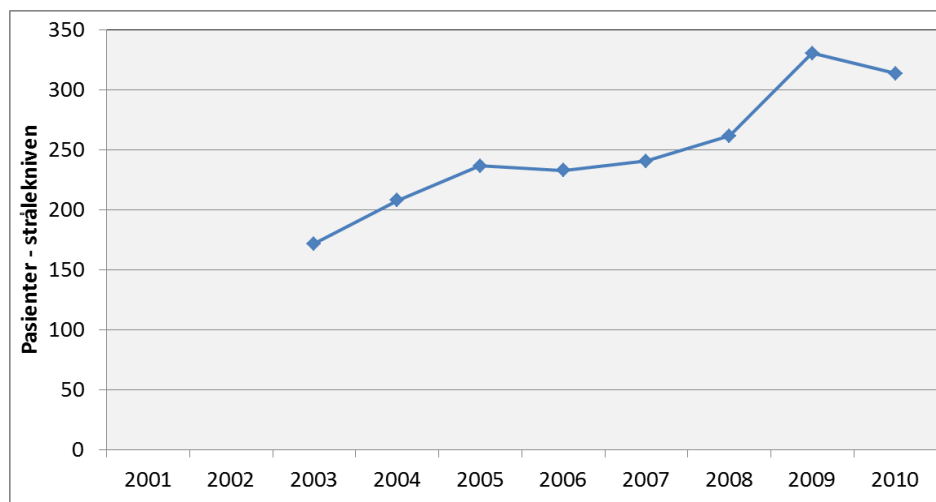
Figur 3.10 Antall pasienter som har fått lavenergetisk stråleterapi i perioden 2003-2010

Innrapporteringen av disse dataene er noe mangelfull, noe som framgår av Figur 3.10. I 2008 overtok en stråleterapiavdeling ansvaret for sykehusets lavenergetiske stråleterapi med den følge at innrapporterte strålebehandlinger ble omtrent fordoblet. Da denne rapporteringen bare er for

stråleterapiavdelinger, må det også tas høyde for at tilsvarende behandling gjøres andre steder også, som for eksempel ved hudavdelinger.

3.1.5 Strålekniven (gammakniven)

Strålekniven er en hjelm med rundt 200 koboltkilder (^{60}Co). Denne kan posisjoneres svært nøyaktig for å behandle små svulster i hjernen. Det finnes ett slikt behandlingsapparat i Norge (Haukeland).

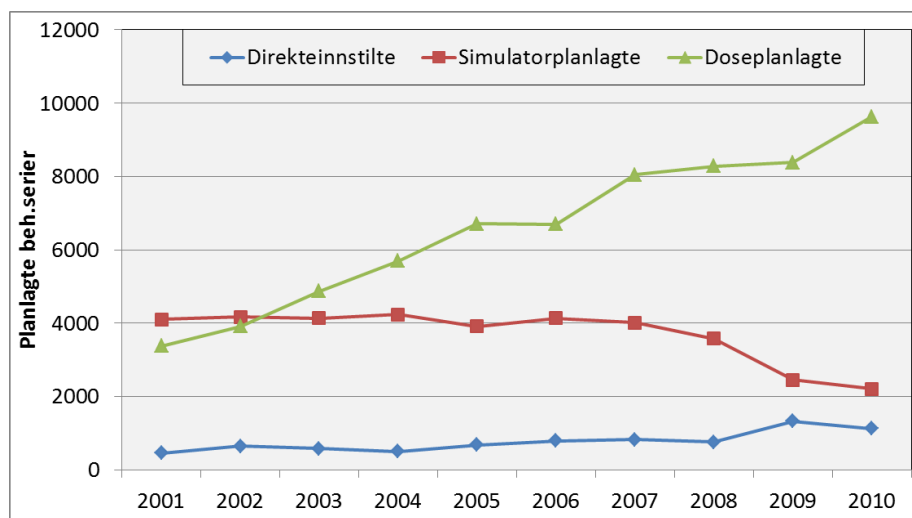


Figur 3.11 Antall pasienter behandlet med strålekniven i perioden 2003-2010

Antall pasienter behandlet med strålekniven (Figur 3.11) er også tatt med i totalantallet for ekstern behandling (Figur 3.1), men av registreringstekniske grunner samkjøres de ikke lenger med dette i innrapporteringen fra Haukeland fra og med 2009. Pasienter med denne behandlingen kan også ha fått annen ekstern behandling, i 2008 var det 22 %. For 2009 og 2010 er det derfor i Figur 3.1 bare tatt med 88 % av pasientene som har fått behandling med strålekniven.

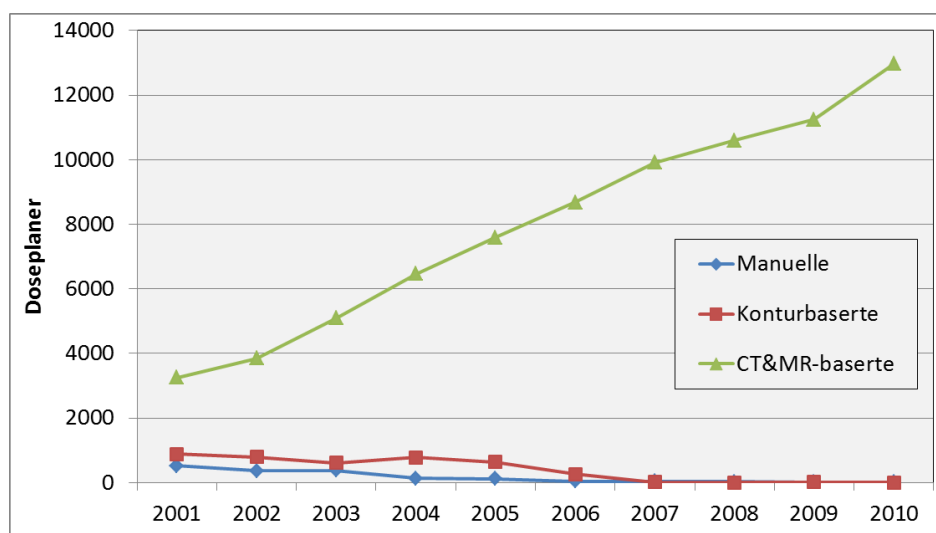
3.1.6 Planleggingsaktivitet

Planleggingsaktiviteten for stråleterapi er omfattende, bortsett fra den for lavenergetiske behandling, denne aktiviteten vil derfor bli omtalt spesielt her. For ekstern stråleterapi kan planleggingen gjøres ved direkteinnstilling på apparat (f.eks. av hudlesjoner), en mer omfattende planlegging ved hjelp av gjennomlysning på simulator eller en enda mer omfattende planlegging ved å bruke innskannet anatomi i 3D og doseplanleggingsystem. Den sistnevnte planleggingsmetoden er dominerende i dag.



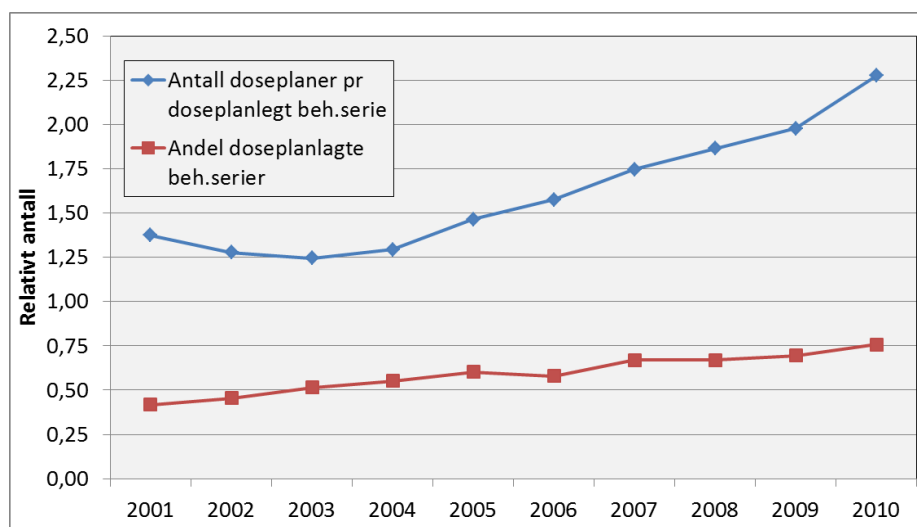
Figur 3.12 Antall planlagte behandlingsserier i perioden 2001-2010

Den samme behandlingsserien kan være planlagt i mer enn en av kategoriene, summen for hvert år kan derfor overstige noe antall behandlingsserier. Det mest framtrepende er den store økingen (168 %) av doseplanlagte behandlingsserier. Dette har til dels ført til reduksjon av simulatorplanlagte behandlingsserier (-49 %), og denne tendensen antas å fortsette med fortsatt teknisk utvikling av bildeverifikasjon på behandlingsapparat. Noen sykehus har allerede kuttet helt ut simulator og flere kan følge etter når simulatorene faller for aldersgrensen. Som følge av dette har andel behandlingsserier med CT-grunnlag for planleggingen økt fra 25 % til 71 % i tiårsperioden. De direkteinnstilte har også hatt en stor øking (145 %), dette skyldes delvis øking av lavenergetisk behandling, men mest profylaktisk strålebehandling av brystkjertlene for prostatacancerpasienter.



Figur 3.13 Endring i planleggingsgrunnlag for doseplaner i perioden 2001-2010

Doseplanene ble tidligere laget ut fra enkle snitt av pasienten. Dette er nå totalt erstattet med anatomi i 3D fra CT-skannere (Figur 3.13) pluss eventuelt data fra MR- og PET-skannere. Økingen i antall CT&MR-baserte doseplaner (275 %) har vært langt større enn reduksjonen i antall med annet planleggingsgrunnlag. Dette skyldes både at langt de fleste behandlingsseriene nå doseplanlegges (Figur 3.12) og at det lages flere doseplaner til samme behandlingsserie, typisk en til hovedbehandlingen og en til annet behandlingsopplegg for boost (tilleggsdose) mot selve hovedsvulsten.



Figur 3.14 Andel doseplanlagte behandlingsserier og antall doseplaner for disse doseplanlagte behandlingsseriene i perioden 2001-2010

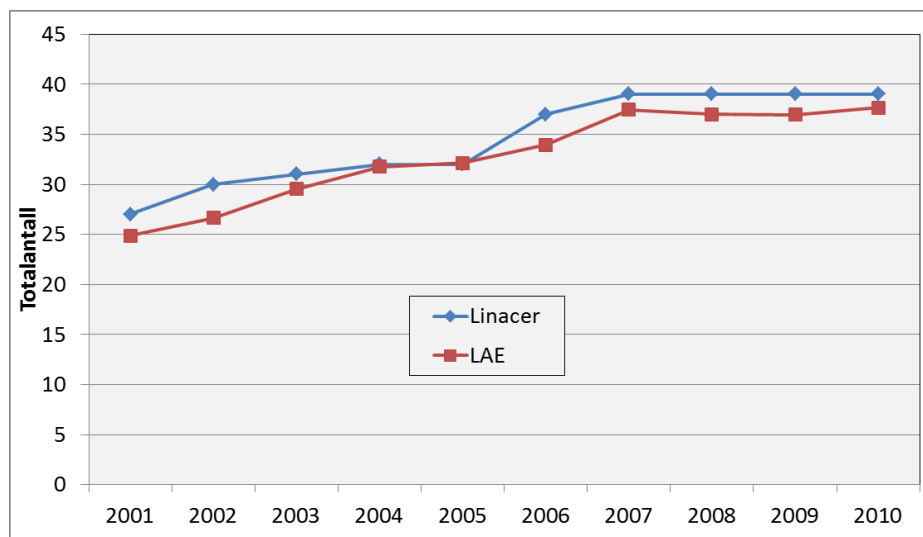
Av Figur 3.14 går denne endringen av planleggingsaktiviteten for doseplanlagte behandlingsserier klart fram. Det har både vært en øking (80 %) i antall behandlingsserier som blir doseplanlagt og antall doseplaner for disse doseplanlagte behandlingsseriene har økt 55 %, slik at det nå lages i gjennomsnitt over to planer for hver pasient som doseplanlegges.

3.1.7 Aktivitet fordelt på behandlingsapparat

For å kunne estimere klinisk bruk av det enkelte behandlingsapparat (kapasitet og utnyttelse) er det utarbeidet en egen normeringsindeks for lineærakseleratorene (linacene) som er den store arbeidshesten innenfor ekstern stråleterapi (se [ref.1], [ref. 2], kap.2.4.1 og [ref.6]):

LineærAkseleratorEkvivalent (LAE): settes =1 for klinisk drift 5 dager/uke med 7,5 timers arbeidsdag og bemannet med fire stråleterapeuter. Brukes linacen bare halve året blir verdien 0,5. Brukes linacen lengre enn normal arbeidstid må verdien økes tilsvarende. Ferier, permisjoner, sykefravær m.m. tas ikke hensyn til, heller ikke tilfeldige driftsstanser.

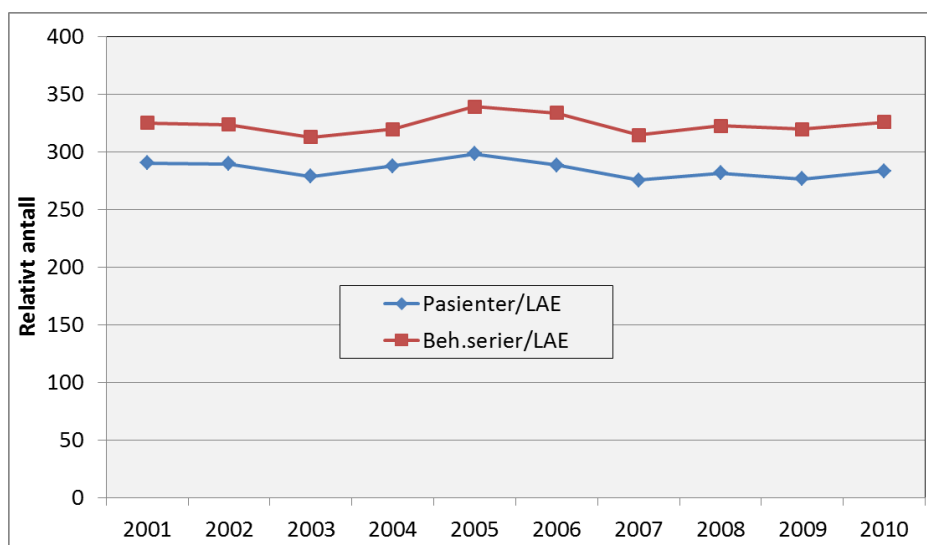
Dette er en parameter som angir antall kliniske linacer som er tilgjengelige og er nyttig for å normere aktivitet mot kapasitet. I motsetning til andre innrapporterte aktivitetsdata er dette en estimert verdi. Blant annet har det ved lav stråleterapeutbemanning vært tolket noe ulikt hvordan LAE-verdien bør endres. Data som er normert med denne må derfor brukes en viss forsiktighet (dette gjelder særlig kap.5:).



