



Radiologiske undersøkelser i Norge per 2008

Trender i undersøkelsesfrekvens og stråledoser til befolkningen



Referanse:

Almén A, Friberg EG, Widmark A, Olerud HM. Radiologiske undersøkelser i Norge per 2008
Trender i undersøkelsesfrekvens og stråledoser til befolkningen StrålevernRapport 2010:12.
Østerås: Statens strålevern, 2010.

Emneord:

Radiologi, undersøkelsesfrekvens, kollektiv dose, befolkningsdose, trender, røntgen.

Resymé:

Ny kartlegging av aktiviteten ved norske radiologiske avdelinger anno 2008 gav totalt 4,3 mill undersøkelser og en samlet befolkningsdose på 1.1 mSv/innbygger, hvorav 80 % av dosen kommer fra CT. 23 % av undersøkelsene gjøres i privat sektor. Vanlig røntgen har minket i antall siden 2002, antall ultralydundersøkelser ligger stabilt, mens CT og MR begge er doblet i antall.

Reference:

Almén A, Friberg EG, Widmark A, Olerud HM. Radiology in Norway anno 2008. Trends in examination frequency and collective effective dose to the population. StrålevernRapport 2010:12. Østerås: Norwegian Radiation Protection Authority, 2010. Language: Norwegian.

Key words:

Radiology, examination frequency, collective dose, population dose survey, trends, X-ray.

Abstract:

A new population dose survey in Norway anno 2008 gave the following key figures: 4,3 mill examinations (900 per 1000 inhabitants), 1.1 mSv/caput whereof 80% of the dose from CT. 23% of the examinations were done in private sector. Planar X-ray is reduced in number; ultrasound is about the same, while both CT and MR have doubled in frequency since 2002.

Prosjektleder: Hilde M. Olerud

Godkjent:



Gunnar Saxebøl, avdelingsdirektør,
Avdeling Strålevern og sikkerhet.

40 sider.

Utgitt 2010-12-17.

Opplag 100 (10-12).

Trykk: Lobo Media AS, Oslo.

Forsidefoto: © Entropia - Fotolia.com, © Katrina Brown - Fotolia.com, ScanstockPhoto, Morguefile

Bestill frå:

Statens strålevern, Postboks 55, 1332 Østerås.

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

e-post: nrpa@nrpa.no

www.nrpa.no

ISSN 0804-4910 (print)

ISSN 1891-5191 (online)

Radiologiske undersøkelser i Norge per 2008

Trender i undersøkelsesfrekvens og stråledoser til befolkningen

Anja Almén

Eva G. Friberg

Anders Widmark

Hilde M. Olerud

Statens strålevern

Norwegian Radiation
Protection Authority
Østerås, 2010

Forord

Det ligger i Strålevernets tradisjon å følge utviklingen i bruken av radiologiske undersøkelser og betydningen for samlet stråledose til befolkningen. Siste opptelling var basert på norsk radiologisk kodeverk, NORAKO 2002, og kartlegginger av stråledoser gjort av Strålevernet på 80 og 90 tallet. Vi har nå foretatt en ny telling med tall fra 2008 et gjort et oppdatert estimat over befolkningsdosen basert på nye dosedata fra Helseforetakene og private virksomheter.

Innsamlede data består av 1) utplukk fra virksomhetenes radiologiske informasjonssystemer basert på Norsk radiologisk kodeverk, NORAKO versjon 2008, og 2) innsending av representative doser for et utvalg av røntgenbaserte undersøkelser utført over hele Norge. Vi takker RIS/PACS personell, strålevernskontakter, diagnostikkfysikere og fagradiografer ved landets bildediagnostikkavdelinger for innsendte data, og håper resultatene kan stimulere til videre strålevernsarbeid og faglige diskusjoner rundt bruken av radiologi i Norge.

Sammendrag

Statens strålevern har utført en kartlegging av norsk radiologi som omfatter omfanget av radiologiske undersøkelser og stråledoser til den norske befolkning i 2008. Studien er basert på rapporterte data fra helsevesenet. Befolkingsdosen er estimert med etablerte europeiske metoder. Studien sammenligner tall fra tilsvarende kartlegging i 2002, og redegjør for forskjeller mellom helseregioner, og mellom privat og offentlig sektor. Resultatene blir også sett i sammenheng med tilsvarende internasjonale data.

Studien kan sammenfattes med følgende nøkkeltall:

Antall radiologiske undersøkelser	900 per 1000 innbygger
Andel gjennomført i privat sektor	23%
Befolkningsdose	1,1 mSv per innbygger
Bidrag fra CT til befolkningsdosen	80 %

Dette representerer totalt sett ingen store forandringer siden 2002. I Europeisk perspektiv er forbruket moderat, mens i et nordisk perspektiv er det høyt. Det man imidlertid kan merke seg er at Norge gjør relativt mange CT undersøkelser i forhold til alle andre land, og derfor har en relativ høy befolkningsdose i Europeisk perspektiv.

Hvis man derimot går inn på de enkelte radiologiske metodene finnes flere store endringer i bruksmønster siden 2002:

Konvensjonelle røntgenundersøkelser	Minsker en del ($\times 0.7$)
CT	Øker mye ($\times 2$)
MR	Øker mye ($\times 2$)
Ultralyd	Samme nivå

Ettersom CT er en metode som gir relativt høye stråledoser sammenlignet med vanlig røntgen, vil forandringer i bruksmønster få store konsekvenser for befolkningsdosen. Resultatet peker på behov for fortsatt overvåkning av CT bruken.

Det er regionale og sektorvise forskjeller i valg av undersøkelsesmetode for samme indikationsstilling, noe som påvirker stråledoser til pasienten. Resultatet peker på behovet for nasjonale henvisningskriterier, faglige anbefalinger og systemer for kliniske revisjoner.

For noen typer av undersøkelser finnes det store forskjeller i bruksmønsteret. Dette gjelder spesielt for urografi og undersøkelser av ryggraden. Det gjøres en stor andel undersøkelser av ryggraden i privat regi med konvensjonell røntgen og CT. Det har vært stilt kritiske spørsmål til berettigelsen av begge disse metodene for undersøkelse av rygg.

Overvåking av bruken av ulike radiologiske metoder er nødvendig av en rekke ulike årsaker. For Strålevernet er det sentralt å overvåke utviklingen av røntgenbaserte metoder, for om mulig å sette inn tiltak for å unngå unødvendige stråledoser til befolkningen. For sykehuset selv er det et poeng å kunne identifisere unødvendige undersøkelser for bedre utnyttelse av ressursene. For øvrige helsemyndigheter er slik informasjon et styringsverktøy.

Oversikt over befolkningsdosen er også etterspurt i det internasjonale samfunnet, bland annet av FN, som spesielt følger den globale utviklingen. Norge må derfor være forberedt på fortsatt å svare på slike opplysninger fremover.

Innhold

1	Strålevernsmessige utfordringer ved radiologi i stadig utvikling	7
2	Opplysninger innhentes fra helsevesenet	8
2.1	Undersøkelsesfrekvens estimeres fra nasjonalt kodeverk	8
2.2	Slik beregnes befolkningsdosen	10
2.3	Slik presenteres data	12
3	Omfang av radiologiske undersøkelser	13
3.1	Antall undersøkelser totalt og per modalitet	13
3.2	Regionvise forskjeller i bruken av radiologi totalt og per modalitet	14
3.3	Forskjeller i bruken av radiologi mellom offentlig og privat sektor	18
4	Omfang av røntgenbaserte undersøkelser av betydning for befolkningsdosen	20
4.1	Utvalg av de viktigste røntgenbaserte undersøkelsene	20
4.2	Regionsvise forskjeller i bruken av røntgen	21
5	Befolkningsdose fra radiologiske undersøkelser	24
5.1	Endringer i dose per undersøkelse	24
5.2	Befolkningsdose fra utvalget av røntgenbaserte undersøkelser	25
5.3	Vurdering av usikkerheter i befolkningsdosen	26
5.4	Befolkningsdose fra all røntgenbasert radiologi	27
6	Sammenligning over tid og med andre land	27
6.1	Trender i Norge og Europa	27
6.2	Forskjeller i bruksmønster mellom Norge og andre europeiske land	30
7	Tolkning av resultatene fra kartleggingen	32
7.1	Ingen store endringer i volum og befolkningsdose i Norge eller Europa	32
7.2	Endringer i undersøkelsesmønster	32
7.3	Man må huske de metodiske begrensningene	33
7.4	På søken etter sammenhenger	33
7.5	Bruk av materialet for mer overordnede betraktninger	35
7.6	Anbefalinger til utfyllende undersøkelser og studier	35
8	Referanser	36
	Ordliste	37

1 Strålevernsmessige utfordringer ved radiologi i stadig utvikling

Den teknologiske utviklingen innen radiologi har gitt stadig nye metoder til anatomisk og funksjonell avbildning til nytte for pasienten. Utviklingen har ført til endringer i stråledosene for samme undersøkelsestype og prosedyre. Vi har for eksempel sett at nye og mer følsomme detektormaterialer kan gi lavere doser. Ny teknologi kan også åpne for utvikling av helt nye og mer omfattende prosedyrer som gir høyere stråledoser men samtidig annen og bedre diagnostisk informasjon. Et eksempel er flerfase kontrastundersøkelser med moderne datatomografer (CT). Ny teknologi gir økte diagnostiske muligheter, men noen ganger langt utover behovet for den enkelte pasienten. Ulik tilgang på utstyr og lokale variasjoner i prosedyrer og henvisningskriterier, gir variasjon i undersøkelsesfrekvens og stråledoser ved enkelte undersøkelser og mellom sykehus. Antall prosedyrer og stråldose vil derfor variere over tid og vi har sett en jevn økning i frekvensen av slike prosedyrer totalt sett i Norge de siste 25 åra [1].

Radiologi i Norge i dag benytter seg av både røntgenbaserte metoder, herunder CT, men også av MR og ultralyd. Det knytter seg spesiell bekymring til den økte bruken av CT, fordi det gir økte stråledoser til befolkningen, noe MR og ultralyd ikke gjør. Et mål for den samlede stråledosen til et land er gitt ved befolkningsdosen. Befolkningsdosen er avhengig av antall prosedyrer som gjennomføres og stråledosen ved de enkelte prosedyrene. Tallet påvirkes altså av en rekke faktorer, alt fra valg av apparatur, variasjon i prosedyrer og bruksmønster. Fra siste nasjonale kartlegging i 2002 så vi at befolkningsdosen fra røntgenbaserte prosedyrer hadde økt med 40 % gjennom 80- og 90 tallet, vesentlig forklart av den økende bruken av CT [2].

Internasjonale anbefalinger vektlegger at all strålebruk skal vurderes med hensyn på berettigelse og optimalisering [3]. I berettigelse legger man at kun skal gjøre undersøkelser som er ventet å få behandlingmessig konsekvens. Det finnes nasjonale initiativ for å vurdere berettigelsen av nye prosedyrer, screeninginitiativ og allmenne prioriteringer i helsevesenet. Spørsmålet om berettigelsen for undersøkelse av en enkelt pasient påhviler både henvisende lege og radiologisk avdeling. En slik vurdering er utfordrende ettersom det til dels mangler gode faglige kriterier, eller at det er vanskelig å praktisk gjennomføre i en travel klinisk hverdag.

Stråledosen og bildeinformasjon fra en røntgenundersøkelse påvirkes av en rekke faktorer knyttet til teknologiske forutsetninger, kompetanse og lokale prosedyrer. Spørsmål knyttet til optimalisering krever et flerfaglig samarbeid. Radiolog, diagnostikkfysiker og radiograf i fellesskap må utarbeide og jevnlig revidere undersøkelsesprotokoller for gitte pasientgrupper og kliniske spørsmålsstillinger.

Informasjon om undersøkelsesfrekvens og stråledoser ved ulike bildediagnostiske undersøkelser er vesentlig for å kunne analysere og evaluere disse grunnleggende strålevernsprikkene. Formålet er å overvåke nasjonale trender som informasjon til det norske helsevesenet og for rapportering til internasjonale fora. Størrelsesorden av befolkningsdosen kan sies å være påvirket av helsesektorens arbeid med disse spørsmålene, men også av sosioøkonomiske forhold. Bruken av utstyr og valg av prosedyrer påvirkes av tilgang til utstyr og kompetent personale, som i sin tur påvirkes av økonomi, helse- og utdanningspolitikk. Helsesektoren er regulert av ulike regelverk. Statens strålevern har ansvar for å forvalte regelverket rundt strålevern og bruk av stråling [4 – 6]. Regelverket inneholder blant annet krav til berettigelse og optimalisering, og gjør dermed Strålevernet til en helseaktør.

Strålevernet har lange tradisjoner for periodiske kartlegginger av både frekvens og stråledoser til pasient ved ulike typer av radiologiske undersøkelser og resultatene fra disse kartleggingene med trendanalyser har blitt publisert med en viss periodisitet [7-10]. Tidligere var undersøkelsene basert på henvendelser til virksomhetene om å sende inn informasjon om lokale

prosedyrer og omfanget av dem, samt besøk fra Strålevernet som gjorde dosimetriske målinger i samarbeid med lokale radiografer. I henhold til nye krav fra Strålevernet finnes nå måleutstyr og kompetanse lokalt tilgjengelig i røntgenavdelingen, slik at kartlegginger nå kan gjøres utelukkende basert på sykehusenes innrapporterte data.

Siste tilsvarende kartlegging ble foretatt basert på frekvenstall fra 2002 og dosedata av eldre dato [2]. For å skaffe oppdatert kunnskap om utviklingen i radiologi har Strålevernet nå gjennomført en ny kartlegging basert på frekvens av undersøkelser i 2008 og nye dosedata.

Formålet med ny kartlegging er å få svar på følgende:

- Har antallet radiologiske undersøkelser totalt sett endret seg siden 2002?
- Finnes det fremdeles forskjeller i bruken av radiologi mellom ulike helseregioner eller mellom privat og offentlig sektor?
- Har valg av modalitet endret seg? Er CT eller MR nå førstevalg ved henvisning, eller går man veien via vanlig røntgen?
- Utfører man per i dag undersøkelser med andre metoder og finnes det forskjeller mellom ulike helseregioner?
- Hvordan har befolkningsdosen utviklet seg siden 2002? Er den fortsatt økende?
- Hvordan er bidraget til befolkningsdosen fra enkle røntgenundersøkelser i forhold til CT?