Figur 3.15 Antall linacer og LAE i perioden i perioden 2001-2010

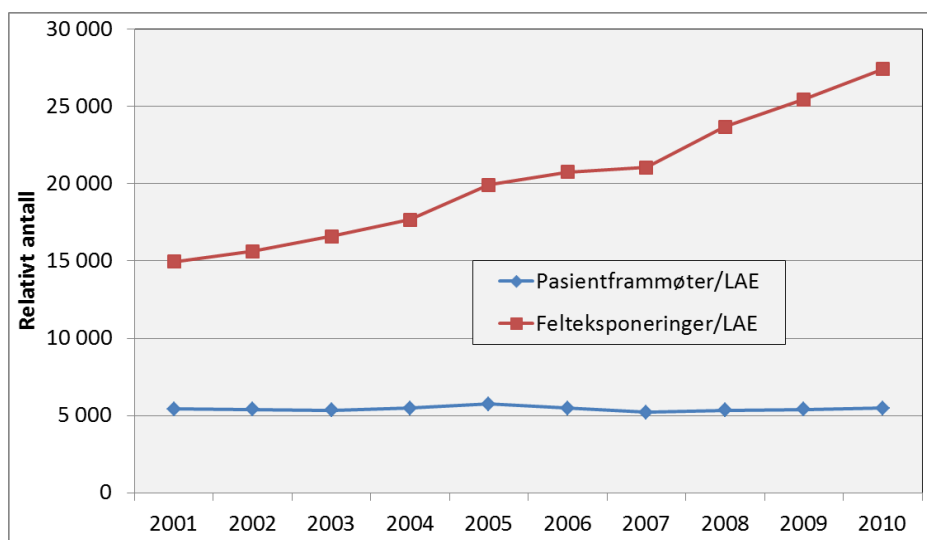
LAE-verdien, som angir klinisk tilgjengelig behandlingsskapasitet, vil typisk være litt lavere enn antall linacer (Figur 3.15). Det er flere grunner til dette, f.eks. utskifting av behandlingsapparat og bemanningssituasjonen. Økingen av LAE i perioden 2001-2010 har vært 51 % mot 44 % for linacer. Denne økingen ligger ganske nær øking av antall behandlingsserier (54 %) og fraksjoner (55 %) på linacene, se også Figur 3.1 og Figur 3.3. Noe av årsaken til at LAE-verdien har økt noe mer kan være at de små stråleterapienthetene som har kommet til i perioden, ikke har samme press med pasienttilgang som store universitetssykehus (for nærmere beskrivelse av dette se kap.5.1).

Ved å normere behandlingsaktiviteten mot antall LAE ses derfor en ganske parallell utvikling (Figur 3.16 og Figur 3.17) bortsett fra for antall felteksponeringer pr LAE. Behandlingsoppleggene har i tiårsperioden blitt vesentlig mer avanserte, men det går fram av Figur 3.16 at det i liten grad har påvirket kapasiteten på selve behandlingsapparatene (planleggingsfasen har derimot blitt vesentlig mer arbeidskrevende). Dette har vært mulig siden behandlingsapparatene har blitt mer datastyrt og automatisert. Det behandles opp mot 300 pasienter og rundt 325 behandlingsserier pr år på et klinisk behandlingsapparat i full drift.



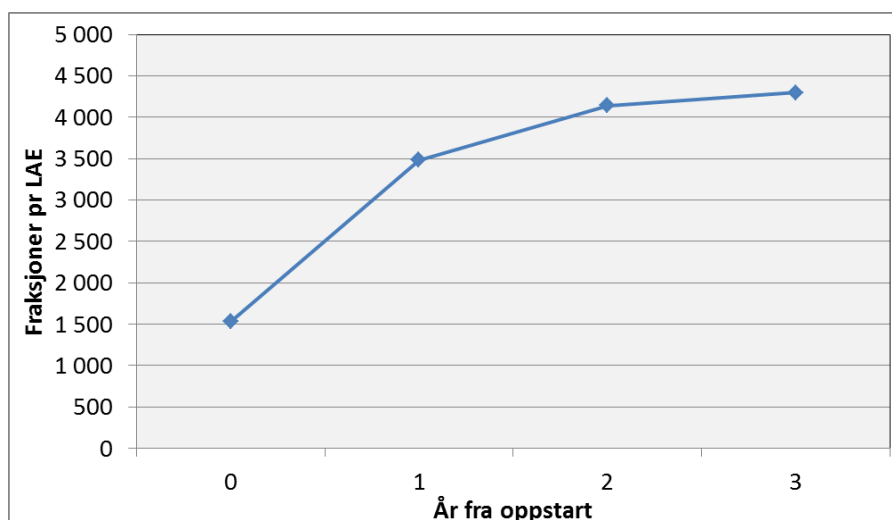
Figur 3.16 Antall pasienter og behandlingsserier pr LAE i perioden 2001-2010

Utnyttelsesgrad av kapasitet på linacene reflekteres best med antall fraksjoner (pasientframmøter) pr LAE. Det går fram av Figur 3.17 at denne har holdt seg rimelig konstant. Derimot har det vært en betydelig øking (83 %) i antall felteksponeringer pr LAE. Dette understreker at mer avanserte behandlingsopplegg ikke har gått vesentlig ut over behandlingsskapiteten på grunn av den tekniske utviklingen.



Figur 3.17 Antall fraksjoner og felteksponeringer pr LAE i perioden 2001-2010

En rapport fra Helsedirektoratet i 1993 [ref.13] anslo full kapasitet på en linac til 6000 pasientframmøter, og antallet for 2010 på 5539 ligger noe under dette. I et bilag til National Kræftplan II (Danmark) [ref. 14] er kapasiteten anslått til 5000 pasienter med omtrent samme LAE-definisjon. I et annet bilag [ref.15] til Kræftplan II er faktiske tall fra to danske og ett nederlandsk sykehus sammenlignet, antallene var hhv 5289, 6148 og 7370, men det var utvidet kjøretid av linacene ved det nederlandske sykehuset, og denne verdien kan derfor ikke sammenlignes med norske verdier. Norske gjennomsnittstall synes å være i tråd med de danske verdiene.



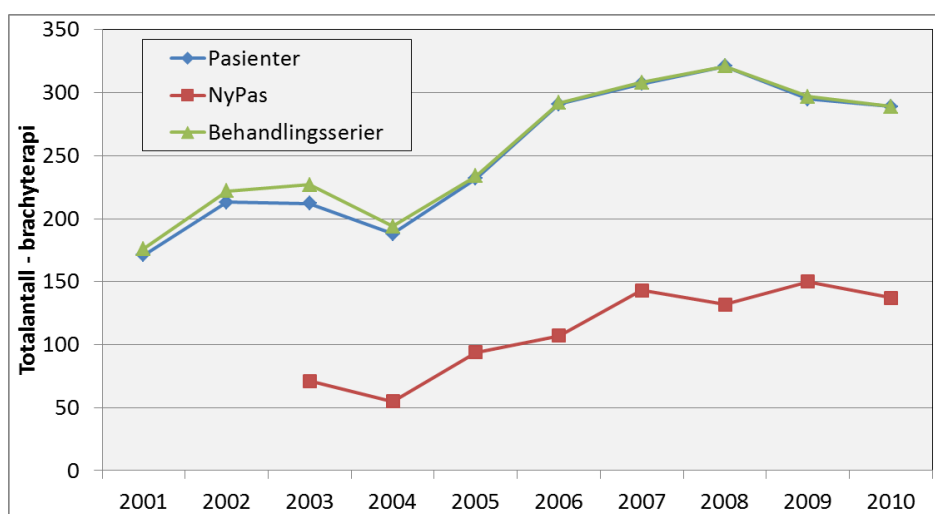
Figur 3.18 Antall fraksjoner pr LAE fra oppstartsår for nye stråleterapiavdelinger

Det er verdt å merke seg at for nye stråleterapiavdelinger vil antall fraksjoner pr LAE variere mye de første årene (Figur 3.18). Da det bare er tre små stråleterapienheter som har kommet til i perioden vil dette ikke komme så lett fram i totaloversikten i Figur 3.17. Nye avdelinger skal kjøre i gang avansert behandlingsutstyr for første gang, de trenger å innarbeide gode rutiner og prosedyrer og må ha tilstrekkelig med tid til å teste at alle ledd i behandlingsskjeden fungerer bra hver for seg og sammen. Det er også ofte mange unge og til dels urutinert personale i personellgruppen som trenger tid på å finne samarbeidsformer (se også kommentarer i kap.6.3).

3.2 Brachyterapi

Ved brachyterapi plasseres kilden i svulstområdet til pasienten, og i mange år før aktuell rapportperiode var det bare radium som ble brukt. I dag brukes andre radioaktive isotoper til brachyterapi, og i tillegg kan intraoperativ stråleterapi (IORT) gis ved at behandlingsapparats strålehode plasseres i sårhulen.

Brachyterapi kan gis som eneste strålebehandling, men ofte gis den som et tillegg (boost) til ekstern terapi for å få så høy dose som mulig i svulsten. Brachyterapi utføres bare ved noen av stråleterapisentrene. Mesteparten av brachyterapien gjøres i dag med etterladningsapparater der kilden automatisk føres inn i katetre i pasienten. Også for brachyterapi er det nå vanlig å bruke CT og MR til å beskrive anatomi og målvolument, og å bruke doseplanleggingssystem til å planlegge behandlingen.

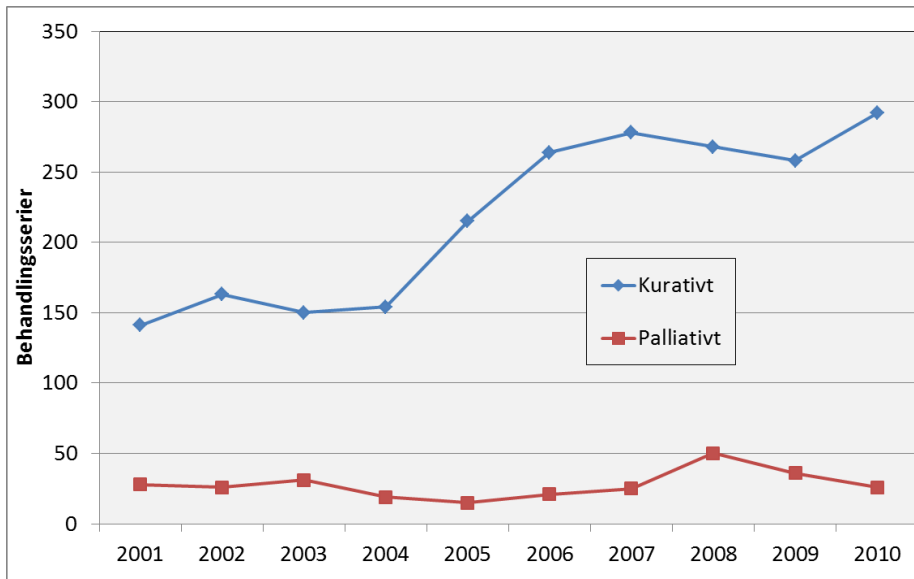


Figur 3.19 Antall pasienter som har fått brachyterapi i perioden 2001-2010

Da antall behandlinger er relativt lite vil det bli en del fluktueringer fra år til år. Det er allikevel en klar øking (69 %) i tiårsperioden (Figur 3.19). Denne økingen skyldes hovedsakelig at ett sykehus startet med brachyterapi ved prostatakreft.

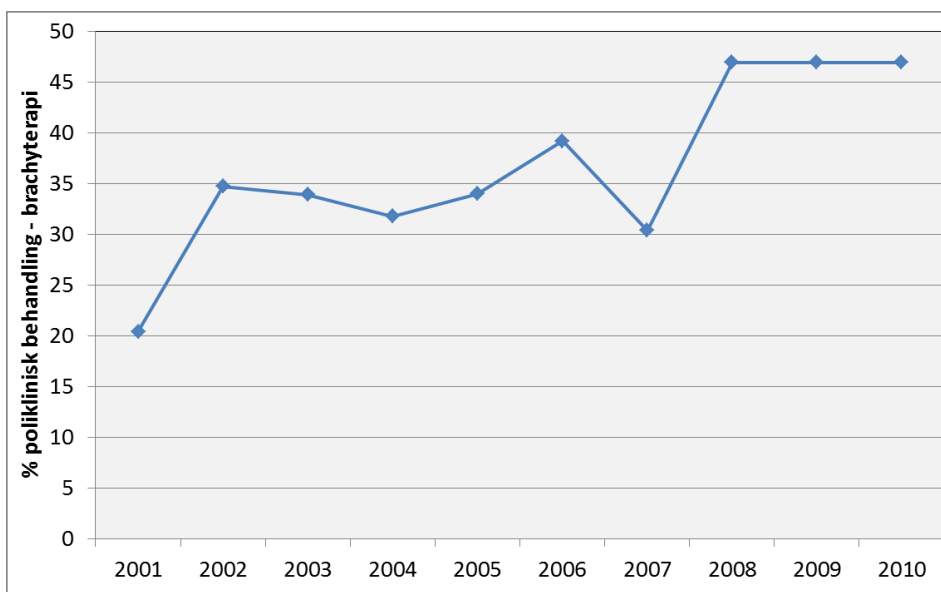
3.2.1 Behandlingsopplegg: kurativ og palliativ intensjon

Den store økingen (107 %) i antall med kurativ intensjon kom midt i tiårsperioden og henger sammen med at det da ble startet opp med brachyterapi ved prostatakreft (Figur 3.20). Dette viser at når store diagnosegrupper får endret indikasjonsstilling for behandling eller endrete behandlingsopplegg, vil dette kunne slå sterkt ut i visse sammenhenger.



Figur 3.20 Antall behandlingsserier for brachyterapi med kurativ og palliativ intensjon i perioden 2001-2010

3.2.2 Poliklinisk aktivitet

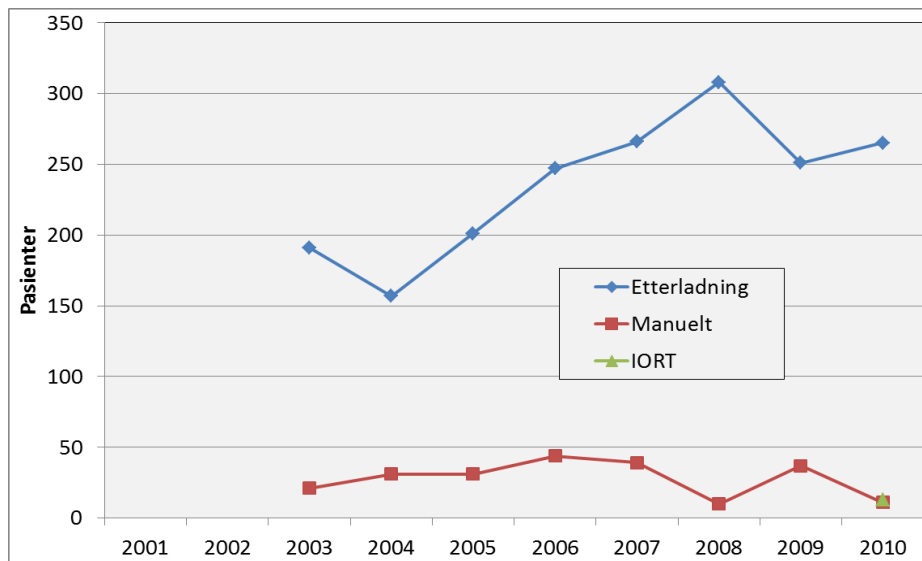


Figur 3.21 Antall pasienter behandlet poliklinisk med brachyterapi i perioden 2001-2010

Det har vært en øking (130 %) over tiårsperioden i hvor stor andel av brachyterapi-pasientene som behandles poliklinisk (Figur 3.21), men ser ut til å stabilisere seg på underkant av 50 %. Dette henger til en viss grad sammen med den type brachyterapi som utføres på de ulike stedene, og derfor er det stor variasjon mellom enhetene som tilbyr brachyterapi.

3.2.3 Ulike brachyterapi modaliteter

Det finnes ulike modaliteter for brachyterapi. I mange år var manuell innsetting av radioaktive kilder enerådende. Etter hvert har etterladningsapparatet koplet til innlagte katetre overtatt, og andre typer radioaktive kilder med høy aktivitet benyttes. I tillegg har det nå i det siste kommet små behandlingsapparat der strålehodet kan plasseres inne i sårhulen (IORT).

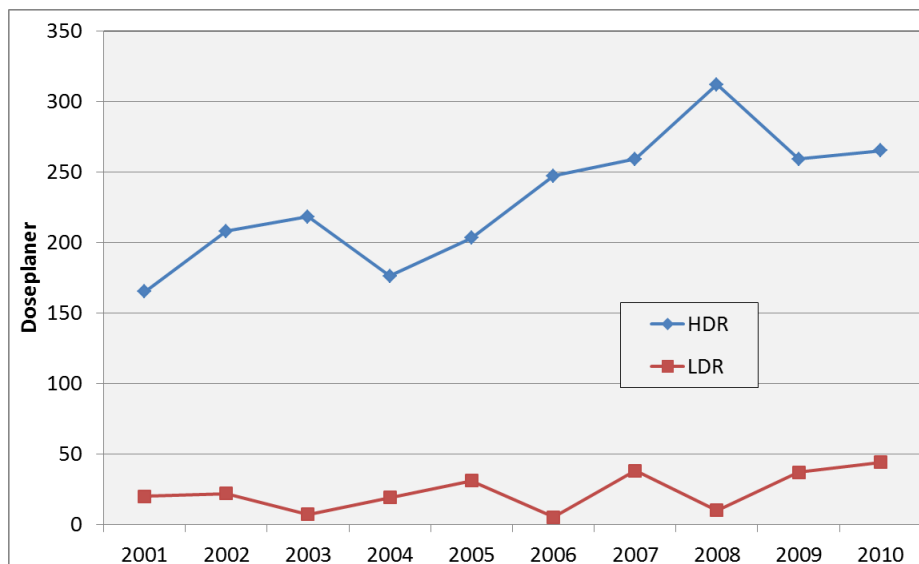


Figur 3.22 Antall pasienter behandlet med ulike brachyterapi-modaliteter i perioden 2001-2010

Etterladningsapparater som hovedsakelig brukes til behandling av gynekologisk kreft og prostatakreft er den dominerende modaliteten i dag (Figur 3.22). Økingen (39 %) skyldes behandling av prostatapasienter, da brachyterapi for gynekologisk kreft har gått noe tilbake. Manuell brachyterapi brukes hovedsakelig til behandling av svulster i øyet.

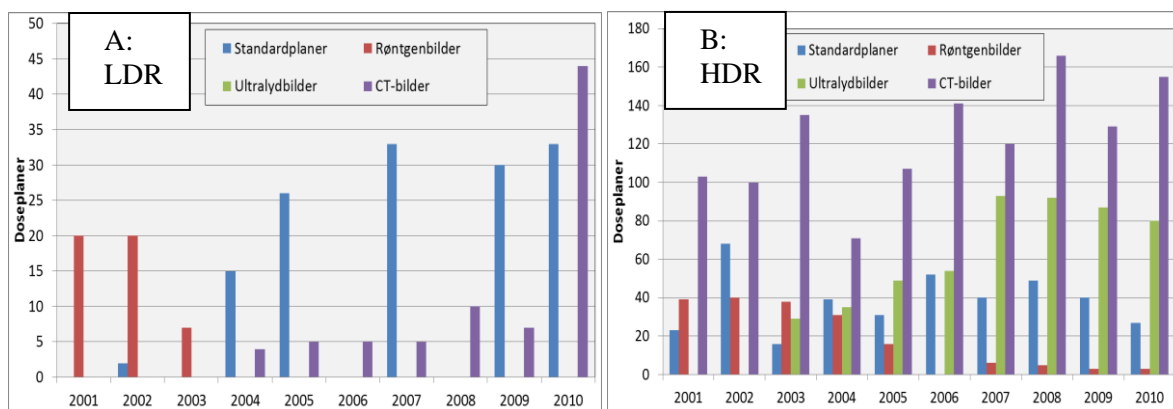
3.2.4 Planleggingsaktivitet

Planleggingen er ganske forskjellig for bruk av etterladningsapparat med kilder som har høy doserate (HDR) og manuelle metoder med kilder som har lav doserate (LDR) (Figur 3.23). Normalt må man også bruke helt forskjellig doseplanleggingssystem for disse.



Figur 3.23 Antall doseplaner for brachyterapi med lavdoserate (LDR) og høydoserate (HDR) i perioden 2001-2010

Utviklingen av planleggingsaktiviteten for HDR og LDR behandling følger stort sett utviklingen av behandlingsmodalitetene siden de er ganske nært knyttet til hverandre. Antall doseplaner har i tiårsperioden økt med 61 % for HDR og 120 % for LDR (men små tall med mye variasjon fra år til år).



Figur 3.24 Endring i planleggingsgrunnlag for A) LDR og B) HDR i perioden 2001-2010

Felles for både LDR og HDR er at bruk av konvensjonelle røntgenbilder som grunnlag for planleggingen helt har forsvunnet til fordel for bruk av CT-bilder (Figur 3.24). For standardplaner for LDR brukes også i stor grad CT og ultralyd, men dette kommer ikke fram i Figur 3.24.

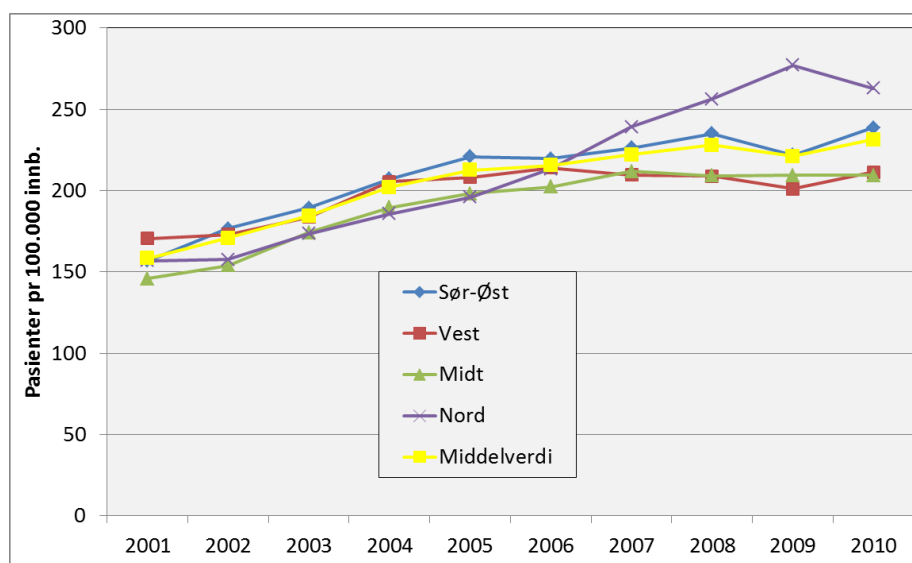
4 Behandlingsaktivitet fordelt på helseregioner og fylker

Ved å splitte opp dataene på de ulike helseregionene og fylkene kan man se om det er forskjeller i bruk av stråleterapi i ulike deler av Norge. For å sammenligne data for de ulike helseregioner og fylker er dataene normert til både antall pr 100.000 innbyggere og kreftinsidens. Innbyggertall er hentet fra statistikkbanken til Statistisk sentralbyrå [ref.12]. For hvert år er det brukt middelerdi mellom data pr 1.1 samme år og påfølgende år. Kreftinsidens er fått ved henvendelse til Kreftregisteret. For å utjevne årlige fluktuasjoner er dataene midlet over insidens siste tre år, da insidensdata ikke foreligger for 2010 ennå er middelerdier for tre foregående år benyttet i dette tilfellet.

4.1 Fordeling på pasientenes hjemregion og hjemfylke

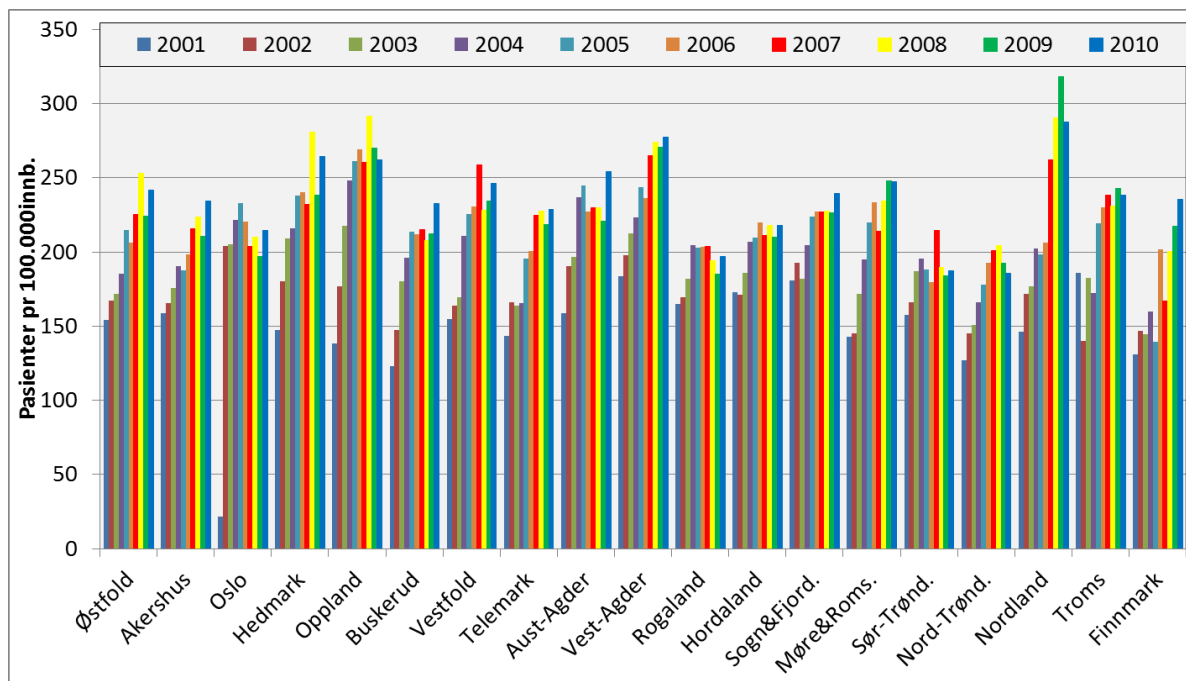
4.1.1 Behandlingsaktivitet pr 100.000 innbyggere

Det er interessant å se på forskjeller i antall pasienter fra ulike regioner og fylker som får strålebehandling. Da det er stor spredning i innbyggertall mellom regioner og fylker vil disse dataene bli normert til pr 100.000 innbyggere.



Figur 4.1 Regional endring i antall pasienter pr 100.000 innbyggere som har fått strålebehandling i perioden 2001-2010

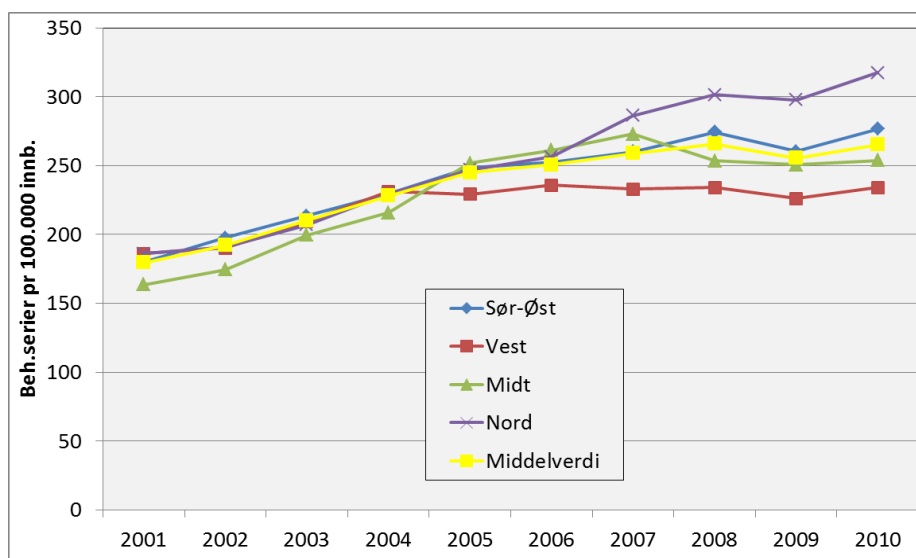
Det er stort sett liten forskjell mellom regionene, bortsett fra de siste årene hvor det har vært en større øking av relativt antall pasienter i forhold til innbyggertall i Helse Nord enn i de andre regionene. For hele tiårsperioden har økingen nasjonalt vært 46 % mot hele 68 % i Helse Nord. Da disse tallene skjuler store fylkesvise forskjeller innen samme region, vil verdiene også bli splittet i fylkesvise data (Figur 4.2).



Figur 4.2 Fylkesvis endring i antall pasienter pr 100.000 innbyggere i perioden 2001-2010. For Oslo mangler data i 2001 for Ullevål universitetssykehus.

Ut fra Figur 4.1 ser man at den store økingen i Helse Nord skyldes sterk øking i Nordland (se Figur 4.2) der det kom egen stråleterapienhet i Bodø i 2007. Det er verdt å merke seg at de fylkene hvor det er opprettet stråleterapienheter i rapporteringsperioden (Vest-Agder, Oppland, Møre & Romsdal og Nordland), alle ligger høyt når det gjelder antall pasienter pr 100.000 innbyggere. Det kan tyde på økt oppmerksomhet om stråleterapi i forbindelse med oppstart av disse sentrene. Forskjellene ellers mellom fylkene skyldes antakelig ulik henvisningspraksis.

Da mange land ikke har unike fødselsnummer som Norge, blir behandlingsserier ofte tolket som pasienter i disse landene. For å kunne sammenligne seg med statistikk fra andre land er det derfor også nyttig å ta fram statistikk for behandlingsserier pr 100.000 innbyggere tilsvarende Figur 4.1 for pasienter:

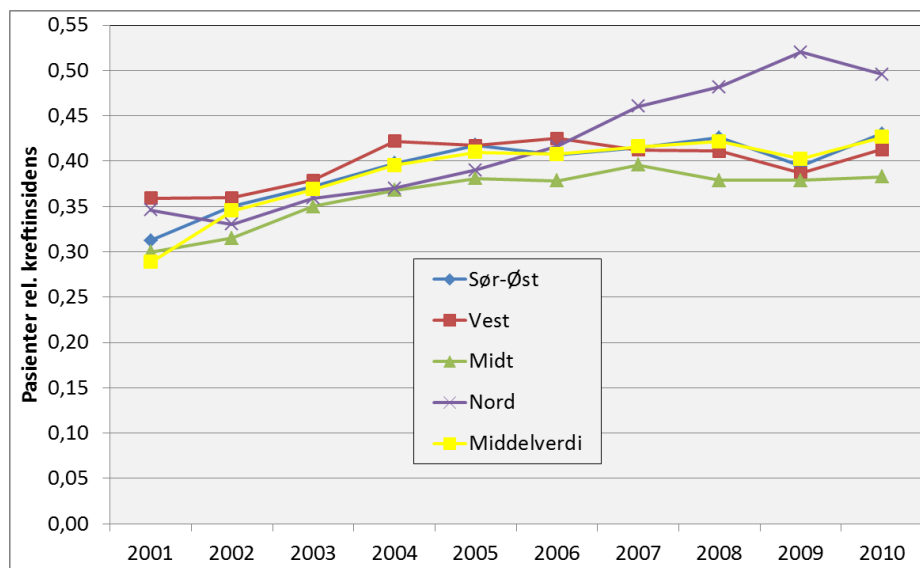


Figur 4.3 Regional endring i antall behandlingsserier pr 100.000 innbyggere i perioden 2001-2010

Relativt antall behandlingsserier (Figur 4.3) endrer seg omtrent som relativt antall pasienter, men verdiene for Helse Vest flater noe raskere ut enn i de andre regionene. Økingen nasjonalt har vært 48 % mot hhv. 70 % for Helse Nord og 26 % for Helse Vest.