Undersøkelsen skal bidra til oppdatert kunnskap om norske forhold og bidra med data til det internasjonale samfunnet som sammenfatter denne typen informasjon. Den overordnede målsetningen med arbeidet er å motivere for arbeid med berettigelse og optimalisering av radiologiske undersøkelser i det norske helsevesenet.

2 Opplysninger innhentes fra helsevesenet

Utgangspunkt for den nye kartleggingen er altså rapporterte antall undersøkelser og målte stråledoser fra det enkelte helseforetak, private sykehus og private røntgeninstitutt i Norge. Frekvensdata fra samtlige helseforetak og røntgeninstitutt anno 2008 er inkludert i kartleggingen, kun noen mindre virksomheter antas å mangle. Dosedata er samlet inn fra virksomheter som har godkjenning for medisinsk bruk av røntgen og CT, og dekker 25 ulike undersøkelsestyper. Materialet både med hensyn til frekvens og dose vurderes som dekkende og representativt. Det er likevel slik at metoden og analysen innebærer begrensninger og utfordringer. Metoden beskrives kortfattet i det følgende.

2.1 Undersøkelsesfrekvens estimeres fra nasjonalt kodeverk

For telling av radiologiske undersøkelser er det avgjørende å være tydelig på hva man definerer som *én* undersøkelse. Vi har benyttet en definisjon inspirert av den internasjonale anbefalingen for estimering av befolkningsdose utgitt av EU i 2008 (RP 154) [11]:

En radiologisk undersøkelse eller intervensjonsprosedyre defineres som en avbildning eller serie avbildninger eller opptak av et anatomisk område, organ eller organsystem, for å besvare ett enkelt diagnostisk problem eller klinisk spørsmålsstilling, under ett enkelt besøk til en bildediagnostikkavdeling, sykehus eller røntgeninstitutt.

For å telle undersøkelser brukes kodeverket NORAKO [12]. Kodeverket har blitt utviklet med periodiske revisjoner over mer enn tjue år, i et samarbeid mellom fagmiljø og helsemyndigheter. En viktig endring fra NORAKO 2002 til 2008 versjon er at det ble gitt mulighet til å kode antall kontrastserier ved CT og MR. Kodeverket brukes til aktivitetsbeskrivelse, men også som grunnlag for refusjonsordninger i helsevesenet. Det er ment å gjenspeile kompleksitet og arbeidsbyrde både i klinisk, teknisk og administrative henseende. Kodeverket er bygget opp med en modalitetskode, en lokalisasjonskode og en prosedyrekode, samt muligheter for sidekode og tilleggskode. Modalitetskoden henspiller på teknologisk grunnlag for avbildning: RG, CT, MR og UL. Lokalisasjonskoden spesifiserer undersøkt organ, anatomisk lokalisasjon, organsystem eller region, mens prosedyrekoden skal karakterisere en prosedyre eller handling uavhengig av modalitet.

Samtlige helseforetak og private virksomheter har i dag radiologiske informasjonssystemer (RIS), der produksjonen av undersøkelser ved radiologisk avdeling som det kreves refusjon for kan hentes ut.

Utfordringer og bergrensninger i rapporterte RIS data

Det er enkelt å skille ut modalitetene, da det finnes en egen kode for dette i NORAKO. Det utfordrende er at det ved mer komplekse pasientundersøkelser ofte genereres flere lokalisasjons- eller prosedyrekoder. Dette gjelder for eksempel undersøkelse av flere organer eller ved bruk av kontrast, kateter e.l. Når flere ulike organer undersøkes kan dette feilaktig telles som en undersøkelse. I andre tilfeller kan en undersøkelse også telles som flere undersøkelser til tross for at det kun var én. Noen eksempler er mammografi og hofter, som involverer dobbeltsidige organer som kan bli registrert som én eller to undersøkelser. Det er altså en risiko for både overestimering eller underestimering av faktisk utført antall pasient undersøkelser.

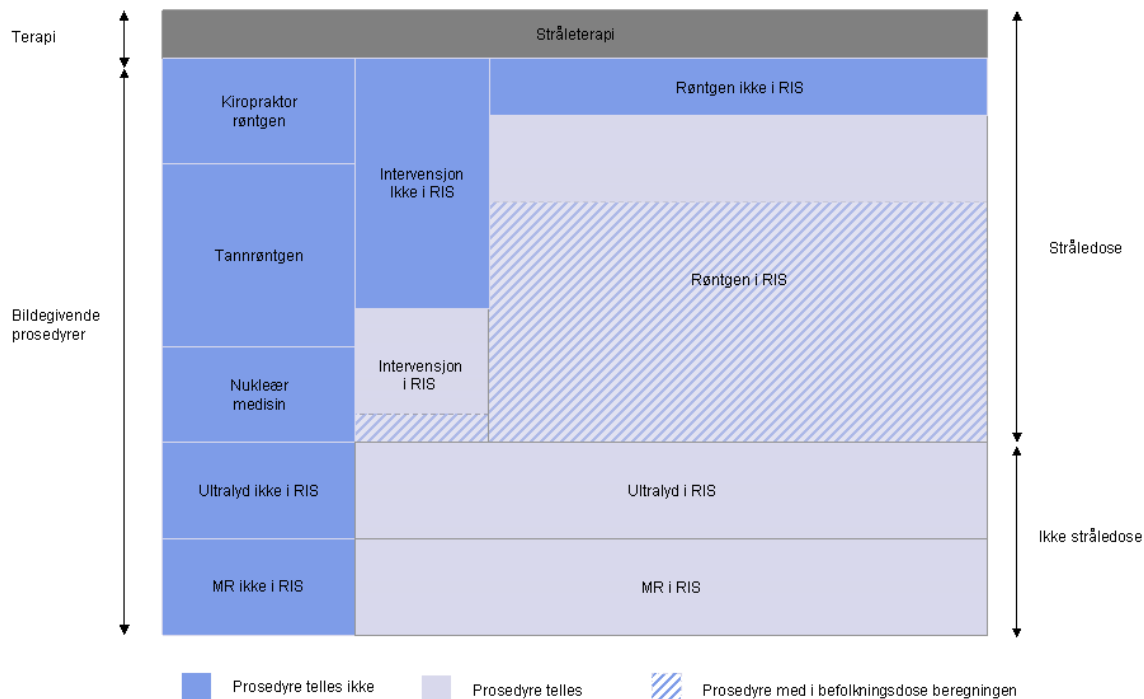
Det er videre en utfordring at NORAKO er tilrettelagt for polikliniske pasienter, ikke inneliggende. Vi har oppfattet det som at de fleste virksomheter bruker NORAKO til å beskrive sin totale aktivitet innen radiologi, både inneliggende og polikliniske pasienter, men vi kan ikke være sikker på at dette gjelder alle. Vi kan heller ikke være sikker på om eventuelle pasienter det ikke søkes refusjon for (egenbetalende) kodes i RIS.

Ytterligere utfordringer er at det ikke finnes koder for nye undersøkelser og prosedyrer, eller at de nye kodene ikke blir brukt, eller brukes ulikt. De ulike RIS'ene kan også levere kodene på forskjellig måte; Enten er kodene samlet for individuelle pasienter slik at data lett kan sorteres ut, eller så kan like koder være klumpet sammen, noe som medfører tolkningsproblemer.

Dataene ble levert på veldig forskjellige måter fra ulike virksomheter. Noen rapporter var lett å analysere, andre krevde mer forarbeid/tolkning. Til dels hadde helseforetakene selv evaluert data og presentert data for visse undersøkelser, men en betydelig andel av innsendte data krevde omfattende arbeid før analyse. Generelt er det en betydelig variasjon i bruken av kodeverket mellom virksomhetene. Tolkningen av utlistingen av data fra RIS medfører følgelig en viss usikkerhet. På nasjonalt nivå vurderer vi det som at slike variasjoner midles ut, men hvis det var en ambisjon å gjøre analysen på et mer detaljert lokalt nivå, ville det introduseres en betydelig usikkerhet. Derfor velger vi å presentere dataene i minste detaljeringsnivå *per helseregion*.

Endelig er ikke alle radiologiske prosedyrer inkludert i kartleggingen; Nukleærmedisinske prosedyrer, tannlegerøntgen og kiropraktorrøntgen er for eksempel ikke inkludert. Undersøkelser og prosedyrer utenfor radiologisk avdeling som ikke er kodet i RIS blir heller ikke telt med. For sammenligningen med tidligere nasjonale studier er ikke dette noen problem, de har heller ikke inkludert disse typene av undersøkelser. Det kan imidlertid utgjøre et problem hvis antallet prosedyrer som utføres utenfor radiologiske avdelinger øker, da gir ikke kartleggingen et representativt bilde over radiologien. Spesielt bør man være oppmerksom på intervensjonsprosedyrer, for eksempel forskjellige karprosedyrer, der stråledosene er relativt høye og er ventet å gi økte bidrag til befolkningsdoserne i fremtiden.

Figur 2.1 viser skjematisk det totale omfanget av medisinske eksponeringer, og hva som tas med i denne kartleggingen. Det er antatt at ikke alle undersøkelser er kodet i RIS'ene, enten det gjelder inneliggende pasienter eller polikliniske pasienter det ikke søkes refusjon for. Figuren illustrerer også at vi teller mange flere typer av undersøkelser enn vi har doseverdier for.



Figur 2.1. Alle medisinske radiologiske undersøkelser telles ikke, figuren er et skjematisk bilde over de undersøkelsene som inkluderes i kartleggingen (ikke skalert, kun illustrasjon).

2.2 Slik beregnes befolkningsdosen

For å beregne samlet befolkningsdose fra radiologi, må man i prinsipp framskaffe tall over representative stråledoser for hver eneste type av røntgenbasert undersøkelse som gjøres i landet. En må i prinsipp telle hvor mange slike undersøkelser som gjøres i offentlig og privat sektor, i og utenfor radiologisk avdeling, samt inneliggende og polikliniske pasienter. Dette er ikke praktisk gjennomførbart. Strålevernet anvender derfor den europeiske anbefalingen for kartlegginger av befolkningsdoser fra medisinsk strålebruk, RP154 [11]. Veiledningen er temmelig detaljert og inneholder både metoder for å bestemme frekvens, stråledose og hvordan usikkerheter estimeres. Den tilbyr også en forenklet metode basert på kun et utvalg av røntgenbaserte undersøkelser. Resultater fra kartlegginger i ti Europeiske land viste nemlig at tjue undersøkelser bidro til så mye som 70 – 90 % av total befolkningsdose rundt år 2000 [11]. Å inkludere kun disse 20 undersøkelsene i estimatet forenkler beregningen av befolkningsdose, og forenkler sammenligningen av befolkningsdose i ulike land.

Norge deltok i den europeiske sammenligningen, og vi vet derfor at bidraget fra de tjue undersøkelsene definert i EU anbefalingen utgjorde 90% av totalen i vårt land i 2002 [11]. Vi har også oversikt over total kollektiv dose i Norge anno 2002 [2, 9]. Når en nå skal estimere befolkningsdosen fra de tjue viktigste røntgenbaserte undersøkelsene anno 2008, kan en derfor gjøre et røft overslag av befolkningsdosen fra radiologi totalt sett, basert på forholdstallet i 2002 kartleggingen. Samme metode er benyttet nå som i 2002.

Resultatet i denne kartleggingen sammenlignes, så langt dette er mulig med tilsvarende undersøkelse utført i 2002, både med hensyn til undersøkelsesfrekvens og samlet befolkningsdose.

Undersøkelser inkludert i befolkningsdoseestimatet

Listen over utvalget av røntgenbaserte undersøkelser av størst betydning for befolkningsdosen er gitt i Tabell 2.1. Den inneholder elleve vanlige røntgenundersøkelser, sju CT undersøkelser og to angio/intervensjon. Listen over tilhørende NORAKO koder er Strålevernets fortolkning av undersøkelsene gitt i RP 154 [11]. En ser at hver av undersøkelsene i realiteten kan representere ganske forskjellige indikasjonsstillinger, men materialet er basert på relativt standardiserte prosedyrer hvilket forenkler vurderingen. En observerer at NORAKO ikke har kode for CT undersøkelse av hele kroppen (trunk).

Tabell 2.1. Undersøkelsene med betydning for befolkningsdose.

No	Modalitet	Navn brukt i RP154	Navn brukt i rapporten	NORAKO
1	RG	CHEST/THORAX	THORAX	TH, THF
2	RG	CERVICAL SPINE	CERVICALCOLUMNA	CC
3	RG	THORACIC SPINE	THORACALCOLUMNA	CD
4	RG	LUMBAR SPINE (INC.LSJ)	LUMBO-SACRAL COLUMNA	CL, CS, CLS
5	RG	MAMMOGRAPHY	MAMMOGRAFI	MAM
6	RG	ABDOMEN	ABDOMEN	AB, ABAC
7	RG	PELVIS & HIP	BEKKEN OG HOFTE	PE, PEAR, CX
8	RG	BA MEAL	VENTRIKKEL/DUODENUM	VE, VE DO
9	RG	BA ENEMA	TYKKTARM	IC, IC DO
10	RG	BA FOLLOW-THROUGH	TYNNTARM	IT, IT SO
11	RG	IVU	UROGRAFI	UR IV
12	RG	CARDIAC ANGIOGRAPHY	ÅRER/KAR, KORONARTERIER	ACOR, COVS, COVD, AOTH, ABR, VSC
13	CT	CT HEAD	CT HODE	KC, KV, AU, FA
14	CT	CT NECK	CT HALS	CM
15	CT	CT CHEST	CT THORAX	TH
16	CT	CT SPINE	CT COLUMNA	CC, CL, CS
17	CT	CT ABDOMEN	CT ABDOMEN	AB, HE, RE, PA
18	CT	CT PELVIS	CT BEKKEN	PE, PEAR
19	CT	CT TRUNK		Ingen NORAKO
20	RG	PTCA	KORONARTERIER, PCI	PTA

Innsamling av dosedata og beregning av befolkningsdose

Strålevernet har samlet inn representative stråledoser fra helsevesenet for samtlige undersøkelsestyper referert i Tabell 2.1 unntatt ventrikkelduodenum, tynntarm og koronararterier. For disse er data hentet fra andre publikasjoner. Det finnes en veiledning til virksomhetene om hvordan man etablerer en representativ dose for et gitt røntgenlaboratorium [6]. Representative doser fra mellom 11 til 115 forskjellige røntgenlaboratorier over hele landet har vært brukt til å etablere landsmiddelverdier for de enkelte undersøkelsene. Slike data brukes også til etablering av nasjonale referanseverdier, til hjelp under optimalisering av undersøkelsesprotokoller [13]. De grunnleggende målingene er basert på praktisk målbare dosestørrelser definert i internasjonale standarder [14]. Størrelsen som brukes i kollektivdoseberegninger er effektiv dose [3]. Effektiv dose blir beregnet fra de målte

størrelsene ved hjelp av overgangsfaktorer angitt i de europeiske anbefalingene [11]. Bidraget til befolkningsdosen fra en enkelt røntgenundersøkelse beregnes som produktet av totalt antall undersøkelser av denne typen og effektiv dose (beregnet fra landsmiddelverdien av representative doser). Deretter beregnes summen av befolkningsdose for hele utvalget av røntgenbaserte undersøkelser. Befolkningsdosen har enheten man Sievert (manSv).

Utfordringer og begrensninger i beregning av befolkningsdose

Som vi ser av Tabell 2.1 kan en definert undersøkelsestype involvere ulike prosedyrer representert ved ulike koder (NORAKO). For eksempel, vil en undersøkelse av CT hode som fortolket fra RP154 [11] inkluderte ansiktsregionen, orbita, tinningben og bihuler, i tillegg til undersøkelse av hjernen. Hvis en har både frekvenstill og doseverdier for de respektive NORAKO, kan en adekvat doseverdi for "CT hode" beregnes ut fra en vektning. Det ble også forsøkt å samlet inn representative doser knyttet til alle NORAKO i Tabell 2.1, men det ikke alltid vi klarte å samle et representativt materiale. I slike tilfeller prøvde man å finne dosedata fra lignende prosedyrer.

Effektiv dose beregnes med hjelp av standardiserte faktorer som ikke tar hensyn til spesifikke teknikk faktorer som brukes på individuelle undersøkingssteder [11]. Usikkerhetsberegningen tar hensyn til dette. Usikkerheten i beregningen av samlet befolkningsdose er altså gitt av den dedikerte representative doseverdien til de tjue typene av undersøkelser. Nye organspesifikke vekt faktorer brukes heller ikke ved beregningen av effektive dose [3], dette muliggjør en direkte sammenligning med verdi for 2002.

2.3 Slik presenteres data

Helsevesenet er organisert i regionale helseforetak, og det kan være av interesse å sammenligne undersøkelser utførte i ulike regioner i landet. Ved presentasjon av data brukes den regionvise inndeling av helsevesenet. I 2008 var Norge inndelt i fire regionale helseforetak (RHF): Helse Nord, Helse Midt-Norge, Helse Vest og Helse Sør-Øst. Private sykehus og røntgeninstitutt som utfører radiologiske undersøkelser, er valgt å tilhøre den region hvor institusjonen er plassert geografisk. Dette betyr f.eks. at de to store private foretakene Curato og Unilabs Røntgen som har virksomheter i store deler av landet deles opp og telles sammen med offentlig virksomhet i den regionen der hver enkelt klinikk tilhører geografisk.

Antall prosedyrer rapporteres dermed for region Nord, Midt, Vest og Sør-Øst. Fordi antall undersøkelser er avhengig av innbyggerantallet, normeres antallet i noen tilfeller til innbyggerantallet. I desember 2008 hadde Norge 4 737 171 innbyggere. I tabell 2.2 presenteres antall innbyggere i de ulike regionene.

Tabell 2.2. Innbygger i de ulike helseregionene [15].

Region	Innbygger	Andel %
NORD	462 037	10
MIDT	659 621	14
VEST	981 620	21
SØR-ØST	2 633 893	56
Totalt	4 737 171	

I de to sørligste regionene bor altså 77 % av innbyggerne. I tidligere kartlegginger har man konstatert at en betydelig andel undersøkelser utføres utenfor det offentlige helsevesenet, på private sykehus og røntgeninstitutt. For å gi mulighet for sammenligning med disse resultatene presenteres omfang av undersøkelser for de to typene av virksomheter separat.

3 Omfang av radiologiske undersøkelser

3.1 Antall undersøkelser totalt og per modalitet

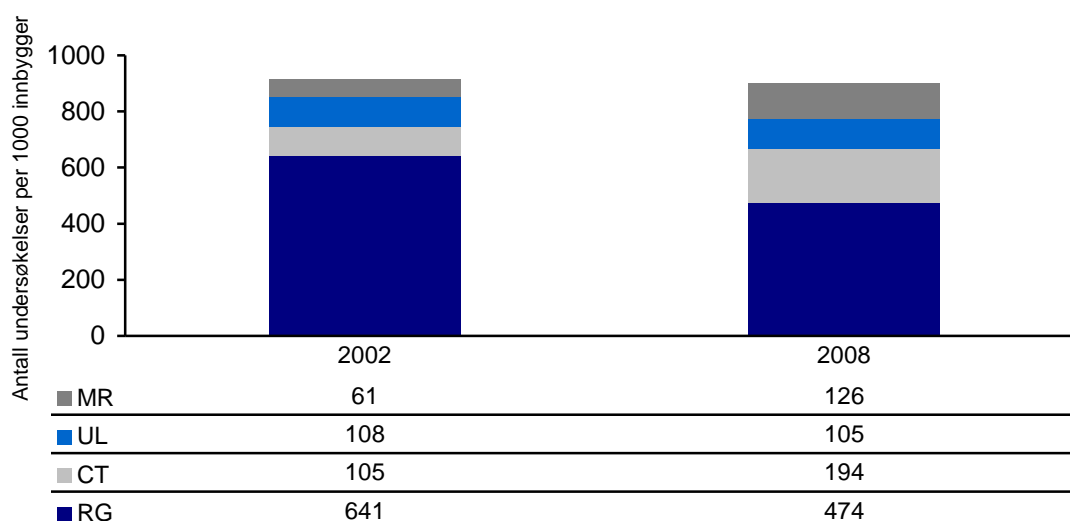
Det overordnede resultatet av kartleggingen presenteres i tabell 3.1 gitt ved antall radiologiske undersøkelser utført i 2008 totalt og per modalitet. Antall normalisert til 1000 innbyggere oppgis også.

Tabell 3.1. Antall undersøkelser utført i Norge totalt og per modalitet år 2008.

Modalitet	Undersøkelser totalt	Undersøkelser per 1000 innbygger
RØNTGEN	2 253 262	476
CT	918 361	194
ULTRALYD	498 078	105
MR	595 832	126
Totalt	4 265 533	900

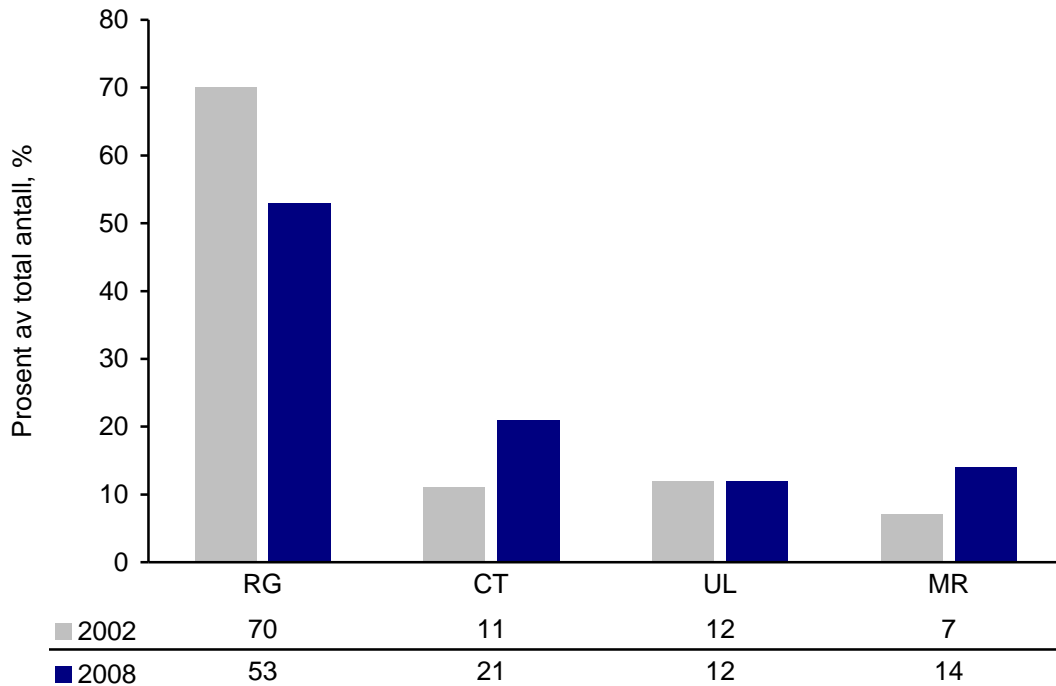
De 4 265 533 undersøkelsene kan sammenlignes med de 4 142 474 som ble utført i 2002. Den svake økning i totalt antall på 3 % må sees i lys av innbyggerantallet som under samme periode økte med 4,7 %. Antall radiologiske undersøkelser per innbygger ligger dermed ganske konstant på rundt 900 per 1000.

Figur 3.1 viser fordelingen i bruken av ulike modaliteter for årene 2002 og 2008, gitt som antall undersøkelser per 1000 innbyggere utført med henholdsvis røntgen (RG), CT, ultralyd (UL) og MR. En ser en stor endring i perioden; Bruken av konvensjonelle røntgenundersøkelser er redusert betraktelig, mens andelen undersøkelser der en bruker CT eller MR har økt betydelig. I løpet av de seks årene som skiller undersøkelsene er andelen CT og MR nærmest fordoblet. Andelen ultralydundersøkelser synes imidlertid uendret.



Figur 3.1. Antall undersøkelser per 1000 innbygger i 2002 og 2008.

Figur 3.2 viser bruken av ulike modaliteter angitt som andel av totalt antall undersøkelser i de to årene 2002 og 2008. Konvensjonelle røntgenundersøkelser utgjør nå kun drøyt 50 % av totalt antall undersøkelser. CT og MR utgjør 35 % av alle undersøkelser, mens tilsvarende tall for 2002 var bare 18 %.



Figur 3.2 Andelen undersøkelser som foretas med ulike modaliteter, prosent av total antall.

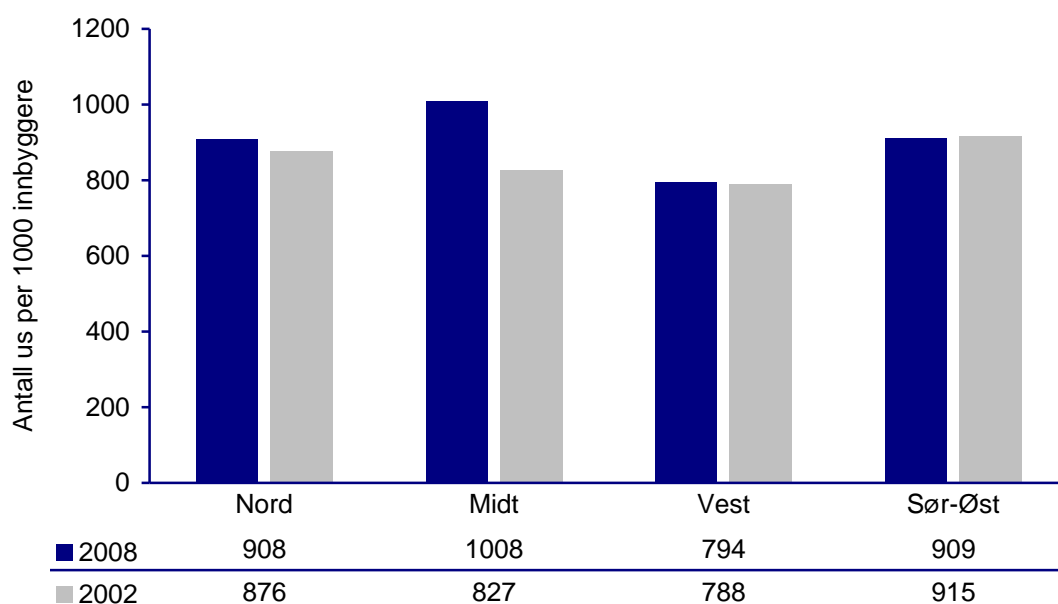
3.2 Regionvise forskjeller i bruken av radiologi totalt og per modalitet

Tabell 3.2 viser totalt antall undersøkelser i de ulike helseregionene fordelt på ulike modaliteter.

Tabell 3.2. Antall undersøkelser i de ulike helseregionene, sortert på modaliteter.