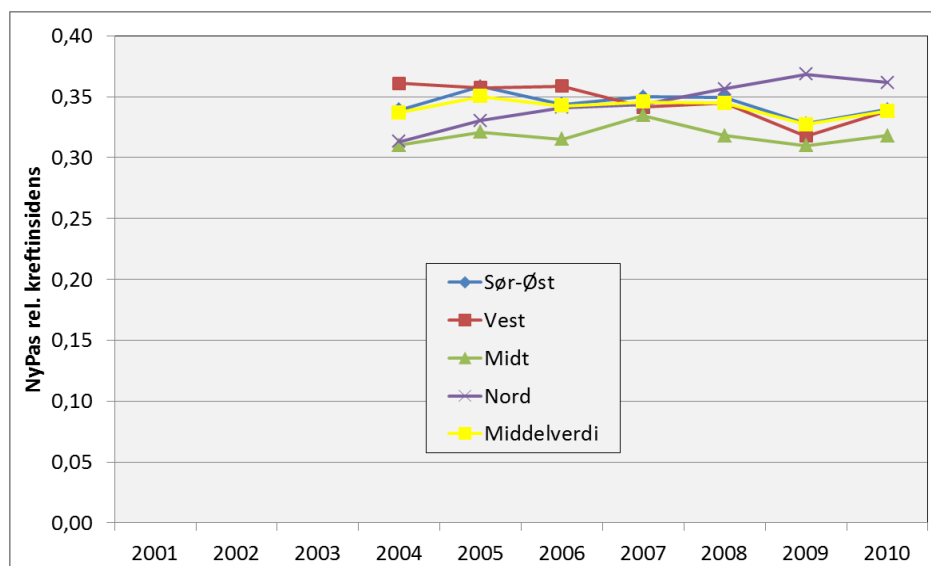
4.1.2 Behandlingsaktivitet pr kreftinsidens

Da endring av kreftinsidensen ikke nødvendigvis følger befolkningsmønsteret, vil det være nyttig å normere behandlingsaktivitet mot kreftinsidens også.



Figur 4.4 Regional endring i antall pasienter relativt kreftinsidens i perioden 2001-2010

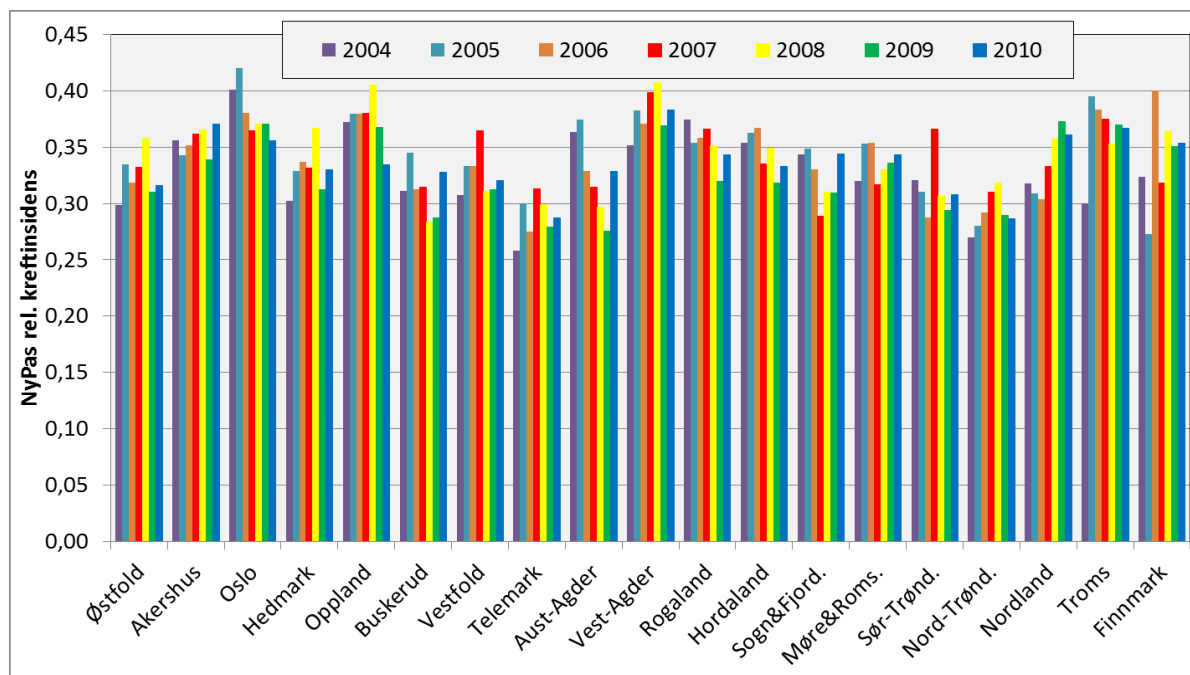
Øking av antall pasienter i forhold til kreftinsidens (Figur 4.4), 48 %, har vært omtrent den samme som i forhold til innbyggertall (Figur 4.1). Da pasienter kan få flere behandlingsserier, og ikke nødvendigvis i samme år, vil det være mer naturlig å se hvor mange pasienter som har fått sin første behandling dette året (NyPas) i forhold til kreftinsidensen.



Figur 4.5 Regional endring i antall NyPas relativt kreftinsidens i perioden 2004-2010

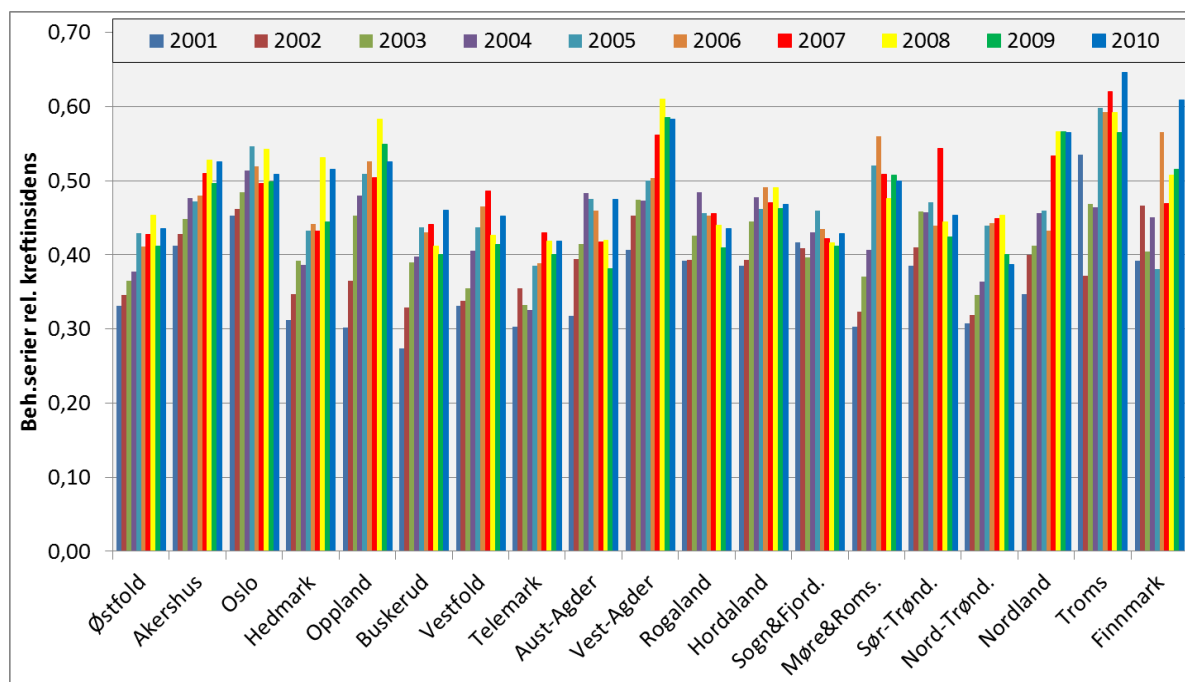
Selv om stråleterapisatsingen har øket behandlingsaktiviteten betydelig har det ikke ført til at relativt flere pasienter har fått behandling når det ses i forhold til kreftinsidensen (Figur 4.5). Det er ikke registrert fylkesvis data for NyPas før 2004. Nå sier ikke dette bildet alt siden økingen i

behandlingsaktiviteten har vært mye rettet mot palliativ behandling, og disse pasientene kan ofte få flere behandlingsserier i løpet av et år.



Figur 4.6 Fylkesvis endring NyPas relativt kreftinsidens i perioden 2004-2010

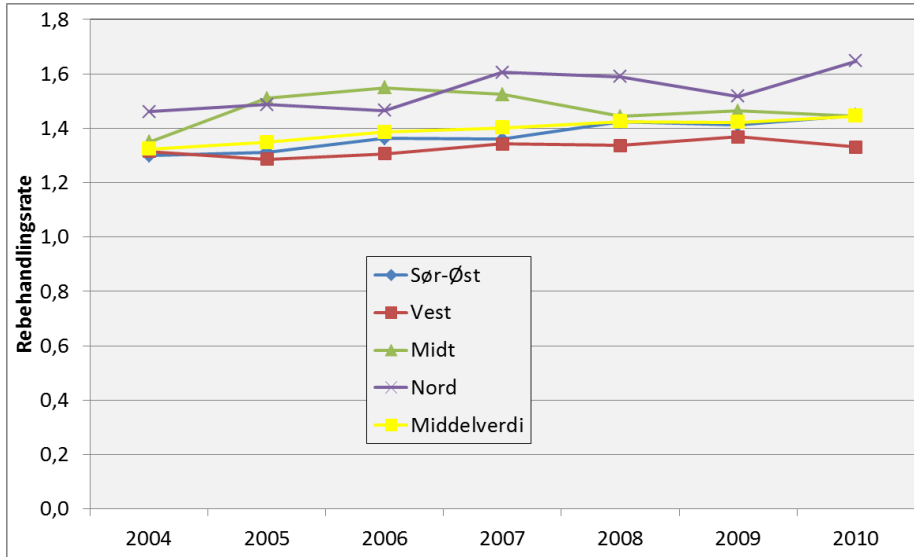
Den regionale endringen av NyPas relativt kreftinsidens i Figur 4.5 er i Figur 4.6 splittet opp i fylkesvise endringer. Bortsett fra årlige fluktuasjoner er det stort sett fylker med stråleterapienheter som ligger høyt, men bildet er ikke helt entydig.



Figur 4.7 Fylkesvis endring av behandlingsserier relativt kreftinsidens i perioden 2001-2010

For å se på bruk av stråleterapi for de ulike fylkene kan det også være nyttig å analysere antall behandlingsserier relativt kreftinsidens (Figur 4.7). Det er betydelige variasjoner mellom fylkene og fra år til år for ett og samme fylke. Fylker der det er opprettet egne stråleterapienter i den senere tid har hatt en vesentlig øking, mens bildet er noe mer sammensatt for andre fylker.

Rebehandlingsrate (behandlingsserie pr NyPas) er tidligere beskrevet i kap.3.1.2, her vil den også bli splittet på de ulike regionene.

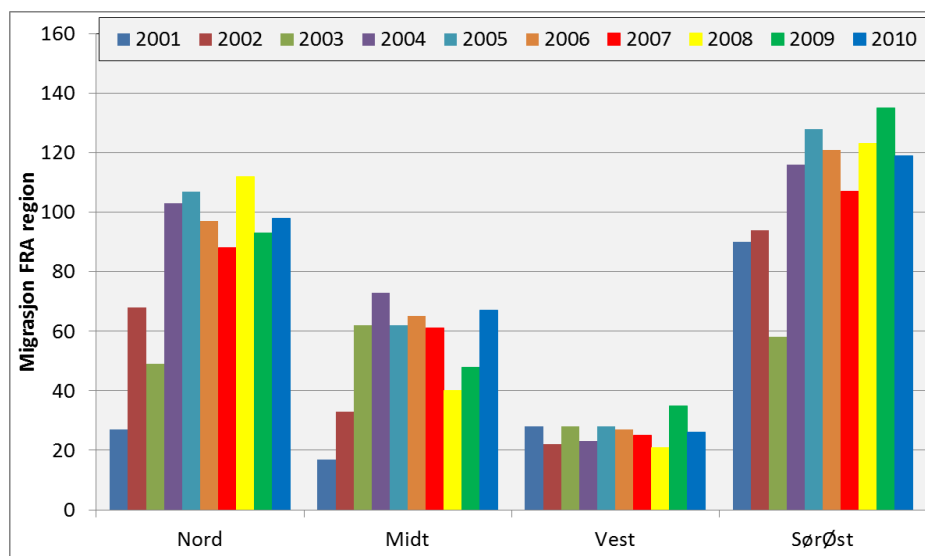


Figur 4.8 Regional endring av rebehandlingsrate i perioden 2004-2010

Det går fram av Figur 4.8 at det ikke er store forskjeller mellom regionene, men en økende tendens til at Helse Nord skiller seg ut (fordi NLSH i Bodø startet opp i 2007 med palliativ strålebehandling). Dette er i tråd med den sterke økingen i behandlingsserier vist i Figur 4.3. Ved endringer i kreftinsidensen vil rebehandlingsraten kunne brukes som en indikator for endring i behandlingsbehov for konstant kapasitet og indikasjon for stråleterapi.

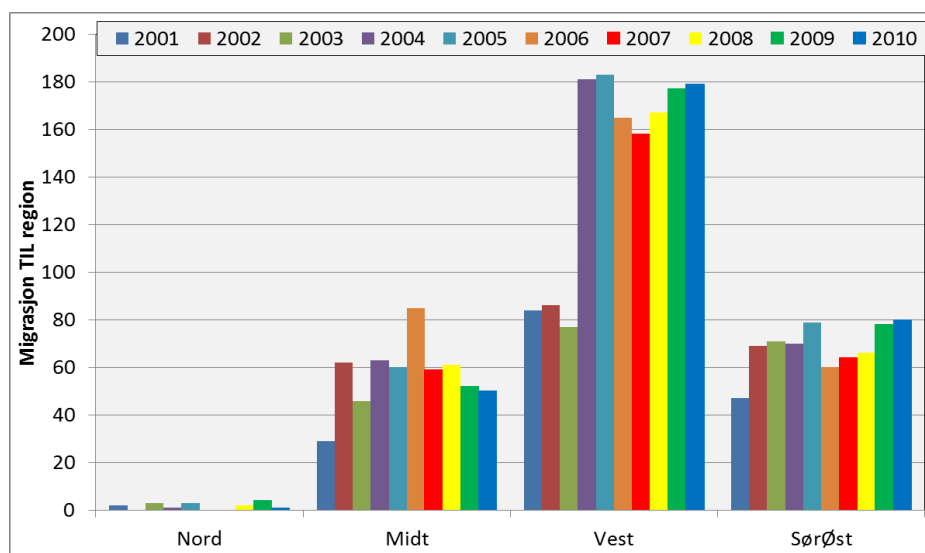
4.2 Migrasjon av pasienter mellom regioner

Pasienter behandles stort sett innen egen helseregion, men det er noe migrasjon mellom regionene. Noe skyldes litt ulikt behandlingstilbud og noe skyldes selvsagt ordningen med fritt sykehusvalg.



Figur 4.9 Migrasjon av pasienter fra egen helseregion i perioden 2001-2010

Det er hovedsakelig fra Helse Sør-Øst og Nord at pasienter behandles i annen region (Figur 4.9). Selv om antall pasienter fra disse to regionene som behandles i annen region er av samme størrelsesorden er det relativt stor forskjell om dette jammføres med totalt antall pasienter i regionen. I 2010 var det 6 % av stråleterapipasientene fra Helse Nord som fikk behandling i annen region, mens tilsvarende tall for Helse Sør-Øst var 0,8 %. Det er viktig å merke seg at mye av migrasjonen skyldes pasienter som behandles med strålekniven på Haukeland universitetssykehus. I 2009 utgjorde det 140 pasienter og i 2010 128 pasienter (fra Sør-Øst 70, Midt-Norge 29, Nord 29).