Region	RG	CT	UL	MR
NORD	241 129	76 425	45 448	56 334
MIDT	369 761	153 662	76 075	71 834
VEST	384 518	184 468	87 769	122 440
SØR-ØST	1 257 854	503 506	288 786	345 224

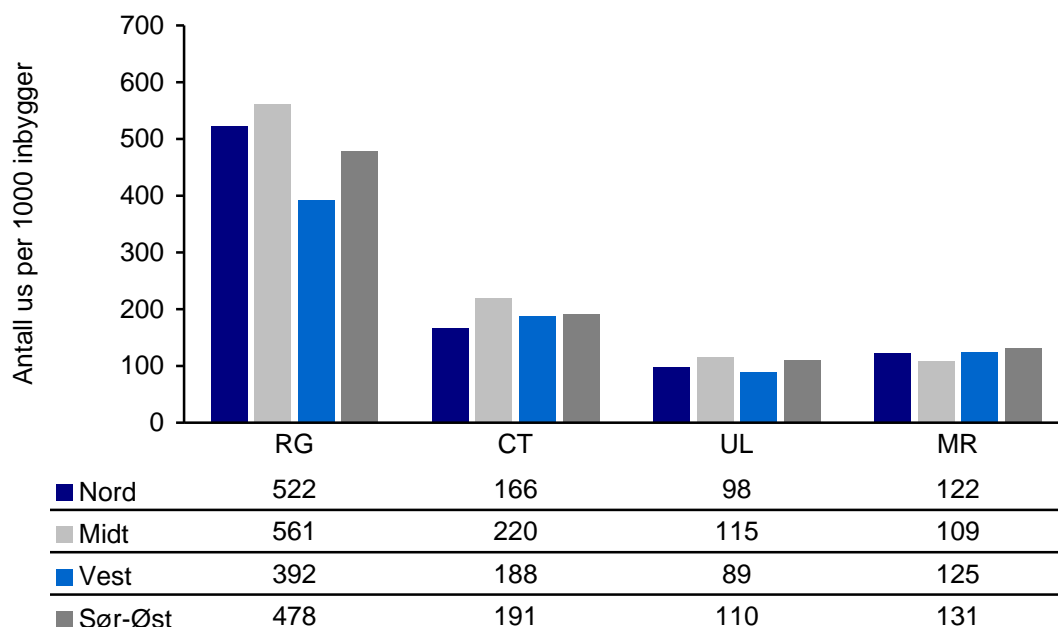
Den store forskjellene i antall undersøkelser mellom regionene forklares åpenbart av forskjellen i innbyggertall. I figur 3.3 er derfor antall undersøkelser normalisert mht antall innbyggere i de ulike regionene.



Figur 3.3. Antall undersøkelser per 1000 innbygger i ulike helseregioner.

Antall undersøkelser i de ulike regionene varierer moderat, med region Vest som noe lavere og region Midt som noe over gjennomsnittet. Kartleggingen viser at endringen fra 2002 til 2008 i de ulike regionene også er moderat. De største endringene kan ses for region Midt, der en kan observere en markant økning i undersøkelsesvolum de siste seks årene.

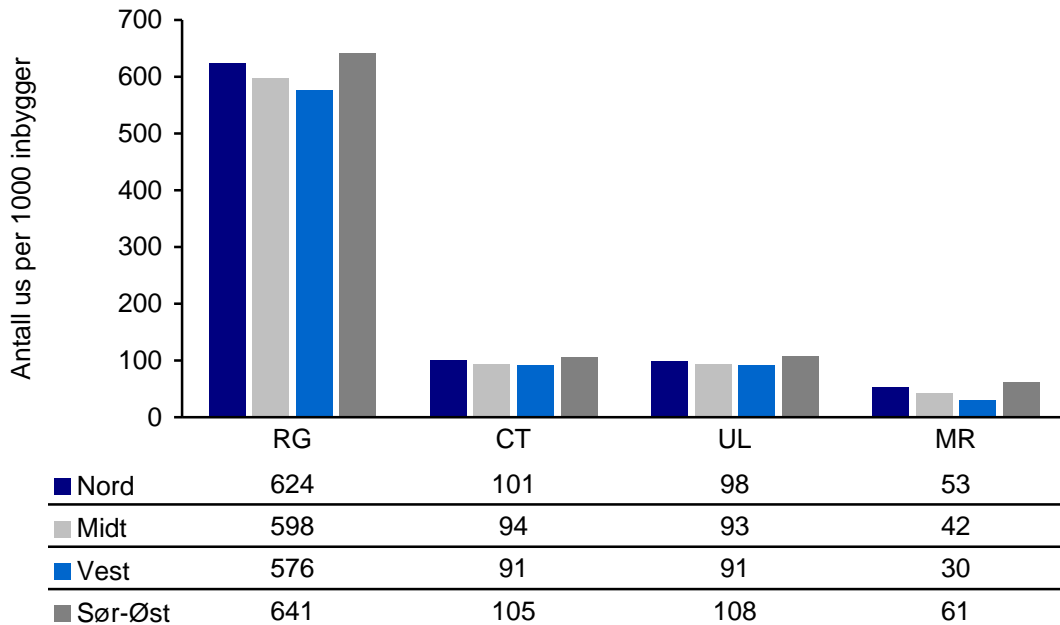
Valg av modaliteter varierer også noe mellom regionene, se figur 3.4, der alle verdier er normert for antall innbyggere i regionene.



Figur 3.4. Antall undersøkelser per innbygger i ulike regioner og modaliteter, 2008.

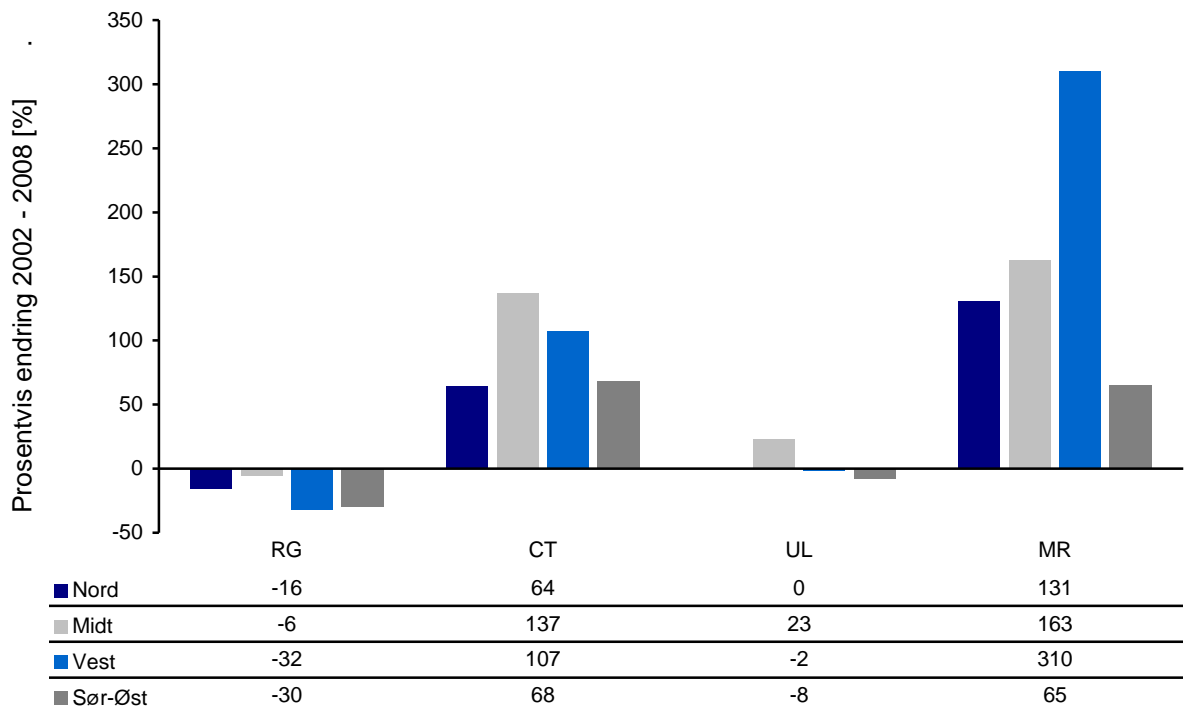
Regionen Vest synes å utføre færre konvensjonelle røntgenundersøkelser enn de andre regionene. Region Midt utfører flest undersøkelser med alle modaliteter unntatt MR.

I figur 3.5 vises tilsvarende tall for 2002. Ved en sammenlikning mellom 2002 og 2008 kan man se at forskjellen mellom regionene i bruken av RG, CT og UL har økt siden 2002, mens i bruken av MR er regionene blitt mer lik.



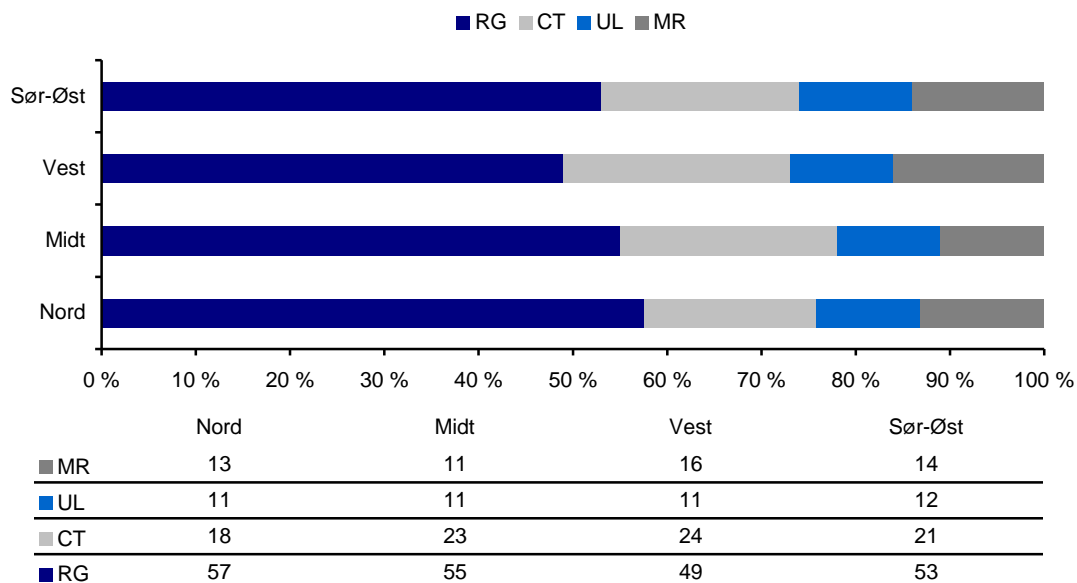
Figur 3.5. Antall undersøkelser per innbygger i ulike regioner og modaliteter, 2002.

Den prosentvise forandringen mellom 2002 og 2008 gis i figur 3.6. Den største endringen har vært i bruken av MR, etterfulgt av CT, mens bruken av de andre modalitetene ikke har endret seg så mye. Den klart største endringen er økningen i bruken av MR i region Vest og CT i region Midt.



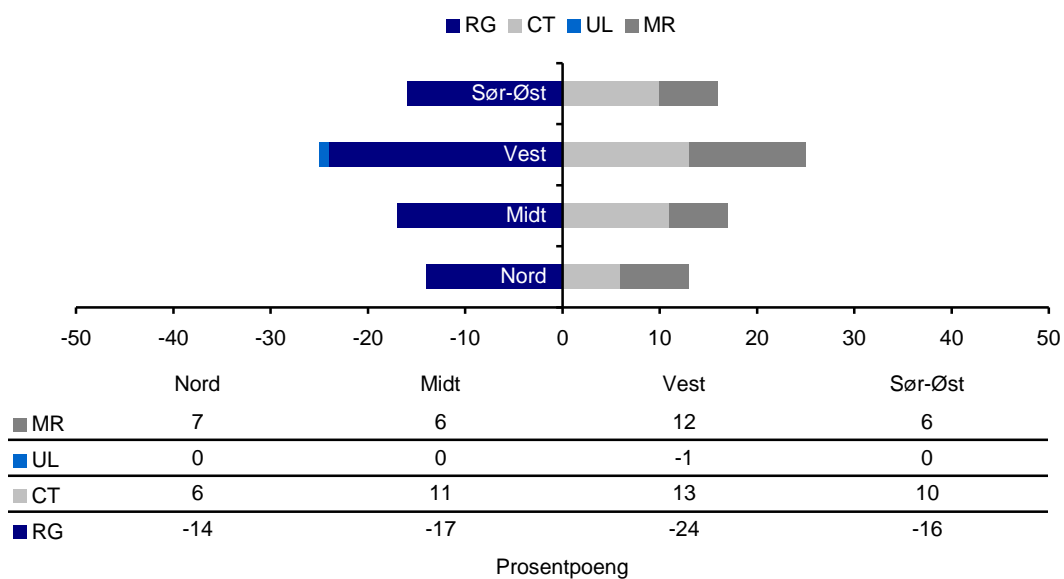
Figur 3.6. Prosentvis forandring i bruken av ulike modaliteter fra 2002 til 2008

Figur 3.7 viser den prosentvise fordelingen mellom de ulike modalitetene i ulike regioner i 2008. I region Vest utgjør CT og MR 40 % av det totale antallet undersøkelser, altså en større andel enn i noen annen region. Men i det store og hele er det ingen store forskjeller i bruksmønsteret.



Figur 3.7. Andelen av totalt antall undersøkelser utført med ulike modaliteter i 2008 i respektive regioner.

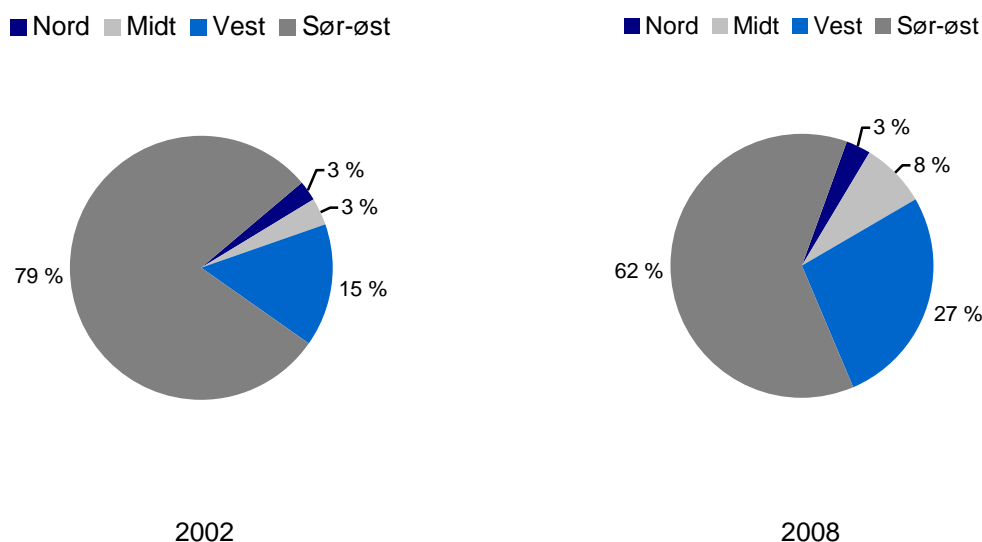
Den prosentvise regionvise endringen i valg av modaliteter fra 2002 til 2008 er vist i figur 3.8. Fordelingen mellom ulike modaliteter skiller ikke mye mellom ulike regioner. Endringen i bruksmønsteret mot en økt bruk av CT og MR kan ses i hele landet.



Figur 3.8. Forandring i prosentpoeng fra 2002 til 2008 i de ulike regionene.

3.3 Forskjeller i bruken av radiologi mellom offentlig og privat sektor

Det utføres totalt 961 646 radiologiske undersøkelser i privat regi, altså 23 % av alle undersøkelser som inngår i kartleggingen. Disse utføres i stor utstrekning i region Sør-Øst og i region Vest, se figur 3.9. I disse to regionene ble det i 2008 gjort totalt 860 000 undersøkelser i privat regi. I figur 3.9 finnes også til sammenligning tall fra 2002.



Figur 3.9. Andelen av totalt antall radiologiske undersøkelser i de ulike regionene som ble utført ved private virksomheter i 2002 og 2008.

I region Nord og Midt er endringen moderat, mens det i region Vest blir gjort en økende andel radiologiske undersøkelser i private virksomheter. En ser også at økningen ved private virksomheter i region Vest balanseres av en reduksjon i offentlige virksomheter. I region Sør-Øst kan forandringen tilsvarende forklares ved at de private virksomhetene har redusert sin produksjon.

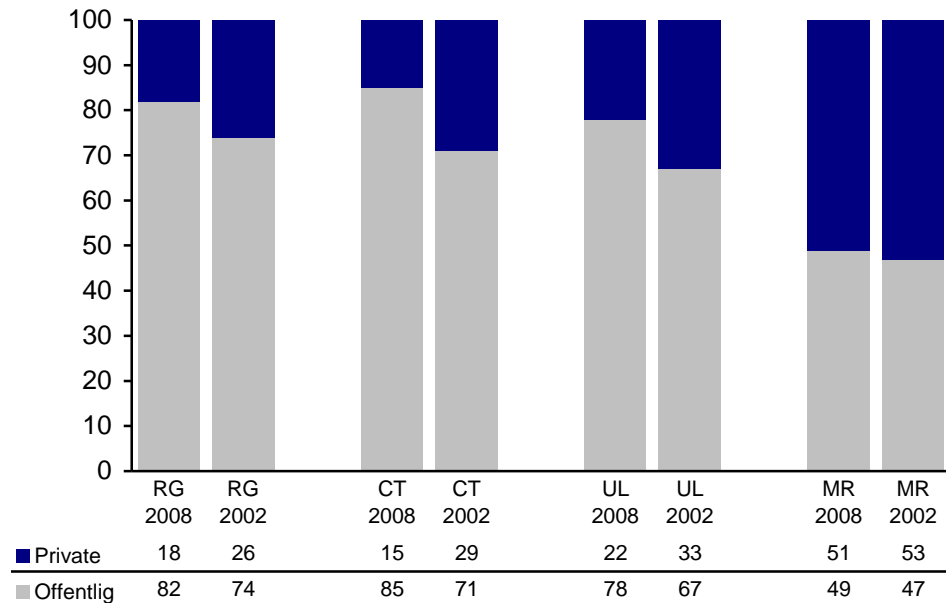
Tabell 3.3 viser antall undersøkelser normert til innbyggerantall fordelt i offentlig og privat sektor. En kan se at den minste andel undersøkelser i privat regi gjøres i region Nord, mens man i region Sør-Øst og Vest utfører en betydelig andel av radiologiske undersøkelser innen privat virksomhet.

Tabell 3.3. Antall undersøkelser per 1000 innbyggere utført i offentlig og privat virksomhet i ulike helseregioner i 2008. Prosent av undersøkelser i privat sektor angis også.

Region	Offentlig virksomheter	Private virksomheter	Prosent private %
NORD	852	56	6
MIDT	892	114	11
VEST	527	267	34
SØR-ØST	683	227	25
Hele landet	698	203	23

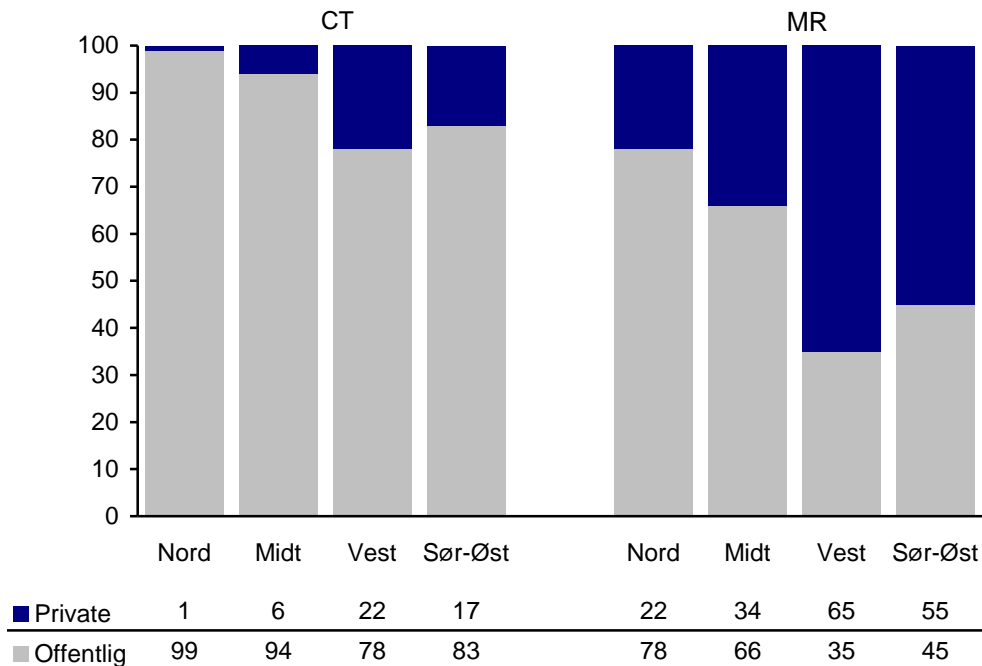
Antall undersøkelser per innbygger har økt noe i offentlig virksomheten og har i samme grad avtatt i private virksomheter. Totalt sett er følgelig antall undersøkelser per innbygger omtrent konstant over de siste seks årene.

Figur 3.10 viser bruken av røntgen, CT, ultralyd og MR i privat og offentlig sektor i 2002 og 2008. En noe redusert andel av RG, CT og UL undersøkelsene gjøres i privat virksomhet i 2008 sammenlignet med 2002, mens MR undersøkelsene utføres i samme grad i privat regi.



Figur 3.10. Andel av undersøkelser som utføres med ulike modaliteter i offentlig og privat regi i 2002 og 2008.

Andel CT og MR undersøkelser utført i private og offentlige virksomheter i de ulike regionene er vist i figur 3.11. Det er en stor forskjell i bruksmønstre mellom regionene. Disse forskjellene kan også ses i kartleggingen fra 2002.



Figur 3.11. Andel av CT og MR undersøkelser som gjøres i de ulike regionene i offentlig og privat virksomhet.

4 Omfang av røntgenbaserte undersøkelser av betydning for befolkningsdosen

4.1 Utvalg av de viktigste røntgenbaserte undersøkelsene

Undersøkelsene listet opp i tabell 4.1 inngår i beregningene av samlet befolkningsdose i 2008. De utgjør altså ikke nødvendigvis de mest vanlige undersøkelsene, men utvalgte undersøkelser som er av spesiell betydning for befolkningsdosen. I tabellen vises totalt antall undersøkelser, relative andel av utvalget, og undersøkelsesfrekvens (normert til innbygger antall).

Tabell 4.1. Antall røntgenbaserte undersøkelser (RG og CT) av betydning for samlet befolkningsdose sortert etter fallende frekvensandel av summen.

Undersøkelse	Antall	Andel av utvalg %	Antall per 1000 inn.
THORAX	690 310	31	143,8
MAMMOGRAFI	340 701	15	71
BEKKEN OG HOFTE	281 308	13	58,6
CT HODE	170 793	7,7	35,6
CT ABDOMEN	169 158	7,6	35,2
CT BEKKEN	117 742	5,3	24,5
CT THORAX	116 731	5,2	24,3
LUMBO-SACRALCOLUMNA	98 721	4,4	20,6
CERVICALCOLUMNA	47 343	2,1	9,9
ABDOMEN	45 126	2	9,4
CT HALS	34 784	1,6	7,2
ÅRER/KAR THORAX, KORONARARTERIER	30 000	1,3	6,3
THORACALCOLUMNA	27 290	1,2	5,7
CT COLUMNA	22 803	1	4,8
KORONAR-ARTERIER, PTCA	12 000	0,5	2,5
UROGRAFI	5 920	0,3	1,2
TYNNTARM	5 772	0,3	1,2
TYKKTARM	5 517	0,2	1,1
VENTRIKSEL OG DUODEUM	3 511	0,2	0,7
Totalt	2 225 530	100	

Disse undersøkelsene utgjør 70 % av alle røntgenbaserte undersøkelser som inngår i kartleggingen for 2008. Tabellens CT undersøkelser utgjør også 70 % av totalt antall CT som inngår i kartleggingen. De tre mest frekvente undersøkelsene i tabellen utgjør ca 60 % av det totale antallet for dette utvalget av undersøkelser. CT undersøkelsene står for knapt 30 % av undersøkelsene i utvalget. Årlig frekvens av de ulike undersøkelsene varierer fra nesten 700 000 til bare 3 500. Det er altså store forskjeller i frekvens for de undersøkelsene som bidrar mest til befolkningsdoser.

4.2 Regionsvise forskjeller i bruken av røntgen

Frekvensen av de viktige røntgenbaserte undersøkelsene er sammenlignet regionvis i tabell 4.2. Det er altså kun utvalgte undersøkelser som er studert, og spørsmålsstillingen er om det finnes regionvise forskjeller i bruken av disse undersøkelsene. En kan sammenligne regionale frekvenser med middelveiden i frekvens for alle regioner. De regionene som oppnår et tall mindre enn 1 utfører altså et mindre antall røntgenbaserte undersøkelser sammenlignet med de andre helseregionene. På samme måte vil en verdi på mer enn 1 bety at det utføres flere røntgenbaserte undersøkelser i respektive region. For å gjøre det enklere og få et bedre overblikk vises kun tall som skiller seg ut mer enn 0,2 fra gjennomsnittet i de fire regionene.

Tabell 4.2. Undersøkelser normert mot gjennomsnittet for de fire regionene og undersøkelsesfrekvens i regionen. Tall mindre enn 0,2 tas ikke med i tabellen.

	Nord	Midt	Vest	Sør/Øst
THORAX	—	—	—	—
CERVICAL COLUMNNA	—	—	—	—
THORACAL COLUMNNA	1,2	—	—	0,8
LUMBAL COLUMNNA	—	—	—	—
ABDOMEN	—	—	—	—
BEKKEN OG HOFTE	1,2	—	—	—
VENTRIKKEL	1,2	—	—	—
TYKKTARM	1,3	—	—	0,8
TYNNTARM	1,3	0,8	0,8	—
UROGRAFI	1,2	1,3	0,8	0,6
CT HODE	—	—	1,2	—
CT HALS	—	0,8	—	1,2
CT THORAX	—	—	0,8	—
CT COLUMNNA	—	—	1,5	0,8
CT ABDOMEN	—	—	—	—
CT BEKKEN	0,8	1,2	—	—

For en rekke undersøkelser er regionene svært like i bruksmønsteret; De konvensjonelle røntgenundersøkelsene av thorax, cervical columnna, lumbal columnna og abdomen utføres med nesten samme relative frekvens. Den nordlige regionen ser behov for å utføre mer konvensjonelle undersøkelser av thoracal columnna, bekken og hofte, ventrikkel, tykktarm, tynntarm og urografi. For undersøkelse av urinveiene synes det å være forskjell mellom de to nordlige regionene og de to sørlige, der de sørlige utfører et langt færre antall. Andre betydelige forskjeller er bruken av CT columnna der region Vest utfører betydelig flere undersøkelser, og region Sør-Øst et betydelig mindre antall sammenlignet med de andre regionene. En ser også en forskjell i bruken av CT bekken mellom region nord (mindre) og Midt (mer).

En sammenligning mellom resultatene fra 2002 og denne kartleggingen er presentert i tabell 4.3, gitt som prosentvise forskjeller mellom relativ frekvens for 2002 og 2008

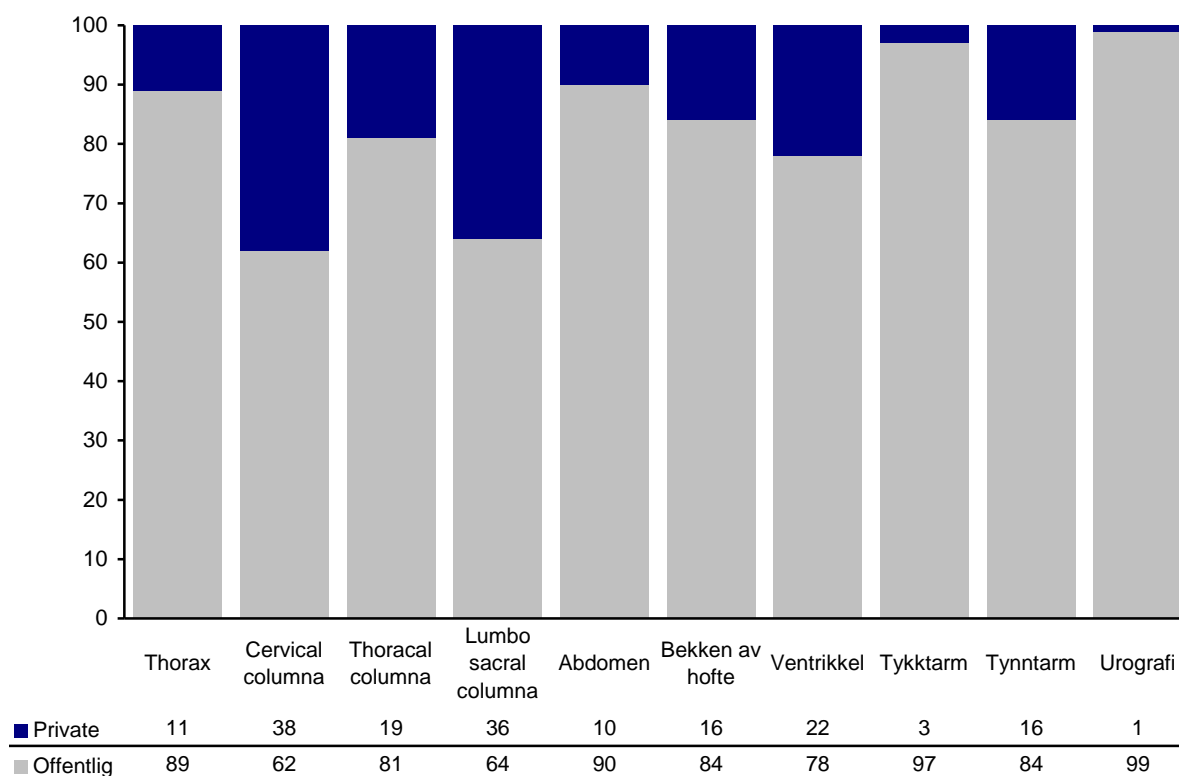
Tabell 4.3. Prosentvis forandring i undersøkelser av ulike typer fra 2002 – 2008. For å tydeliggjøre de største forskjellene, er forandringer mindre enn eller større enn 25 % ikke vist.