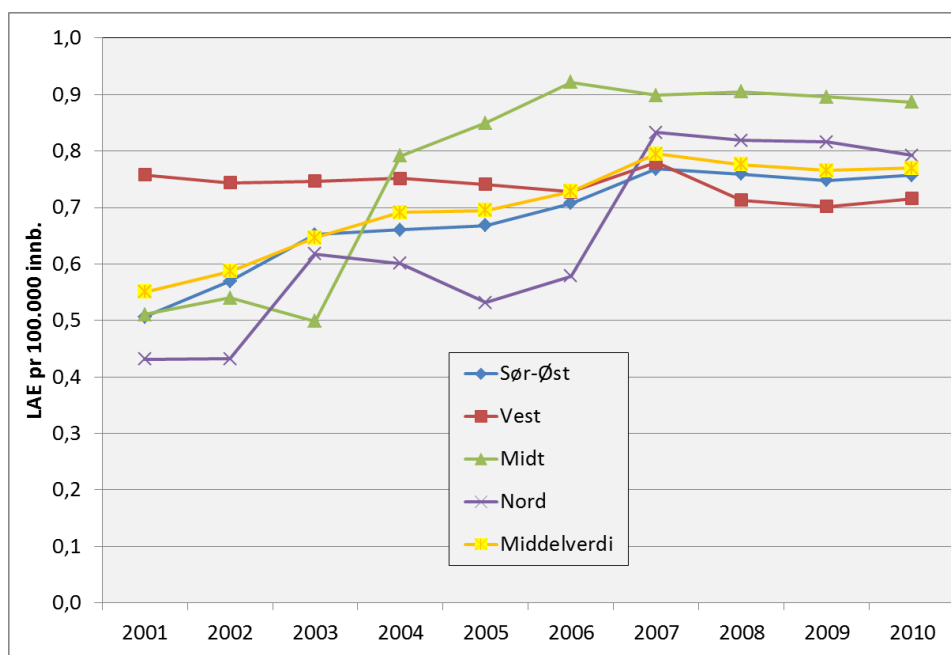
Figur 4.10 Migrasjon av pasienter til annen helseregion i perioden 2001-2010

Det er stor forskjell i hvilken helseregion pasientene reiser til når de ikke behandles egen region (Figur 4.10). Det er så godt som ingen som reiser til Helse Nord, derimot tar Helse Vest imot mange pasienter fra andre regioner (se ovenfor om antall pasienter fra andre regioner behandlet med strålekniven). Summert over tiårsperioden er differansen mellom tilførte og avgitte pasienter:

Nord: -826	Midt: 39	Vest: 1194	Sør-Øst: -407
------------	----------	------------	---------------

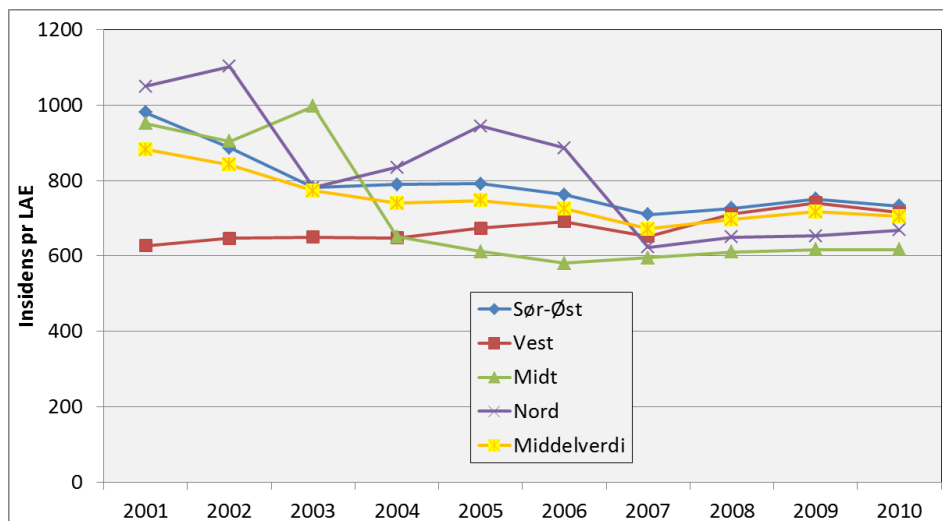
4.3 Regional fordeling av antall LAE

Normeringsparameteren LAE er tidligere beskrevet i kap.3.1.7. Her vil regionale forskjeller ut fra denne beskrives. Det må i denne sammenheng understrekes at LAE ikke er en eksakt verdi, men en verdi sentrene setter selv ut fra definisjonen i kap. 3.1.7. Ved gjennomgang i forbindelse med denne rapporten har det framkommet at LAE har blitt brukt noe forskjellig mellom sentrene. Eksempelvis har sentrene UNN (Tromsø) og SOH (Trondheim) like mange linacer og stråleterapeuter, men UNN har satt en lavere LAE-verdi enn SOH fordi de har tolket LAE-begrepet noe forskjellig for utnyttelse av behandlingsapparat. Dette viser noe av problemet med å komme fram til en god normeringsparameter når mange ulike forhold spiller inn og disse blir behandlet på ulike måter på de forskjellige klinikkene. Det må derfor understrekes at verdier normert med LAE-verdier først og fremst kan brukes til å se trender for samme region eller senter og i mindre grad forskjeller mellom regionene.



Figur 4.11 Regional endring i antall LAE pr 100.00 innbyggere i perioden 2001-2010

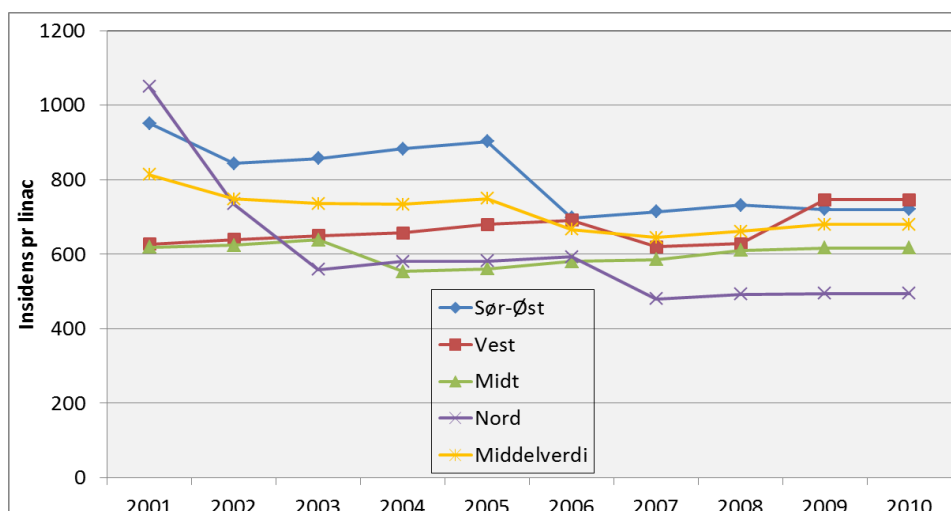
De største endringene har kommet i forbindelse med oppstart av nye stråleterapientheter, f.eks. i Ålesund i 2004 og i Bodø i 2007 (Figur 4.11). Derimot er det ikke noen vesentlig øking av verdien i 2006/2007 for helse Sør-Øst i forbindelse med utbyggingen på Radiumhospitalet og Ullevål. Dette skyldes at disse to enhetene hadde økt kapasiteten på forhånd med utstrakt bruk av kveldskjøring på eksisterende behandlingsapparater for å ta unna pasientkøer.



Figur 4.12 Regionale endringer i kreftinsidens pr LAE i perioden 2001-2010. Data for 2010 er basert på samme insidensdata som for 2009 da Kreftregisteret ikke har publisert 2010-data ennå

Alternativt kan de regionale forskjellene ses i lys av hvor stor kreftinsidensen er pr LAE i de ulike regionene (Figur 4.12). Tendensen er den samme som i forrige figur. Det har stort sett vært en forbedring i kapasiteten fram til 2007, men har siden vist en svak forverring (stigning i kreftinsidens pr LAE). Dette henger sammen med øking i kreftinsidens (og innbyggertall), men ikke i antall LAE. Siden 2010 dataene bruker samme insidensdata som for 2009 ser vi ikke noen øking der. I Sverige kom det i 2003 ut en SBU-rapport [ref.16] som anslo at et behandlingsapparat dekker en kreftinsidens på 780 med 40 timers arbeidsuke. Omregnet til 37,5 timers arbeidsuke gir dette en insidens på 731 pr behandlingsapparat. Dette tilsvarer omtrent det nivået Helse Sør-Øst har ligget på de siste årene, mens de andre regionene har ligget til dels noe bedre an. Det svenske estimatet fra 2003 er basert på datidens behandlingsteknikker, og det er nok ikke urimelig å anta at estimatet i dag ville ha ligget noe lavere.

Da LAE-verdien er noe subjektivt valgt av de ulike ståleterapienhetene, kan det være fornuftig å se på insidens i forhold til antall linacer (LA). Det vil gi et estimat på utstyrsdekning i forhold til kreftinsidensen uavhengig av personellsituasjon og daglig brukstid. For Helse Nord er det en kraftig forbedring i løpet av tiårsperioden (Figur 4.13), og de har gått fra å ha dårligst til å ha best dekning.



Figur 4.13 Regionale endringer i kreftinsidens pr lineæraksellerator (LA) i perioden 2001-2010. Data for 2010 er basert på samme insidensdata som for 2009 da Kreftregisteret ikke har publisert 2010-data ennå.

Helse Sør-Øst har også hatt en forbedring, men ligger fortsatt dårligere an enn gjennomsnittet. Verdiene for Helse Vest for 2009 og 2010 lyver litt. Det ser ut som det er blitt en forverring disse to

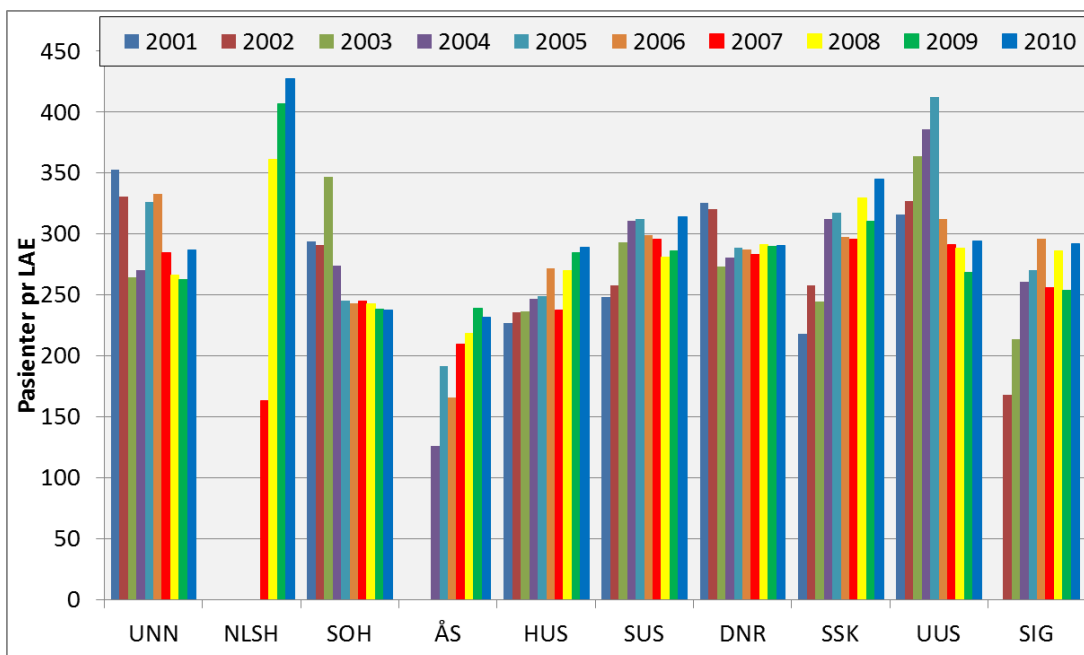
årene mot tidligere. Årsaken er at en linac er blitt definert som inaktiv, men den har vært delvis i bruk (i 2010 med 0,3 LAE) som i 2007 og 2008. Verdiene for 2009 og 2010 er derfor i praksis mellom Helse Midt-Norge og nasjonal middelerdi.

Det er ønskelig å vurdere kapasitet pr LAE ut i fra kompleksitet på og ressurser til behandlingene som blir gitt. Det er gjort flere studier på dette, og beregningsmodeller er utarbeidet, men disse er nå minst ti år gamle og egner seg ikke til dagens utstyr og behandlingsopplegg [ref.17]. Det vil derfor ikke bli gjort forsøk på slike vurderinger her, men det er ønskelig med nye beregningsmodeller som kunne vært til hjelp for slike analyser.

5 Fordeling på stråleterapientheter og behandlingsutstyr

5.1 Behandlingsaktivitet pr stråleterapisenter

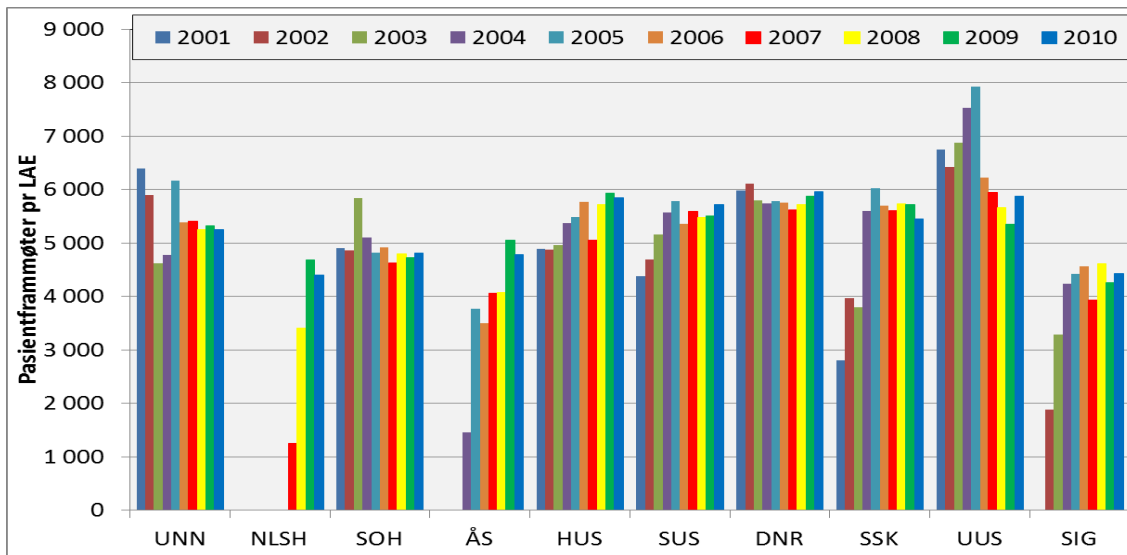
Tidligere er det vist at antall pasienter pr LAE (Figur 3.16) og pasientframmøter (fraksjoner) pr LAE (Figur 3.17) har holdt seg ganske uendret over tiårsperioden til tross for store endringer i behandlingsoppleggene. Mellom de ulike stråleterapienthetene er det derimot en del variasjon (Figur 5.1).



Figur 5.1 Variasjon i pasienter pr LAE for stråleterapisentrene i perioden 2001-2010

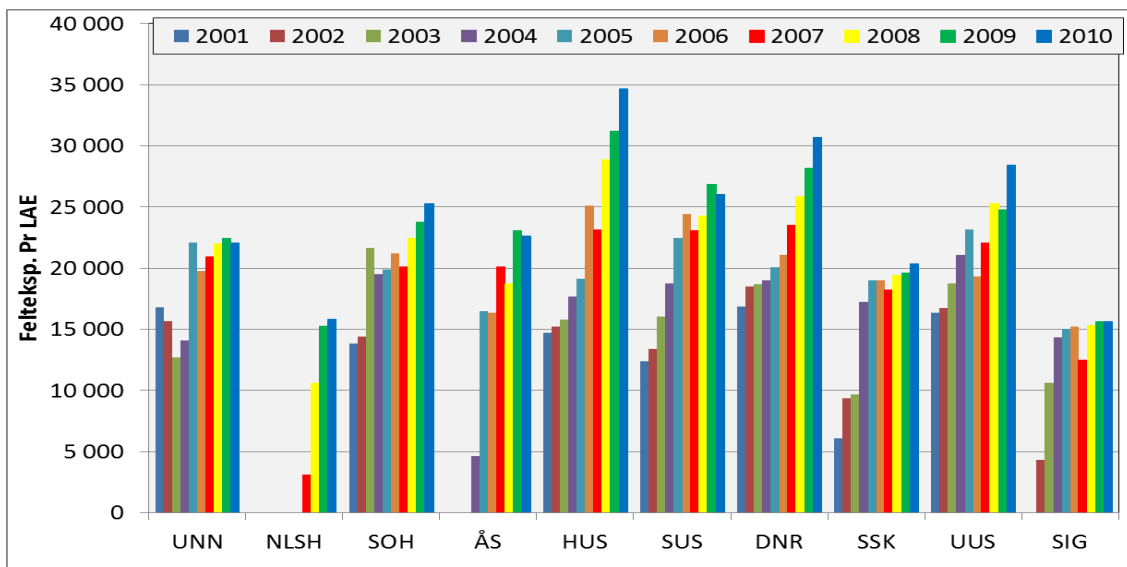
Forskjellene kan ha ulike årsaker, f.eks. har Nordlandssykehuset (NLSH) i Bodø bare palliative behandlinger med få fraksjoner. Det er årsaken til at de i Figur 5.1 kommer ut med relativt høye verdier. Sykehus med avansert kurativ behandling vil nødvendigvis ikke ha kapasitet til å ta like mange pasienter pr LAE. Dette viser også at pasienter pr LAE ikke er noen god indikator for å vurdere utnyttelse av behandlingsapparater, da er det bedre å bruke pasientframmøter (fraksjoner) pr LAE. Figur 5.1 tas først og fremst med fordi tilsvarende data kan finnes for andre land.