	Nord	Midt	Vest	Sør/Øst	Landsgjennomsnitt
THORAX	—	—	-30	—	—
CERVICALCOLUMNA	-40	—	-65	-55	-50
THORACALCOLUMNA	-75	—	-45	-40	-35
LUMBALCOLUMNA	—	—	-45	-35	-35
ABDOMEN	—	—	—	—	—
BEKKEN OG HOFTE	—	—	-40	-30	—
VENTRIKKEL	-35	—	-55	-75	-70
TYKKTARM	-70	-75	-80	-85	-80
TYNNTARM	-35	-40	-55	-35	-40
UROGRAFI	-80	-75	-90	-90	-90
CT HODE	—	—	—	—	—
CT HALS	410	345	160	215	235
CT THORAX	125	225	50	120	120
CT COLUMNA	-50	-60	-60	-75	-70
CT ABDOMEN	90	145	120	110	115
CT BEKKEN	75	210	95	110	115

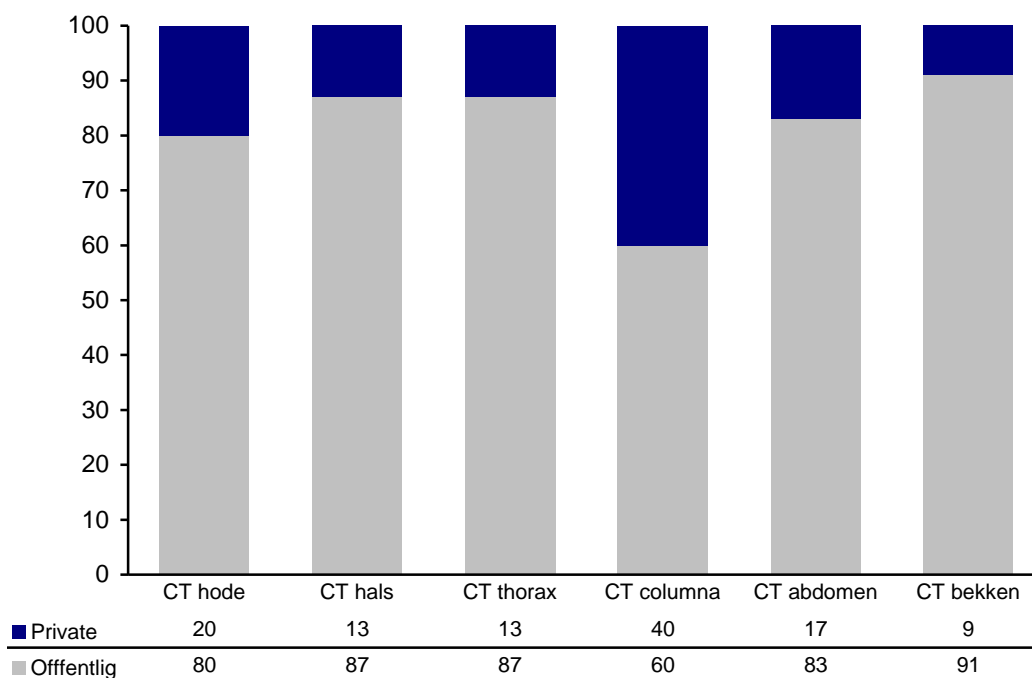
Frekvensen av konvensjonelle røntgenundersøkelser avtar stort sett i alle regioner mens CT undersøkelsene øker. To unntak er CT columna som reduseres i samtlige regioner og CT hode som er relativt stabil. En ser en tendens til at konvensjonelle røntgenundersøkelser reduseres mindre i region Nord og Midt sammenlignet med de to andre regionene.

Tilsvarende kan en få fram tall på hvilke typer av undersøkelser som utføres i privat og offentlig regi. Figur 4.1 viser at 18 % av alle konvensjonelle røntgenundersøkelser gjøres ved privat virksomheter. I forhold til denne andelen kan man se at de private utfører uvanlig mange undersøkelser av cervical columna og lumbosacral columna, men nesten ingen urografi og tykktarms undersøkelser.

Figur 4. 2 viser at 15 % av alle CT undersøkelser gjøres i privat regi. I forhold til den andelen kan man også se at det utføres uvanlig mange CT undersøkelser av columna ved de private virksomhetene.



Figur 4.1. Andelen konvensjonelle undersøkelser som utføres i privat og offentlig virksomhet.



Figur 4.2. Andelen CT undersøkelser som utføres i privat og offentlig virksomhet for ulike typer av undersøkelser.

5 Befolkningsdose fra radiologiske undersøkelser

5.1 Endringer i dose per undersøkelse

Estimert effektiv dose per undersøkelse for de undersøkelser som inngår i beregning av befolkningsdosen er presentert i tabell 5.1, med endringer i doseverdier siden siste kartlegging.

Tabell 5.1. Estimert effektiv dose for år 2008 og 2002, absolutte endringen angis.

Modalitet	Undersøkelse	Effektiv dose	Effektiv dose	Absolutte
		mSv	mSv	endringen mSv
		2002	2008	2002-2008
RG	THORAX	0,1	0,07	-0,03
RG	CERVICALCOLUMNA	0,2	0,07	-0,13
RG	THORACALCOLUMNA	0,7	0,49	-0,21
RG	LUMBO-SACRALCOLUMNA	1,4	1,4	–
RG	MAMMOGRAFI	0,1	0,15	0,05
RG	ABDOMEN	3,6	1,2	-2,4
RG	BEKKEN OG HOFTE	0,6	0,4	-0,2
RG	VENTRIKKEL OG DUODEUM	5,1	5,2	+0,1
RG	TYKKTARM	12,5	7,3	-5,2
RG	TYNNTARM	2,2	4,8	+2,6
RG	UROGRAFI	3,8	2,4	-1,4
RG	ÅRER/KAR I THORAX, KORONARARTERIER	9,4	7,6	-1,8
RG	KRONARARTERIER, PTCA	9,9	17	+7,1
CT	HODE	1,8	1,5	-0,3
CT	HALS	3,4	2,6	-0,8
CT	THORAX	11,5	4,7	-6,8
CT	COLUMNA	4,3	5,6	+1,3
CT	ABDOMEN	12,6	10	-2,6
CT	BEKKEN	9,3	7,3	-2

Dosedataene angitt for 2008 er samlet inn mellom 2006 og 2009 og anses å være representative for utstyr og prosedyrer i Norge i dag [13]. Dosedataene angitt for 2002 ble i realiteten samlet inn fra målinger på 80- og 90-tallet, men er de sist publiserte i Norge inntil nå [2]. En ser av materialet at enkel røntgenfotografering generelt gir lavere doser i dag enn tidligere, mens en med mer komplekse gjennomlysningsundersøkelser og angiografi har eksempler på både reduserte og økte doser. Det er også verd å merke seg at CT undersøkelser i dag generelt gir noe lavere stråledoser enn på 90-tallet, med unntak av CT columna. Endringer i doser over tid kan forklares både ved teknologiske fremskritt og endringer i lokale prosedyrer. En skal imidlertid huske at det under slike gjennomsnittsverdier skjuler seg store forskjeller mellom utstyr, sykehus og ulike røntgenlaboratorier.

5.2 Befolkningsdose fra utvalget av røntgenbaserte undersøkelser

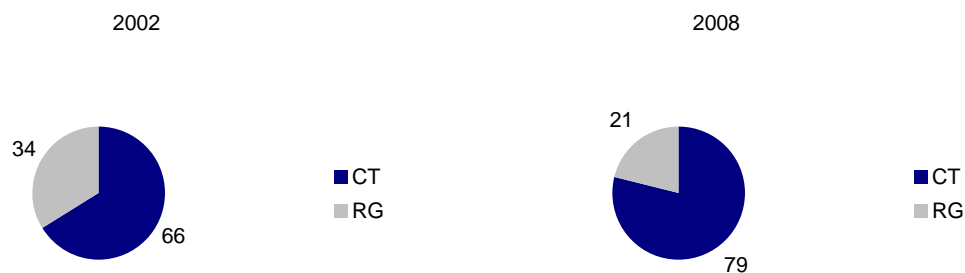
Antall undersøkelser fra tabell 4.1 brukes i kombinasjon med verdiene for stråledose i tabell 5.1 til beregning av befolkningsdose. Tabell 5.2 viser bidrag til befolkningsdose fra utvalget av undersøkelser i 2008 sammenlignet med 2002. Vi ser ingen store endringer i befolkningsdose samlet sett fra disse undersøkelsene; Forskjeller ligger innenfor usikkerheten i metoden.

Tabell 5.2. Bidraget till befolkningsdose for undersøkelsene for 2002 og 2008, og absolutt endring mellom åren.

Modalitet	Undersøkelse	Befolkningsdose	Befolkningsdose	Forandring
		manSv	manSv	
		2002	2008	
RG	THORAX	73	50	-23
RG	CERVICALCOLUMNA	19	3,3	-16
RG	THORACALCOLUMNA	28	14	-14
RG	LUMBO-SACRALCOLUMNA	225	134	-91
RG	MAMMOGRAFI	35	41	+6
RG	ABDOMEN	166	56	-110
RG	BEKKEN OG HOFTE	205	116	-89
RG	VENTRIKKEL OG DUODEUM	55	18	-37
RG	TYKKTARM	353	40	-313
RG	TYNNTARM	18	28	+10
RG	UROGRAFI	94	14	-80
RG	ÅRER/KAR I THORAX, KORONARARTERIER	165	228	+63
RG	KRONARTERIER, PTCA	25	202	+177
CT	HODE	331	262	-69
CT	HALS	36	90	+54
CT	THORAX	571	554	-17
CT	COLUMNA	331	128	-203
CT	ABDOMEN	1024	1687	+663
CT	BEKKEN	484	858	+374
Totalt		4238	4475	+237

Endringer i befolkningsdose for de enkelte undersøkelsene vil ha en sammensatt forklaring. Det kan være økende eller minkende undersøkelsesfrekvens, i kombinasjon med økende eller minkende pasient dose. Vi merker oss spesielt at koronarintervensjoner viser en økning tilsvarende en faktor syv i befolkningsdose fra 2002 til 2008. Denne økningen antar vi ikke er reell, men forklares ved en underestimert av antall prosedyrer under kartleggingen i 2002.

Figur 5.1 viser bidraget fra vanlig røntgen og CT til samlet befolkningsdose i denne undersøkelsen sammenlignet med 2002 [2]. Bidraget fra CT mellom de to kartleggingene har øket fra ca 65 % til 80 %.



Figur 5.1. Bidraget fra vanlig røntgen og CT til samlet befolkningsdose i 2002 og 2008.

5.3 Vurdering av usikkerheter i befolkningsdosen

Tabell 5.3 viser estimert usikkerhet i anslaget over undersøkelsesfrekvens og effektiv dose for utvalget av røntgenbaserte undersøkelser, sammen med beregnet usikkerhet i befolkningsdosen i henhold til en metode beskrevet i RP154 [11]. Den totale usikkerheten i befolkningsdosen fra utvalget av undersøkelser er estimert til 15 %.

Tabell 5.3. Usikkerhetsanalyse for befolkningsdose.

Modalitet	Undersøkelse	Usikkerhet %	Usikkerhet %	Usikkerhet %
		Frekvens	Effektiv dose	Befolkningsdose
RG	THORAX	2,5	14	14
RG	CERVICALCOLUMNA	2,5	35	35
RG	THORACALCOLUMNA	2,5	51	51
RG	LUMBO-SACRALCOLUMNA	2,5	27	27
RG	MAMMOGRAFI	5,0	10	11
RG	ABDOMEN	2,5	27	27
RG	BEKKEN OG HOFTE	5,0	14	5
RG	VENTRIKKEL OG DUODEUM	2,5	51	51
RG	TYKKTARM	2,5	27	27
RG	TYNNTARM	2,5	51	51
RG	UROGRAFI	2,5	51	51
RG	ÅRER/KAR I THORAX, KORONARARTERIER	20	27	34
RG	KRONARARTERIER, PTCA	20	27	102
CT	HODE	2,5	27	27
CT	HALS	2,5	27	27
CT	THORAX	2,5	27	27
CT	COLUMNA	2,5	27	27
CT	ABDOMEN	2,5	27	27
CT	BEKKEN	2,5	51	51
	Total usikkerhet, %			15

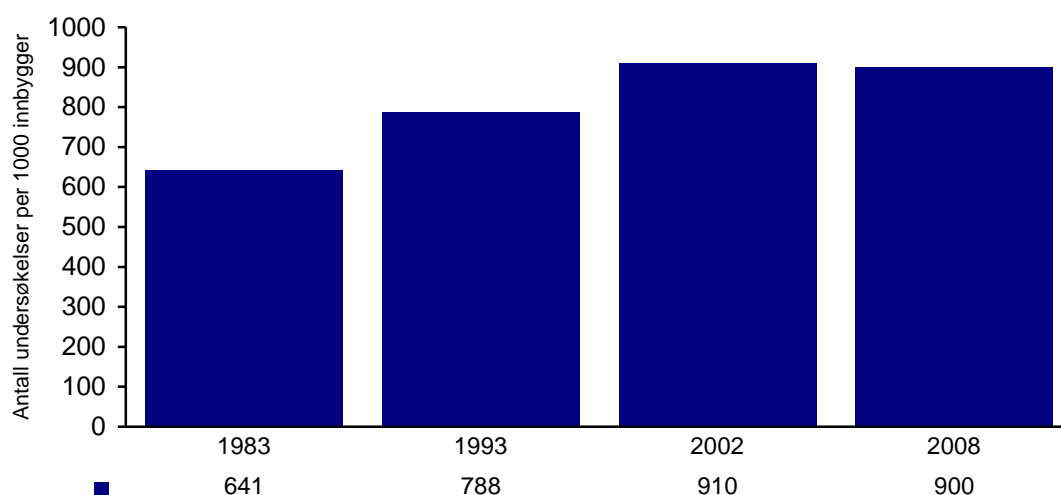
5.4 Befolkningsdose fra all røntgenbasert radiologi

Befolkningsdosen i 2008 ble altså beregnet til 4475 manSv fra utvalget av røntgenbaserte undersøkelser. Om en legger til grunn at utvalget av undersøkelser fremdeles utgjør 90% av samlet befolkningsdose fra all røntgenbruk som det gjorde i 2002, kan en anslå samlet befolkningsdose til omkring 1,1 mSv per innbygger i 2008. Befolkningsdosen fra medisinske eksponeringer antas altså å være nær uendret de siste seks årene.