Pasientframmøter pr LAE kan si noe om utnyttelse av linacene, men det er ikke en helt entydig indikator. Sentere med relativ stor andel av palliative behandlingsopplegg og engangsfraksjoner vil komme noe dårlig ut fordi første fraksjon tar omtrent dobbelt så lang tid som de påfølgende fraksjonene. Dette kommer tydelig til uttrykk for NLSH som hadde høy verdi for pasienter pr LAE, men har relativ lav verdi for pasientframmøter pr LAE (Figur 5.2). Den høye verdien som Ullevål (UUS) kommer ut med i 2004-2005 skyldes antakelig at det er rapportert for lav LAE-verdi for årene før utvidelsen av kreftsentret da det ble brukt utvidete arbeidstider. Se også generell kommentar i kap. 4.3 (og spesielt for sykehusene UNN og SOH).



Figur 5.2 Variasjon i pasientfram møter pr LAE for stråleterapisentrene i perioden 2001-2010

En nærmere analyse av 2010-data viser at for universitetssykehusene var antall fraksjoner/LAE 5543 (4815-5956) og for de andre enhetene 4764 (4399-5456). Generelt er det de store universitetssykehusene som har det største antall fraksjoner/LAE. Disse verdiene er derfor en indikator for hvor presset pasienttilgangen er på ulike sentere (med forbehold om usikkerhet i bestemmelse av LAE-verdien nevnt ovenfor).

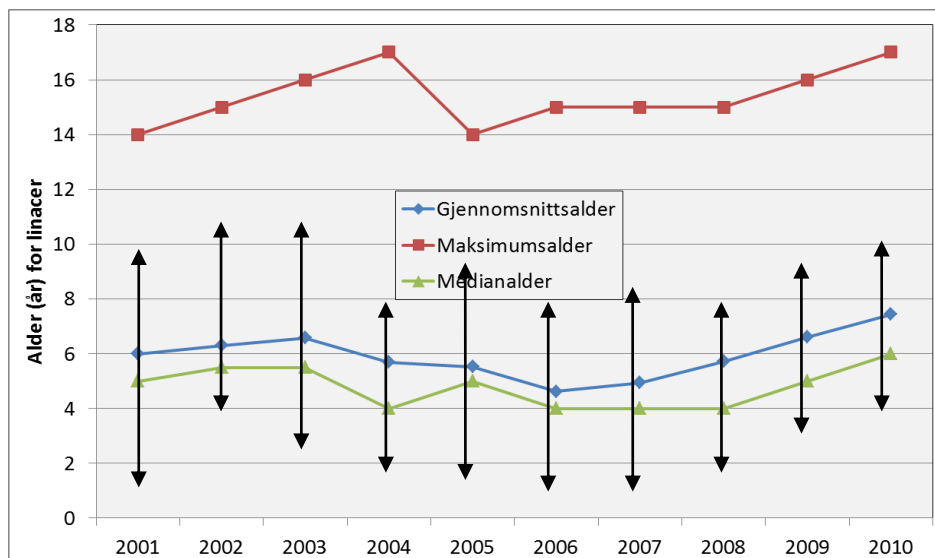


Figur 5.3 Variasjon i felteksponeringer pr LAE for stråleterapisentrene i perioden 2001-2010

Da antall felteksponeringer har økt vesentlig mer enn antall pasienter og pasientfram møter er det av interesse å se om denne økingen er jevnt fordelt mellom sentrene. Av Figur 5.3 går det fram at det er i hovedsak de store universitetssentrene som har stått for denne økingen. Dette skyldes at det i første rekke er ved disse sentrene at det utføres de avanserte kurative behandlingsoppleggene hvor det brukes flere felteksponeringer pr fraksjon.

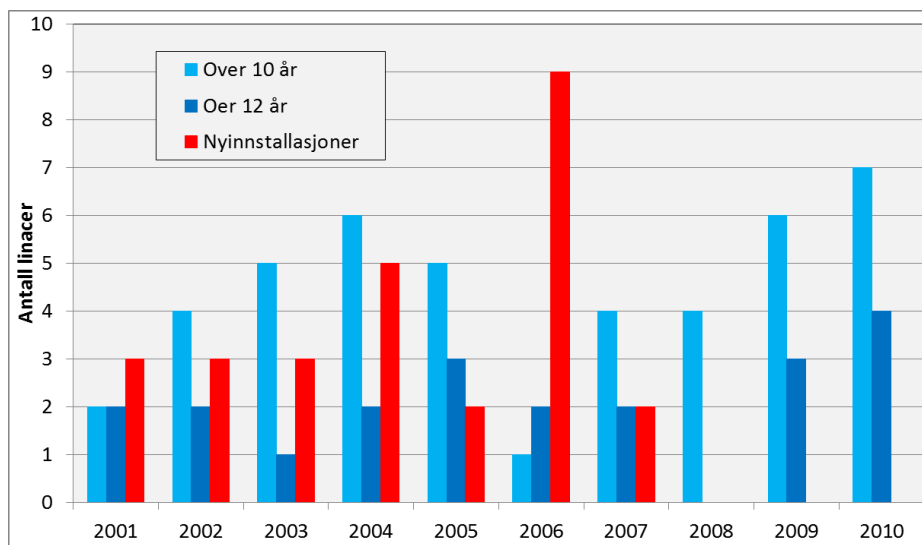
5.2 Aldersfordeling for behandlingsapparater (linacer)

Kreftplanen fra 1998 [ref.2, kap.5.3.1] la opp til en øking av antall strålemaskiner (LAE) fra 22 til 36 (64 %) i perioden 1999-2003 for å øke stråleterapikapasiteten. Da det tar tid å planlegge og å gjennomføre en så stor øking av kapasiteten, kom mye av utvidelsen i årene etter den femårsperioden som planen gjaldt for. Av Figur 3.15 går det fram at dette nivået ble passert i 2006/2007.



Figur 5.4 Variasjon i aldersfordeling (gjennomsnittsalder, medianalder og maksimumsalder) for linacer i perioden 2001-2010. Pilene angir spennet mellom 25 % og 75 % persentil.

Selv om det har blitt installert mange nye behandlingsapparater i tiårsperioden (se Figur 5.5) viser Figur 5.4 at aldersfordeling ikke har endret seg vesentlig. Maksimumsalderen økte i begynnelsen av perioden til utskiftingen av gamle linacer ble gjennomført, men i slutten av perioden økte maksimumsalderen igjen p.g.a. videre utskifting av gammelt utstyr. Alle tre kurvene viser dessuten en stigende tendens i siste halvdel av perioden. Gjennomsnittsalder er i motsetning til medianalder, følsom for skjevfordeling med noen veldig gamle eller unge maskiner, men begge viser en klar øking i siste del av perioden. Avstanden mellom maksimumsalder og pilspiss for 75 % persentil i Figur 5.4 har også økt fra 4 til 7 år fra start til slutt av perioden.



Figur 5.5 Statistikk over antall linacer eldre enn hhv. 10 og 12 år og antall nyinstallerte linacer i perioden 2001-2010. Alder er regnet fra installeringsår eller eventuelt siste år med vesentlig oppgradering.

Før overgangen til helseforetak var det en forståelse mellom sykehusene og de bevilgende instanser at en linac hadde en praktisk levetid på 10-12 år (Kreftplanen [ref.2, kap.5.3.3]) (strategiplanen fra 2004 [ref.3] angir 10-13 år), og bevilgninger sørget for at det stort sett ble overholdt. Av figuren ovenfor går det fram at maksimumsalderen har ligget til dels godt over dette i hele perioden. Den praktiske levetiden man har forholdt seg til skyldes mange faktorer som service- og vedlikeholdsutgifter, presisjon, stabilitet og funksjonalitet. Dette siste momentet er blitt stadig viktigere, gamle linacer kan fungere greit for en del enkle palliative behandlingsopplegg, men de egner seg dårlig til mange av de avanserte kurative behandlingsoppleggene

I Figur 5.5 er det vist antall linacer som er eldre enn hhv. 10/12 år (mørke/lyse blå stolper). Der er det også vist når nyinstalleringer er gjort. I 2006 var svært mange linacer som ble tatt i bruk. Samtidig sank andel linacer eldre enn 10/12 år, slik at dette var både erstatning av gamle behandlingsapparater og en reell utvidelse. Det mest påfallende er derimot at etter 2007 er det ikke installert en eneste ny linac. Dette har ført til den «forgubbingen» av apparatparken som er beskrevet ovenfor. Dette bildet lyver litt for i 2011 ble det gjort utskiftninger av behandlingsapparater i to av helseregionene, og i 2012 muligens også i de to andre regionene. Disse utskiftningene er derimot på langt nær nok til å ta igjen etterslepet. I f.eks. Helse Sør-Øst vil det i 2012 muligens bli skiftet ut en linac, men det vil være fire linacer som har passert 12-årsgrensen, den eldste vil da være 19 år, og det vil være fem til som har kommet til/over tiårsgrensen. Av Figur 5.5 går det også fram hvor mange linacer det er behov for å skifte i årene framover (Se Nyinstallasjoner (røde stolper)).

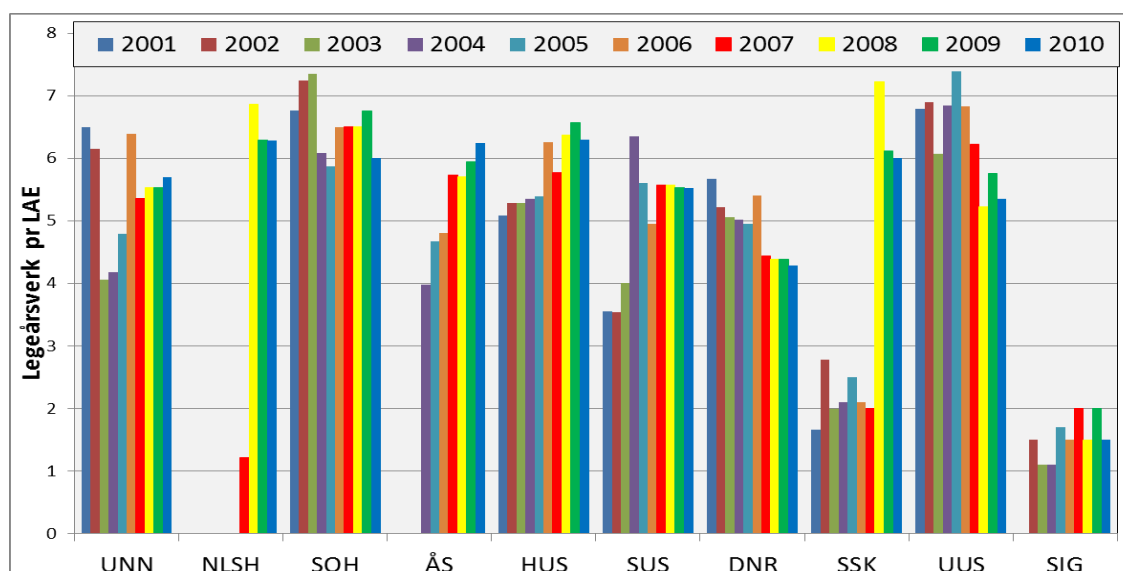
Det er her ikke tatt med oversikter for annet utstyr som CT-skannere og etterladningsapparater for brachyterapi. Situasjonen er omtrent den samme for disse med til dels gammelt utstyr (det eldste etterladningsapparatet er fra 1989). Det bør også nevnes at stråleterapien er helt avhengig av datautstyr til planlegging og verifikasjon av behandlingen. Disse er heller ikke tatt med i denne oversikten..

6 Personellressurser

Stråleterapi involverer direkte tre personellgrupper: leger, fysikere og stråleterapeuter. I tillegg kommer teknisk/administrativt personell og annet hjelpepersonell. Sykepleiere er i stor grad knyttet til sengepostene og ikke til selve stråleterapien. En del arbeidsoppgaver kan utføres av flere typer personell, og lokal arbeidsfordeling og kompetansenivå hos den enkelte avgjør behovet.

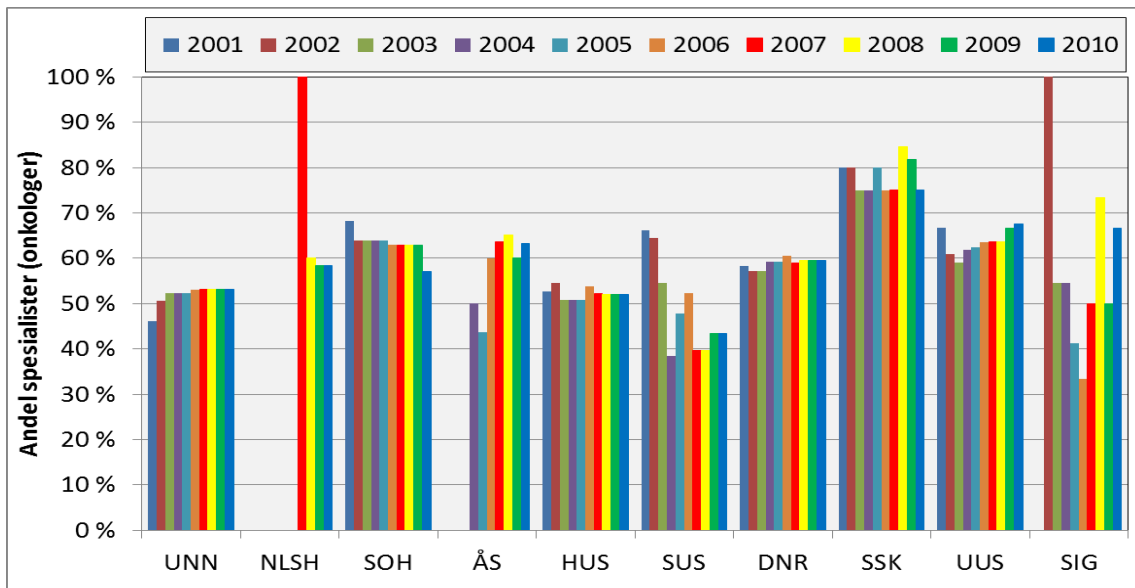
6.1 Leger/onkologer

Onkologi er en legespesialitet som i Norge inkluderer både medikamentell kreftbehandling og strålebehandling, i motsetning til i mange andre land hvor dette er to forskjellige spesialiteter. Det har vært gjort forsøk på å tallfeste fordelingen av årsverk på medikamentell behandling og strålebehandling, men dette har vist seg nærmest umulig. Arbeidsoppgavene er så innvevd i hverandre ved norske stråleterapisentre at her vil isteden bare bli vist data for alle leger (onkologer, assistentleger) tilknyttet disse enhetene.



Figur 6.1 Antall legeårsverk pr LAE ved stråleterapienhetene i perioden 2001-2010

Middelverdien for alle sentrene har holdt seg rimelig konstant, i 2001 var den 5,5 og i 2010 var den 5,7. Det er en del av virksomheten som ikke kan knyttes til LAE-verdien (undervisning, FoU, brachyterapi og lavenergetisk røntgen), trekkes det fra årsverk som går til disse, vil middelverdien i 2010 bli 5,2. Situasjonen ved SIG (Gjøvik) er litt spesiell og Figur 6.1 lyver en del fordi mangel på onkologer har blitt kompensert med assistanse fra DNR (Radiumhospitalet). Det er ellers påfallende med den jevnt synkende tendensen ved DNR over tiårsperioden, mens en del andre sentere har styrket legedekningen. Ved OUS er det nå en omfattende omorganisering av diagnoser mellom de ulike sentrene slik at verdiene for DNR og UUS kan ha endret seg.

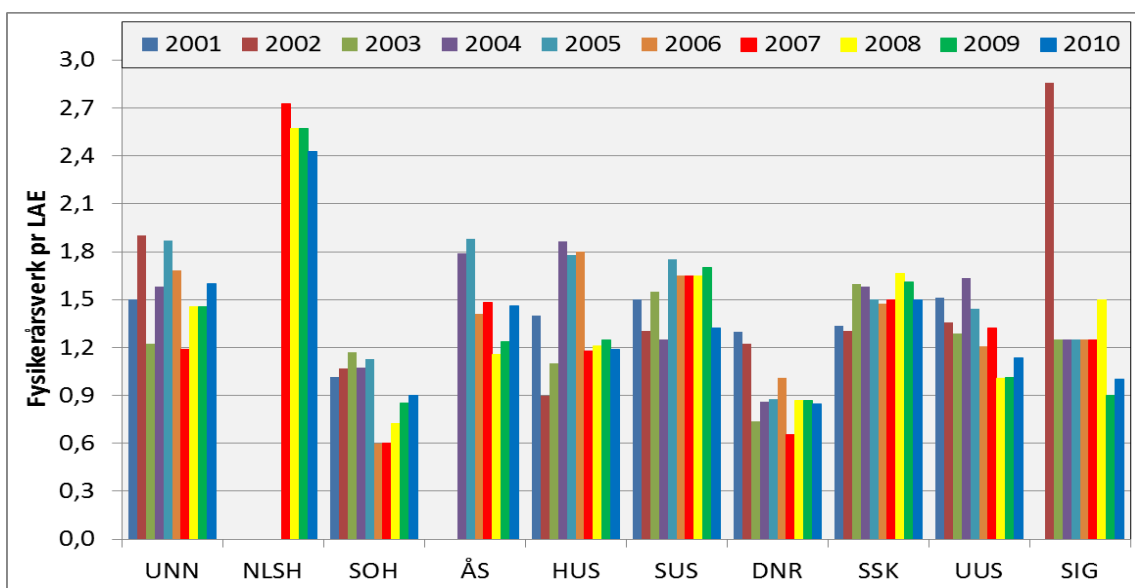


Figur 6.2 Andel leger som er onkologer ved stråleterapienhetene i perioden 2001-2010

Andel spesialister (onkologer) sier noe om kompetansenivå i sentrene (Figur 6.2). Det bør være en sunn fordeling mellom spesialister og leger i utdanningsstillinger, og dette kan være forskjellig fra universitetssykehus med ansvar for spesialistopplæring og de andre enhetene. Middelveien for tiårsperioden har ligget fast på litt i underkant av 60 %. De høye verdiene for NLSH (Bodø) og SIG i oppstartsåret skyldes at det da bare var en onkolog tilknyttet enhetene.

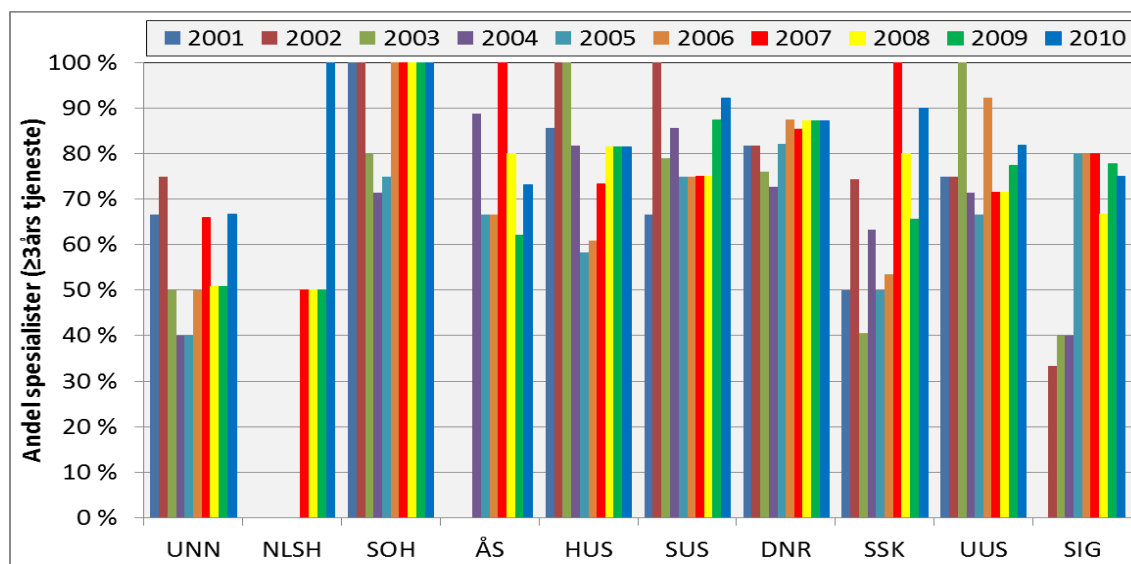
6.2 Fysikere/medisinske fysikere

«Medisinsk fysiker» er ikke definert som helseprofesjon i Helsepersonelloven [ref.18], men er omtalt i Strålevernforordningen [ref.18]. Det betegner personell med mastergrad i fysikk e.l., med teoretisk og praktisk opplæring, og som innen stråleterapi har ansvar for bl.a. doseplanlegging, dosimetri og kvalitetssikring. Det finnes ikke eget dedikert undervisningsopplegg for medisinske fysikere per i dag, men KVIST-gruppen har laget et rammeverk for internundervisning [ref.19] ved sentrene supplert med eksterne kurs og øvingsoppgaver [ref.21].



Figur 6.3 Antall fysikerårsverk pr LAE ved stråleterapienhetene i perioden 2001-2010

Middelverdien for antall fysikerårsverk ved stråleterapienhetene har variert noe og endret seg i tiårsperioden fra 1,3 til 1,5 (Figur 6.3). Det er en del av virksomheten som ikke kan knyttes til LAE-verdien, trekkes det fra årsverk som går til administrasjon, undervisning, FoU, brachyterapi og lavenergetisk røntgen, vil middelverdien i 2010 bli 1,1. Den høye verdien for SIG i oppstartsåret er at behandlingsstart var etter sommerferien, mens fysikerinnsats varte hele året, og det også er tatt med fysikerinnsats fra DNR i oppstartsåret. Verdiene for NLSH ligger jevnt høyere enn for de andre senterene. Det skyldes at selv om senteret bare har ett behandlingsapparat, må de ha kontinuerlig tilgjengelig fysikerkompetanse for å dekke opp behandlingen. Små enheter vil være sårbare for vakanser og annet fravær slik at 2-3 fysikerstillinger er minimum selv på de minste enhetene.

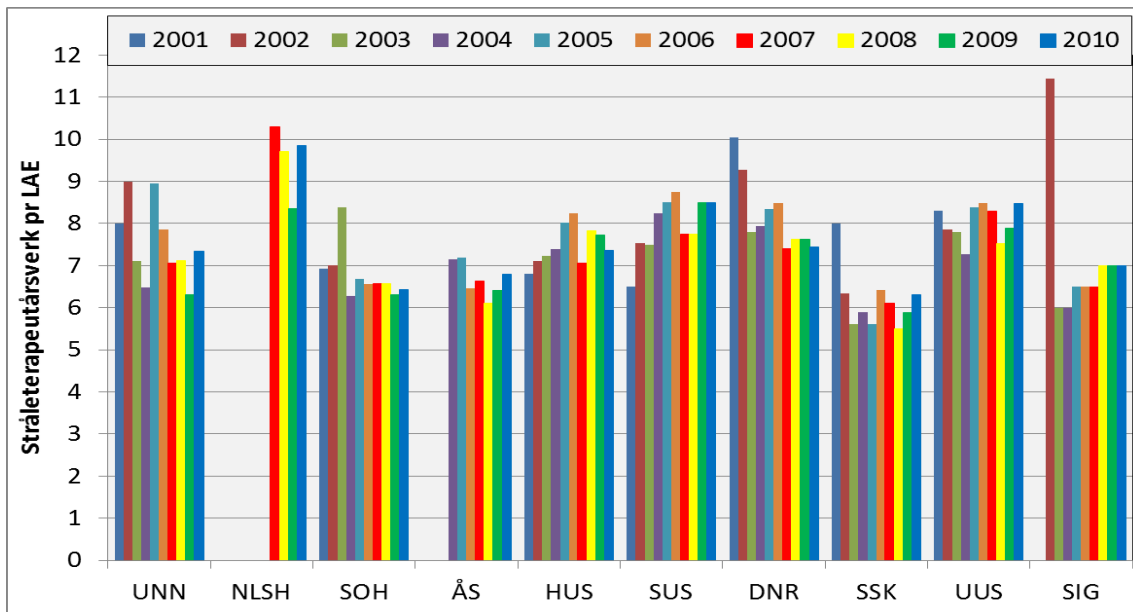


Figur 6.4 Andel fysikere med minst tre års tjeneste ved stråleterapienhetene i perioden 2001-2010

Siden det ikke finnes noen godkjent spesialistutdanning for medisinske fysikere, vil det i stedet her vises hvor mange fysikere som har minst tre års kompetanse på en stråleterapienhet (Figur 6.4). Middelverdien har variert mye i tiårsperioden fra 68 % (2005) til 85 % (2010). Det har vært en tendens til at nye senter har måttet rekruttere fysikere med liten fartstid innen stråleterapi, se NLSH, SIG og SSK (Kristiansand), mens ÅS (Ålesund) har kommet bedre ut.

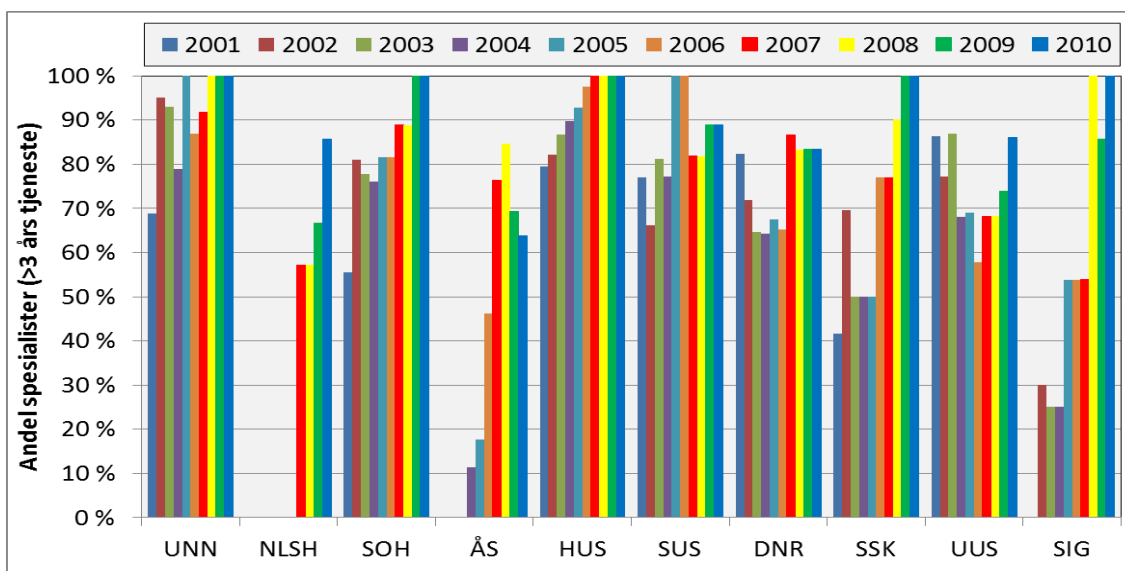
6.3 Radiografer/Stråleterapeuter

Det finnes en egen ettårig videreutdanning for radiografer til stråleterapeuter, og de fleste tar denne enten rett etter radiografutdanningen eller etter noen få års tjeneste innen stråleterapi eller diagnostikk. Det finnes også noen med annen bakgrunn som har tatt denne videreutdanningen. Her vil ikke bli skilt på utdanningsbakgrunn og alle regnes som stråleterapeuter. Stråleterapeutene har arbeidsoppgaver i tilknytning til simulering og doseplanlegging, og er de som utfører selve behandlingen på pasienten.



Figur 6.5 Antall stråleterapeutårsverk pr LAE ved stråleterapienhetene i perioden 2001-2010

Middelverdien har variert noe og sunket fra 8,2 i 2001 til 7,9 i 2010. Det er en del av virksomheten som ikke kan knyttes til LAE-verdien, trekkes det fra årsverk som går til administrasjon, undervisning, FoU, brachyterapi og lavenergetisk røntgen, vil middelverdien i 2010 bli 7,5. Den høye verdien for SIG (Figur 6.5) i oppstartsåret skyldes at personellet ble ansatt i god tid før oppstart for å bygge opp kompetanse og rutiner. For NLSH er det naturlig med litt høy verdi siden det er en svært liten enhet hvor alle tjenester skal kunne dekkes opp kontinuerlig ved vakanser og annet fravær. Store enheter er mer robuste når det gjelder tilgjengelig kompetanse, men skal på den annen side dekke en rekke spesialområder som ikke mindre enheter har.



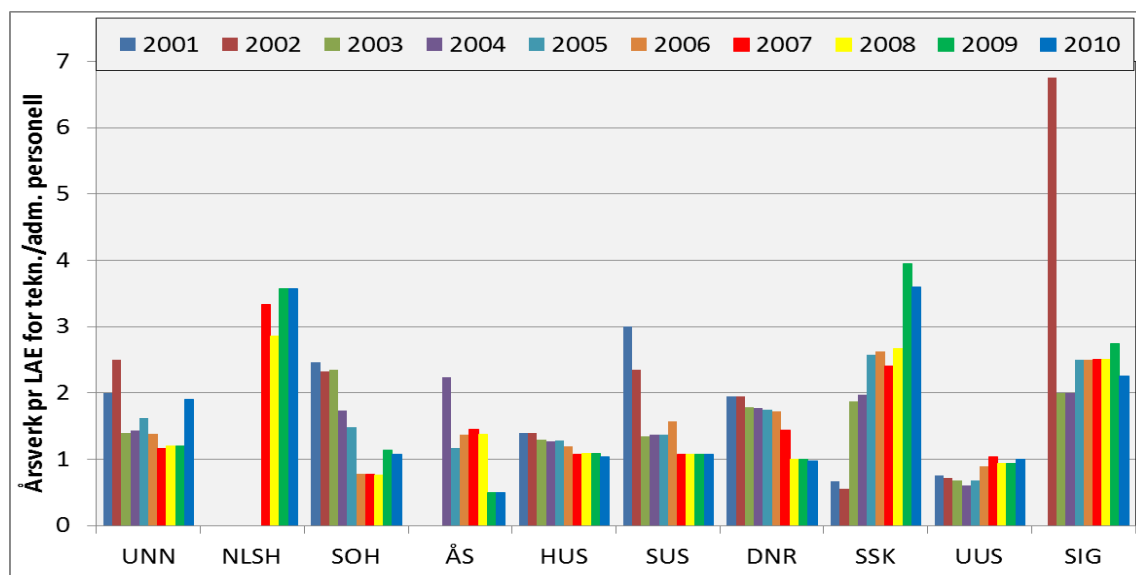
Figur 6.6 Andel stråleterapeuter med minst 3 års tjeneste ved stråleterapienhetene i perioden 2001-2010

Da det ikke finnes noen egen spesialistutdanning for stråleterapeuter og videreutdanningen tas på ulike tidspunkt i forhold til ansettelse, vil det som for fysikere bli brukt minst 3 års tjeneste på stråleterapienhet som mål på spesialist (Figur 6.6). Middelverdien for tiårsperioden har steget fra 76 % i 2001 til 90 % i 2010. Som for fysikere viser det seg at ved oppstart av nye stråleterapienheter vil en

stor andel av stråleterapeutene være relativt uerfarne. Dette vil føre til lavere effektivitet (Figur 3.18) og kan være en sikkerhetsrisiko om ikke aktiviteten knyttes opp mot et større senter.