6 Sammenligning over tid og med andre land

6.1 Trender i Norge og Europa

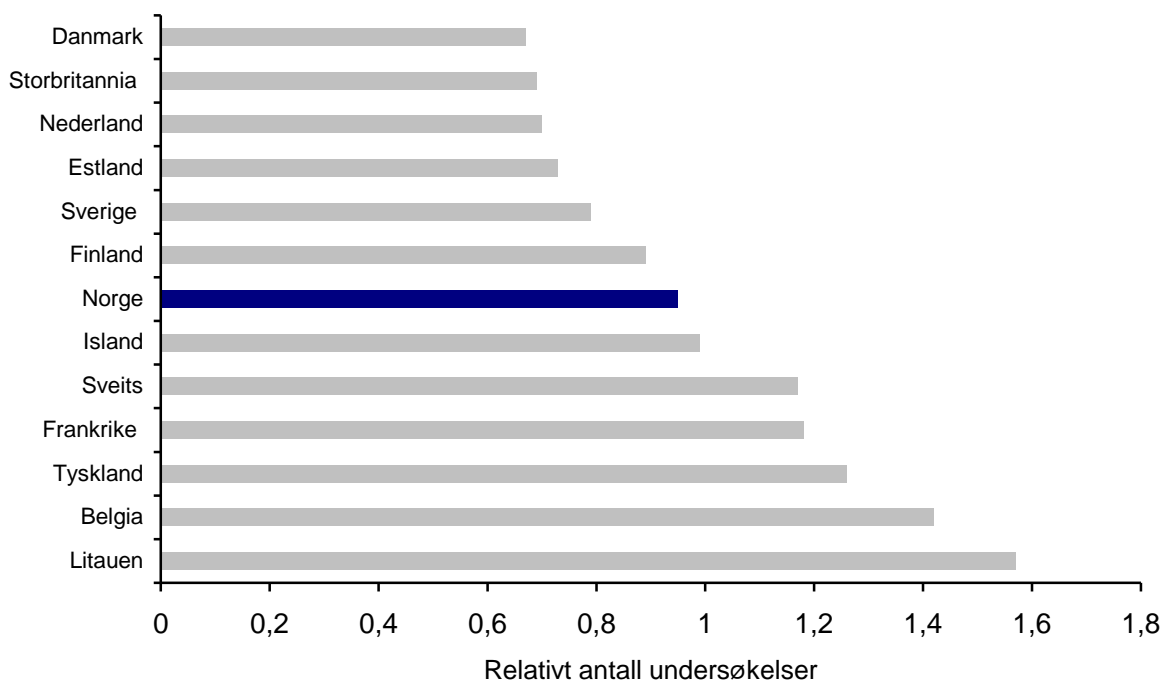
Strålevernet har gjort lignende kartlegginger etter tilsvarende metode med ulike intervaller siden 80-tallet [8, 9]. Figur 6.1 viser resultater og trender i total frekvens av radiologiske undersøkelser. En ser at frekvensen har hatt en jevn økning fram til år 2002, men at den nå ser ut til å flate ut.



Figur 6.1. Utviklingen over tid i totalt antall radiologiske undersøkelser normalisert til per 1000 innbyggere i årene 1983, 1993, 2002 og 2008.

Figur 6.2 viser til sammenligning relativt antall undersøkelser i noen Europeiske land i 2008, der alle tall er normert til gjennomsnittet for alle landene som er inkludert i studien [16]. En ser da at i Europeisk sammenheng, ligger røntgenforbruket i Norge relativt moderat.

Endringen i undersøkelsesfrekvens for den samme gruppen av røntgenbaserte undersøkelser mellom årene 2002 og 2008 er presentert i tabell 6.1. For de fleste land er ikke forandringen stor, som regel en forskjell mindre enn 15 % mellom 2002 og 2008. Slike makroskopiske tall har en viss verdi for å diskutere utviklingen av europeisk radiologi med henblikk på samlet stråledose til befolkningen, men uten informasjon om bruken av MR og ultralyd har tallene begrenset verdi for mer overordnede betraktninger.

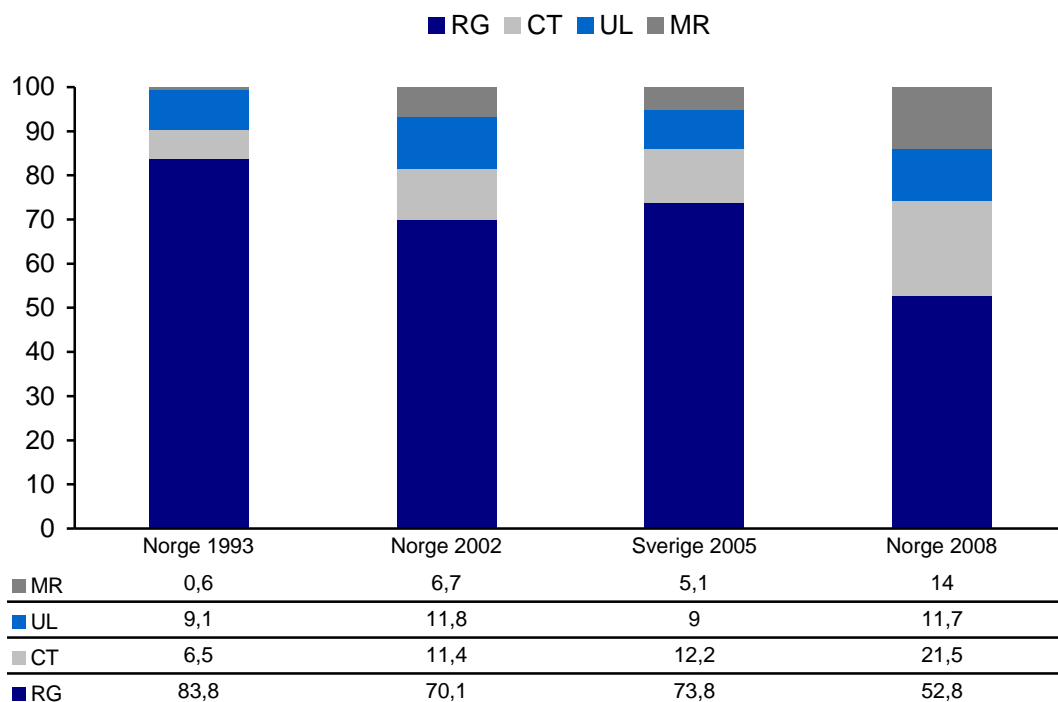


Figur 6.2. Relativt antall undersøkelser per 1000 innbyggere for et utvalg av Europeiske land.

Tabell 6.1. Endring i antall undersøkelser [13].

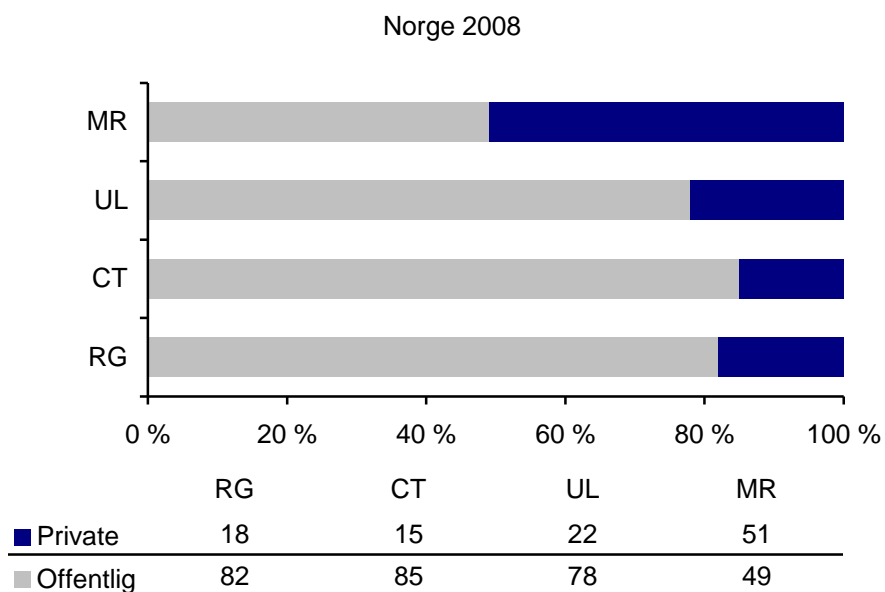
Land	Endring 2002 – 2008 %
SVEITS	28
DANMARK	17
FRANKRIKE	14
STORBRITANNIA	10
SVERIGE	8
NEDERLAND	2
NORGE	-9
BELGIA	-13
TYSKLAND	-15
Gjennomsnitt Europa	+1

I Norge og Sverige har man imidlertid fulgt utviklingen av hele radiologien gjennom mange år. Figur 6.3 viser fordelingen i undersøkelsesfrekvens for ulike modaliteter i årene 1993, 2002 og 2008 i Norge med tall fra Sverige for 2005 [16]. En ser tydelig at andelen CT og MR undersøkelser stadig får økende betydning. En ser også at andel MR undersøkelser er mye større i Norge sammenlignet med Sverige.

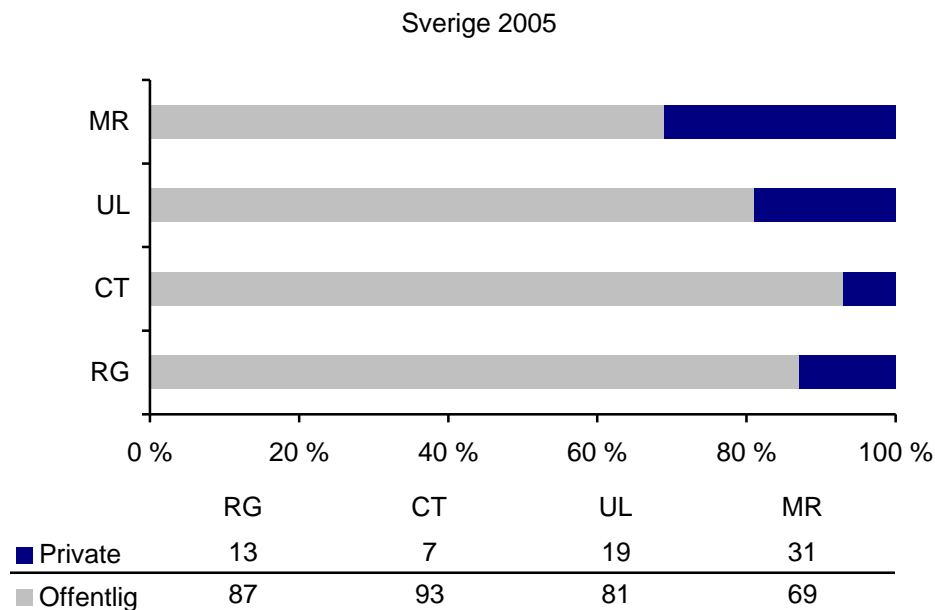


Figur 6.3. Utviklingen i bruken av radiologiske modaliteter i Norge over tid, inkludert er også tall fra Sverige for 2005.

Fordelingen mellom offentlige og private virksomheter i bruk og valg av de ulike radiologiske modalitetene er presentert i figur 6.4 og 6.5 for Norge og Sverige, og en kan se at resultatene er sammenlignbare. En stor andel MR undersøkelser gjøres i private foretak, mens en relativt liten andel av CT undersøkelsene gjøres i disse virksomhetene.



Figur 6.4. Bruk av radiologiske modaliteter i privat og offentlig regi i Norge anno 2008



Figur 6.5. Bruk av radiologiske modaliteter i privat og offentlig regi i Sverige anno 2005 [16]

6.2 Forskjeller i bruksmønster mellom Norge og andre europeiske land

Det er i alle tidligere studier vist en betydelig variasjon i bruken av radiologi i Europa, tilsvarende ble påvist i en nylig publisert sammenligning [13]. I tabell 6.2 angis antall undersøkelser per 1000 innbyggere i Norge relativt til middelverdien for de andre landene. Ett tall større enn 1 betyr altså at Norge gjør flere undersøkelser per innbygger enn gjennomsnittet i Europa.