6.4 Andre

I tillegg til de ovennevnte faggruppene (lege, fysiker, stråleterapeut) er en rekke tekniske og administrative fagpersoner tilknyttet stråleterapienhetene. Dette omfatter dosimetri, data/IKT, service, finmekanikk, sekretærer og assistenter. Det er en svært uensartet gruppe, og med store variasjoner i om disse er organisert i eller utenfor stråleterapienhetene. De vil bli tatt med først og fremst for å vise at et ikke ubetydelig antall årsverk går med til andre oppgaver enn de som er rent klinisk relatert.



Figur 6.7 Antall årsverk pr LAE for teknisk/administrativt personell på stråleterapienhetene i perioden 2001-2010

Middelverdien har endret seg fra 1,8 i 2001 til 1,3 i 2010. Det må også legges til at noen av disse tjenestene, særlig service, kan kjøpes av leverandør. Tjenester som data/IKT, finmekanikk og sekretærtjeneste kjøpes i variabel grad som interne tjenester i organisasjonen. I løpet av tiårsperioden har sekretærtjenesten ved flere av enhetene gått over i en felles avdeling for hele sykehuset. Verdiene i Figur 6.7 gjelder bare for årsverk til ansatte i selve stråleterapienhetene, og det foreligger ikke verdier for hvor mye som kjøpes inn internt i sykehuset eller eksternt.

7 Status for norsk stråleterapi 2010 – vurdert mot Norsk Kreftplan 1998

Norsk kreftplan av 1998 ([ref.2], kap.2.4.1) refererer til WHO's anslag at minst halvparten av kreftpasientene har nytte av stråleterapi og fagmiljøet som har tallfestet behov for behandlingsserier til å være 54 % av kreftinsidensen ut fra medisinske behov. I 2010 utgjorde antall behandlingsserier 49 % av kreftinsidensen, slik at det fortsatt er et stykke igjen til WHO's anslag. Skal antall behandlingsserier opp på WHO-nivå vil det si en øking på 4 behandlingsapparater (basert på 2010-data). Dette er litt misvisende, da det i antall behandlingsserier i denne rapporten er tatt med behandling av ikke-maligne lidelser (profylaktisk mamillebestråling, ductalt carcinoma in-situ (D05, pre-malign brystcancer), andre benigne) og basalcellecarcinom (ikke med i Kreftregisterets insidensdata). Behandling av basalcellecarcinom behandles nok i stor grad med lavenergetisk røntgen slik at man kan i stor grad se bort fra denne diagnosen, men de ikke-maligne bør trekkes fra i regnestykket over antall behandlingsserier. Da blir det 43,5 % istedenfor 49 %, og antall linacer som trengs (pr 2010) blir 6,5 istedenfor 4.

Videre refererer Kreftplanen til to utredninger fra Helsetilsynet (2-93 [ref.13] og 2-96) som anslår behov for 36 strålemaskiner. For å nå dette målet anbefaler Kreftplanen å øke antall strålemaskiner (LAE) til 36 innen 2003. Planleggings- og utbyggingsfasene har tatt en del lengre tid, i tillegg til at personellsituasjonen har vært anstrengt, slik at først i 2006/2007 kom antall linacer og antall LAE opp på dette nivået. Både innbyggertall og kreftinsidensrate har økt betydelig siden perioden for Kreftplanen, dette tilsier at det bør planlegges en ny utvidelse av stråleterapikapasiteten for å dekke det økte behovet i tråd med det som er nevnt ovenfor og for å ta høyde for videre befolkningsutvikling.

Kreftplanen sier videre at utvidelsen av behandlingsskapasitet bør skje både i eksisterende enheter og i strålesatellitter. Dette ser ut til å ha fungert omtrent etter hensikten med et stort og et mindre senter i hver helseregion (Helse Sør og Helse Øst er senere slått sammen). Derimot er strålesatellittbegrepet tolket noe ulikt i de ulike regionene. Ett senter (Bodø) har bare én strålemaskin noe som medfører en svært sårbar situasjon både når det gjelder stabil drift av utstyr, bemanning og kompetanse. En slik løsning krever godt samarbeid med et hovedsenter med nødvendige ressurser for assistanse. Satellittenehet på Gjøvik har måttet slite med legebemanning og har vært helt avhengig av den assistansen de har fått fra Radiumhospitalet. De store universitetssentrene bør derfor ha nødvendige ressurser til å kunne hjelpe småsentrene ikke bare faglig, men også yte assistanse når det er påkrevet.

Den regionale deknningen av strålebehandlingsskapasitet her endret seg betydelig i løpet av tiårsperioden. Samtidig har befolkningsveksten, særlig i Sørøst-Norge, vært så stor at denne regionen fortsatt ligger noe dårligere an enn de andre når kapasitet ses opp mot kreftinsidens. Helse Nord har derimot kommet vesentlig styrket ut kapasitetsmessig.

Kreftplanen angir en gjennomsnittlig levetid for strålemaskiner (linacer) på 10-12 år. Det betyr ikke at behandlingsapparatene ikke holder lenger, men økte servicekostnader, vanskeligheter med reservedeler, hyppigere behandlingsavbrudd og dårligere presisjon gjør at det er uhensiktsmessig å bruke behandlingsapparatene noe særlig lenger. Det har i løpet av årene siden Kreftplanen ble skrevet vært en rivende utvikling av behandlingsopplegg og til dels også indikasjon for å gi ulike typer strålebehandling. Svært mye av denne utviklingen skyldes teknisk utvikling med bruk av data fra CT (og etter hvert også MR og PET-CT) skannere som grunnlag for utarbeidelse av individuelt tilpassede behandlingsplaner. Datastyring av behandlingssmaskinene gjør at selve behandlingen ikke tar særlig mer tid enn før selv om behandlingene er blitt vesentlig mer avanserte. På nye linacer er det en helt annen mulighet til dynamisk å endre stråleintensiteten mens maskinene beveger seg rundt pasienten (behandlingsteknikker som IMRT og VMAT). Dette krever høy presisjon med bildeveiledning (IGRT) for å kunne gi høye doser til selve svulsten mens omkringliggende vev spares i stor grad, noe som kan gi mer skånsom behandling. Bildeskanning med CT på behandlingsapparatet er derfor på full fart inn for å kunne gi disse presise behandlingene. Eldre behandlingsapparat kan ikke brukes til dette, og

utskiftingstakten burde derfor ikke være særlig mer enn ti år for linacer som brukes til kurativ behandling.

Etter at utvidelsen til 36 strålemaskiner var ferdig, stoppet utskiftingen av eldre maskiner helt opp i 2006. Med en levetid på 10-12 år vil det si at gjennomsnittlig 3-4 linacer bør skiftes ut årlig. Når linacer fra den store utvidelsen «faller for aldersgrensen» vil dette bli særlig påtrengende. I tillegg kommer utskifting av bachyterapiapparater, CT-skannere og andre omfattende kapitalinvesteringer som doseplanleggingssystem og verifikasjonssystem. Kreftplanen forutsetter at dette skal gjøres innenfor ordinære driftsbudsjetter, men dette har vært vanskelig å få gjennomført på en planmessig måte. Da dette er tunge utgiftsposter er det viktig at det legges langsiktige og forpliktende planer for disse utskiftingene.

På bemanningssiden var Kreftplanen spesielt opptatt av mangel på stråleterapeuter/radiografer. Denne situasjonen har forbedret seg siden den gang, og den ettårige videreutdanningen av radiografer til stråleterapeuter har betydd mye for kompetanseheving og kvalitet av selve gjennomføringen av behandlingen. Den økte ressursbruken på planleggingssiden har ikke bare ført med seg mer avanserte og individuelt tilpassede behandlingsopplegg, men krever vesentlig mer legeressurser. Dette har ført til stort press på denne faggruppen, både faglig og ressursmessig. Det er derfor i dag mangel på onkologer til stråleterapi. For medisinske fysikere anslo Kreftplanen at det var behov for 20 nye stillinger for utvidelsen med 14 linacer. Det har vist seg at rekrutteringen av fysikere har vært tilfredsstillende. Problemet her er i første rekke at det ikke er en egen utdanning for medisinske fysikere, den gjøres som bedriftsintern undervisning. KVIST har utarbeidet et strukturert opplegg for denne undervisningen [ref.19, ref.21], men det er ingen krav til at dette blir fulgt. Her er det i første rekke behov for en godkjenningsordning for å sikre kvaliteten på denne undervisningen [ref.3]. For å sikre en rimelig god dekning med fagpersoner i de tre faggruppene (lege, fysiker og stråleterapeut) bør det utarbeides nasjonale retningslinjer som tar hensyn til antall pasienter, behandlingsopplegg og utstyr på de ulike sentrene.

Videre foreslår Kreftplanen en permanent styrking av dosimetri og kvalitetssikring i strålemedisin i regi av Statens strålevern for å følge opp ønsket om vesentlig styrking av stråleterapikapasiteten. Som ledd i dette opprettet Strålevernet i 2000 KVIST-gruppen som nå består av 5 deltidsansatte fagpersoner, to onkologer, to fysikere og en stråleterapeut. Til sammen utgjør disse 2,5 årsverk på Strålevernet, resten av sine stillinger har de på ulike stråleterapiavdelinger. Denne koplingen til klinikk er viktig for å forstå problemstillinger, vedlikeholde kompetanse og få til nært samarbeid med klinikkene. Denne rapporten er en del av det KVIST-arbeidet Strålevernet satte i gang på grunnlag av dette. Strategiplanen fra 2004 [ref.3] sier også at det «er tungtveiende argumenter for å videreføre og videreutvikle KVIST-prosjektet» for å sikre kvalitet på strålebehandlingen, og KVIST-arbeidet har derfor gått over fra prosjekt til fast program.

8 Referanser

1. Omsorg og kunnskap: Norsk kreftplan. Norges offentlige utredninger, NOU 1997:20. Oslo 1997. <http://odin.dep.no/nou/1997-20/index.htm> (8.8.2012)
2. Om Nasjonal kreftplan og plan for utstyrendringer ved norske sykehus. St.prp. nr.61 (1997-98) <http://www.regjeringen.no/nb/dep/hod/dok/regpubl/stprp/19971998/stprp-nr-61-1997-98-.html?id=201900> (8.8.2012)
3. Nasjonal strategi for arbeid innenfor kreftomsorgen: Kvalitet, kompetanse og kapasitet. Rapport til Helsedepartementet. Oslo: Sosial- og Helsedirektoratet, 2004. http://www.regjeringen.no/upload/kilde/hd/rap/2004/0010/ddd/pdfv/220645-kreftstrategi_endelig_dokument.pdf (8.8.2012)
4. Nasjonal strategi på kreftområdet 2006-2009. Oslo: Helse- og omsorgsdepartementet. http://www.regjeringen.no/nb/dep/hod/tema/sykehus/Nasj_strat_kreftomr.html?id=115233
5. Kvalitetssikring i stråleterapi – KVIST-initiativet. StrålevernInfo 9:2012. Østerås: Statens strålevern, 2012. <http://www.nrpa.no/dav/3b9d982432.pdf> (8.8.2012)
6. Levernes S, red. Virksomhetsrapportering i stråleterapi. Definisjoner og beskrivelser 2001/2002. StrålevernRapport 2003:10. Østerås: Statens strålevern, 2003. <http://www.nrpa.no/dav/9a2e23234b.pdf> (8.8.2012)
7. Quality Assurance in Radiotherapy: eight years of outcome. NRPA Bulletin 8.08 (StrålevernInfo 8:2008). Østerås: Statens strålevern, 2008. <http://www.nrpa.no/dav/c0b7768b7e.pdf> (8.8.2012)
8. Levernes S, red. Virksomhetsrapport for norske stråleterapisentre 2001-2002. StrålevernRapport 2004:6. Østerås: Statens strålevern, 2004. <http://www.nrpa.no/dav/69ed9d5336.pdf> (8.8.2012)
9. Levernes S, red. Virksomhetsrapport for norske stråleterapisentre 2003-2004. StrålevernRapport 2006:11. Østerås: Statens strålevern, 2006. <http://www.nrpa.no/dav/467b50d821.pdf> (8.8.2012)
10. Jetne V et al. Bruk av stråleterapi i Helse Sør-Øst. Tidsskrift for Den norske legeforening 2009; 24: 2602-2605. <http://tidsskriftet.no/article/1926141> (8.8.2012)
11. Kreftregisteret. «Table 13» for ulike år fått ved henvendelse til datautleveringsenheten: datautlevering@kreftregisteret.no
12. Statistisk sentralbyrå. Statistikkbanken: 02 Befolkning, Tabell 03031. Data hentet årlig fra www.ssb.no (20.9.2011)
13. Stråleterapi i Norge. Helsedirektoratets utredningsserie 1993:2 Oslo. Helsedirektoratet, 1993.
14. Bilag til Kræftplan II, 9.3A Stråleterapi. Vurdering af kapacitet på stråleterapiområdet – Supplerende analyser til Acceleratorrapport II: notat. København: Center for Evaluering og Medicinsk Teknologivurdering, Sundhedsstyrelsen, april 2005. http://www.sst.dk/publ/Publ2005/PLAN/Kraeftplan2/bilag/Bilag_9_3_A_Straalebehandling_CEM_TV.pdf (8.8.2012)
15. Bilag til Kræftplan II, 9.3B Strålebehandling. Forslag til en styrket strålebehandling i Danmark – studiebesøg til Nederlands Kanker Institut – Antoni van Leeuwenhoek Ziekenhuis, Amsterdam.

København: Sundhedsforvaltningen Københavns Amt, 2005.

http://www.sst.dk/publ/Publ2005/PLAN/Kraeftplan2/bilag/Bilag_9_3_B_Straalebehandling_Koebenhavns_Amt.pdf (8.8.2012)

16. Möller TR, Einhorn N, Lindholm C, Ringborg U, Svensson H; SBU Survey Group. Radiotherapy and cancer in Sweden. *Acta Oncologica* 2003; 42: 366:375
17. Mou B, Cooke AL, Suderman K. Radiation oncology in a canadian province: Measures of workload and treatment complexity. *Clinical Oncology* 2011; 23: 4-9
18. LOV-1999-07-02-64: Lov om helsepersonell m.v.(helsepersonelloven). Oslo: Helse- og omsorgsdepartementet, 2001. . <http://www.lovdatab.no/all/hl-19990702-064.html> (10.09.2012)
19. FOR 2010-10-29 nr 1380: Forskrift om strålevern og bruk av stråling (strålevernforskriften). Oslo: Helse- og omsorgsdepartementet, 2010. <http://www.lovdatab.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-20101029-1380.html> (10.09.2012)
20. Hellebust TP et al. Anbefaling for opplæring av medisinske fysikere i stråleterapi i Norge. Strålevernrapport 2005:6. Østerås: Statens strålevern. <http://www.nrpa.no/dav/33f5178cd9.pdf> (8.8.2012)
21. Hellebust TP et al. Øvingsoppgaver til Anbefaling for opplæring av medisinske fysikere i stråleterapi i Norge. Strålevernrapport 2005:6b. Østerås: Statens strålevern. <http://www.nrpa.no/dav/c267f2b9fa.pdf> (8.8.2012)



Statens strålevern
Norwegian Radiation Protection Authority

StrålevernRapport 2012:1

Strategisk plan 2012–2014

StrålevernRapport 2012:2

Virksomhetsplan 2012

StrålevernRapport 2012:3

Polonium-210 and other radionuclides in terrestrial, freshwater and brackish environments

StrålevernRapport 2012:4

Potential consequences in Norway after a hypothetical accident at Leningrad nuclear power plant

StrålevernRapport 2012:5

Roller, ansvar, krisehåndtering og utfordringer i norsk atomberedskap

StrålevernRapport 2012:6

Radioaktive stoffer – tilførsler, konsentrasjoner og mulige effekter i Norskehavet

StrålevernRapport 2012:7

Stråleterapi i Norge – Generelle trender 2001–2012