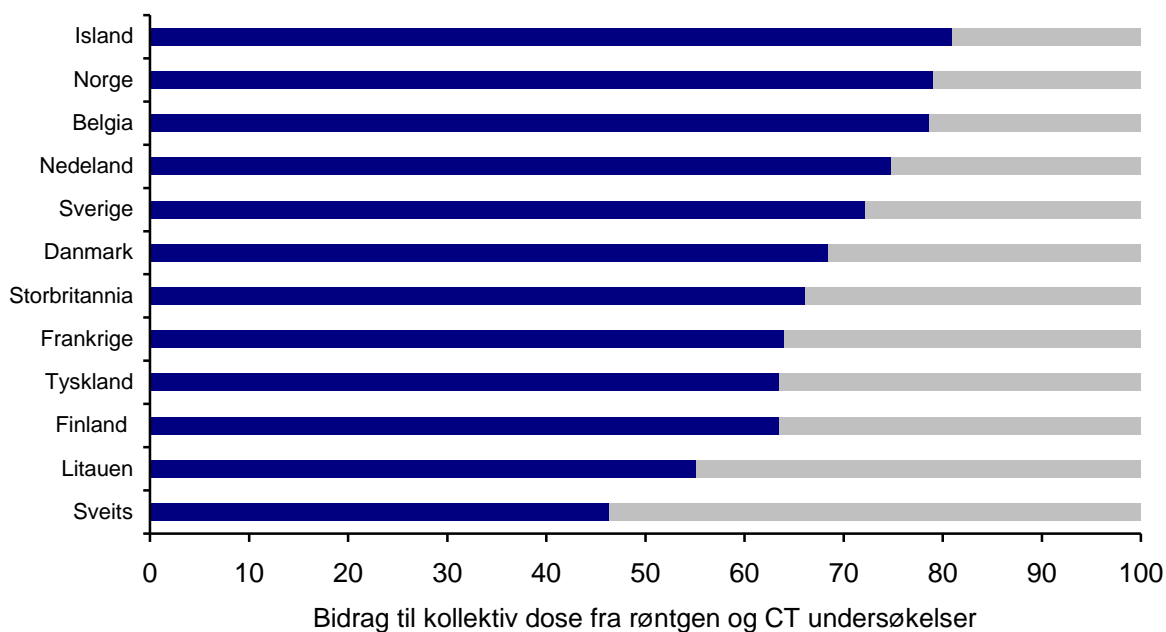
En ser at Norge utfører betydelig færre konvensjonelle røntgenundersøkelser enn andre land i Europa. På den andre siden gjøres flere undersøkelser og intervensjoner av hjerte i Norge enn ellers i Europa. Norge gjør også flere CT undersøkelser av alle typer med unntak av CT columna enn andre europeiske land. Det store avviket for CT bekken kan imidlertid skyldes en avvikende definisjon av CT bekken mellom Norge og andre Europeiske land.

I figur 6.6 angis hvor mye konvensjonelle undersøkelser bidrar til befolkningsdosen relativt til CT i Europa. En ser at bidraget fra CT undersøkelser varierer fra 45 till 80 % mellom ulike land. Tallet gjenspeiler naturligvis tilgangen på CT i ulike land. Den høye bruksfrekvensen for CT i Norge gjør også Norge er ett av de landene i Europa der CT undersøkelser bidrar aller mest til befolkningsdose.

Tabell 6.2. Relativ frekvens av ulike undersøkelser, sammenligning med Europeiske data.

Undersøkelse	Relativt Europeisk verdi
CT Bekken	4,9
CT Abdomen	1,5
CT Thorax	1,3
Årer/kar thorax, koronararterier	1,3
Koronar-arterier, PTCA	1,3
Mammografi	1,2
CT Hode	1,1
Bekken og hofte	1,1
CT Hals	1
Ventrikkel og duodeum	0,9
Thorax	0,8
Cervicalcolumna	0,6
Lumbo-sacralcolumna	0,6
Urografi	0,6
Tynntarm	0,6
Thoracalcolumna	0,6
Tykkertarm	0,6
CT Columna	0,5
Abdomen	0,4

■ CT ■ RG



Figur 6.6. Relative bidraget til befolkningsdose fra røntgen respektive CT.

7 Tolkning av resultatene fra kartleggingen

7.1 Ingen store endringer i volum og befolkningsdose i Norge eller Europa

Man ser ingen stor forandring av det samlede volumet av radiologiske undersøkelser i Norge siden den siste kartleggingen i 2002. Antall undersøkelser utgjør fremdeles omkring 900 undersøkelser per 1000 innbygger. Dette resulterer i en gjennomsnittlig stråledose på omkring 1,1 mSv per innbygger, hvorav CT utgjør hele 80 %.

I et Nordisk perspektiv utfører Norge fortsatt det høyeste antall undersøkelser per innbygger, cirka 25 % høyere sammenlignet med Danmark som er det landet i Norden som ligger lavest. Sammenlignet med andre vesteuropeiske land ligger Norge imidlertid nær den europeiske gjennomsnittet med hensyn til antall undersøkelser. Sammenlignet med USA der gjennomsnittsdosen per innbygger nå overskrider 3 mSv, ligger alle Europeiske land lavt. Den kraftige økningen i USA kommer av økt bruk av CT og spesielle nukleær medisinske prosedyrer. Det vil bli interessant å følge utviklingen over tid i Europa, og se om den samme tendensen vil observeres her i fremtiden.

Det er viktig å huske på at disse undersøkelsene ikke er jevnt fordelt over befolkningen. Noen pasienter undersøkes et stort antall ganger over en periode, mens andre personer aldri har vært til en røntgenundersøkelse. Det ville være interessant å kartlegge disse forskjellene mer detaljert, for eksempel akkumulert dose over tid for ulike pasientgrupper. Man vet at unge mennesker er mer følsomme for stråling, derfor kan det være interessant at studere pasientenes alder for ulike undersøkelser. Slike kartlegginger krever imidlertid en helt annen studiemetode og forskningsetisk klarering.

7.2 Endringer i undersøkelsesmønster

Kartleggingen gir en klar indikasjon på en fortsatt stor forandring i valg og bruk av radiologiske modaliteter. Man ser en stadig markant økende bruk av CT og MR i hele landet. De konvensjonelle røntgenundersøkelsene er imidlertid vesentlig redusert, mest i de to sørligste helseregionene. I de to nordligste helseregionene minsker ikke de konvensjonelle røntgenundersøkingene så raskt. I de to nordlige regionene finns et noe høyere forbruk av vanlige røntgenundersøkelser. Til en viss grad kan man anta at de konvensjonelle røntgenundersøkelsene er erstattet av CT og MR.

Hvis man sammenligner kartleggingene i 2002 og 2008, synes det å være en noe økende forskjell mellom de ulike helseregionene i valg og bruk av radiologiske modaliteter. Forskjellene i bruken av CT og MR ville være interessant å studere videre for å forklare disse forskjellene.

Man bør også merke seg endringene i bruksmønsteret for spesifikke radiologiske undersøkelser. En ser en trend til økning for samtlige CT-undersøkelser, unntatt CT av hode som har flatet seg ut etter 2002. Kartleggingen trekker også oppmerksomhet mot undersøkelser av ryggraden. Det råder en tilsynelatende stor forskjell mellom regionene, spesielt er det CT som brukes ulikt. Dessuten utfører de private virksomhetene en relativt stor andel av både konvensjonelle røntgenundersøkelser og CT av ryggraden. Det er rimelig klar internasjonal enighet om det svake indikasjonsgrunnlaget for vanlige røntgenundersøkelser av ryggen. Det ville derfor være interessant å studere radiologiske undersøkelser av ryggraden mer i detalj, inkludert bruken av MR.

7.3 Man må huske de metodiske begrensningene

Sammenligning av publiserte tall fra ulike land må gjøres med forsiktighet, da det kan råde betydelige metodiske usikkerheter. Forandringer i bruksmønsteret over tid kan føre til at man ikke får med viktige bidrag til befolkningsdosen i kartleggingen. Det knytter seg spesiell usikkerhet til omfanget av intervensjonsprosedyrer. Ved slike prosedyrer kan stråledosene godt ligge i området over 10 mSv, og da trengs ikke mer enn omkring 3000 prosedyrer for at de skal utgjøre et betydelig bidrag til befolkningsdosen. En stor andel av denne typer av prosedyrer skjer utenfor radiologisk avdeling. Det er da noe usikkert i hvilken grad denne typen av prosedyrer registreres i virksomhetenes radiologiske informasjonssystemer. Det dreier seg om komplekse prosedyrer med stor variasjon i dose. Det kan altså være nødvendig å studere intervensjonsprosedyrene mer i detalj, i dialog med fagmiljøet i virksomhetene.

De ulikhetene som framkommer i rapporterte data over omfang og doser reiser spørsmål om forskjeller i bruken, både med hensyn til valg av modalitet og valg av prosedyre. Vi observerer forskjeller mellom helseregioner, og forskjeller mellom privat og offentlig sektor; For å forstå disse forskjellene må de enkelte undersøkelsene analyseres i mer detalj.

Anslag over befolkningsdose har som formål å studere trender i bruken av radiologiske undersøkelser. Det advares mot å anvende slike tall til å anslå risiko for induerte krefttilfeller i befolkningen. På samme måte er effektiv dose per undersøkelse kun ment som et sammenligningsgrunnlag, ikke for å estimere risiko. Dersom man vil gjøre estimater av risiko etter eksponering for stråling, bør man ta i bruk organspesifikke, alder- og kjønnsespesifikke risikofaktorer publisert av internasjonale organisasjoner.

7.4 På søken etter sammenhenger

Både nasjonalt og internasjonalt leter man etter alternative metoder for å estimere undersøkelsesfrekvens. For eksempel er det å forvente at antall undersøkelser vil avhenge av tilgjengelig antall apparater. Inntil nylig har Strålevernet bare hatt manuelle arkiv over røntgenapparater, slik at det har vært vanskelig å oppdrive statistikk over apparatur. Strålevernet gjorde imidlertid en enkel webbasert spørreundersøkelse i 2008 med en svarprosent på 86 % [18]. Ut fra svarprosenten kan en anta at det finnes i størrelsesorden 10-20 % flere apparater enn undersøkelsen indikerer, men fordelingen mellom regionene bør være representativ, og den relative verdien må kunne brukes i analysen. Tabell 7.1 vises andelen apparater i de ulike regionene og andelen undersøkelser som utføres. Det er åpenbart noe sammenheng mellom andel apparater og undersøkelser, men å predikere forskjeller fra år til år vil være vanskelig.

Tabell 7.1. Andel apparater (A) og andel undersøkelser (U) i de ulike regionene.

	RG		CT		MR		Totalt	
	A	U	A	U	A	U	A	U
NORD	13 %	11 %	12 %	8 %	10 %	9 %	12 %	10 %
MIDT	20 %	16 %	16 %	17 %	19 %	12 %	19 %	16 %
VEST	14 %	17 %	17 %	20 %	15 %	21 %	15 %	18 %
SØR-ØST	52 %	56 %	54 %	55 %	57 %	58 %	53 %	56 %

En annen måte å sammenligne regioner er å studere antall apparater per innbygger i de ulike regionene og antall undersøkelser per innbyggere, se tabell 7.2. Det finnes flest apparater normert til innbyggertall i de to nordligste regionene, som har rapportert dobbelt så mange konvensjonelle apparater sammenlignet med de to sørligste regionene. Antall konvensjonelle undersøkelser per innbyggere er også høyere for disse to nordlige regioner. Antall MR undersøkelser følger ikke denne tendensen. Region Midt har litt høyere antall apparater per innbyggere men utfører et lavere antall MR undersøkelser. Det er en svak sammenheng mellom apparater og undersøkelser ved denne sammenligningen.

Tabell 7.2. Apparater per 100 000 innbygger (A) og antall undersøkelser per 1000 innbygger (U).

Region	Konvensjonell		CT		MR	
	A	U	A	U	A	U
NORD	12,1	522	2,6	166	2,2	122
MIDT	13,3	561	2,4	233	2,9	109
VEST	6,3	392	1,7	188	1,5	125
SØR-ØST	8,5	478	2,0	191	2,2	131
Totalt	9,1	476	2,1	194	2,2	126

Apparater i offentlige og private virksomheter kan også tas fram og sammenlignes med antall undersøkelser som gjennomføres på respektive institusjonstype, tabell 7.3. Det offentlige helsevesenet besitter selvfølgelig den største andelen apparater, men en kan notere seg at den private sektoren har nesten like mange MR apparater som det offentlige. De private virksomhetene har også relativt mange CT apparater i forhold til det antall CT undersøkelser som er rapportert, men de har relativt liten antall MR apparater i forhold til antall undersøkelser de gjør. MR brukes altså langt mer effektivt enn CT i privat sektor, med mindre det kan være slik at det gjøres CT undersøkelser i privat sektor som ikke rapporteres i RIS og ikke refunderes.

Tabell 7.3. Andelen apparater i offentlige og private virksomheter med motsvarende andel undersøkelser. A: andel apparater, U: andel undersøkelser.

	Røntgen		CT		MR		Totalt	
	A	U	A	U	A	U	A	U
Offentlig	85 %	82 %	77 %	85 %	59 %	49 %	80 %	77 %
Privat	15 %	18 %	23 %	15 %	41 %	51 %	20 %	23 %

Forskjeller og forandringer i bruken av apparatur burde føre til en endring i kostnader knyttet til radiologi. En burde forvente en sammenheng mellom kostnadene innen spesialisthelsetjenesten og omfanget av radiologiske undersøkelser, tabell 7.4. Andel tilgjengelig apparatur for befolkningen og andel innbyggere er også inkludert i tabellen. Det observeres altså en liten sammenheng mellom økonomi, apparater, innbygger og andel radiologiske undersøkelser, men det er vanskelig med disse makroskopiske dataene å se noen framtreddende sammenhenger.

Tabell 7.4. Andel offentlige midler [15] i de ulike regionene.

	Andel offentlige midler totalt brukt til spesialisthelsetjenesten	Andel radiologiske undersøkelser	Andel apparater	Andel innbyggere
NORD	14 %	10 %	12 %	10 %
MIDT	16 %	16 %	19 %	14 %
VEST	21 %	18 %	15 %	21 %
SØR-ØST	49 %	56 %	53 %	56 %

Sammenligningene ovenfor viser at det ikke er lett at finne en indikator som kan brukes til å forutsi antall undersøkelser, og det er vanskelig med basis i tallene å predikere små endringer i antall røntgenundersøkelser. Antall undersøkelser som utføres på et apparat avhenger av mange faktorer og varierer mellom sektor og virksomhet. Åpenbart avhenger antall undersøkelser per apparat av hva slags undersøkelser som utføres, hvordan de utføres og hvilke pasienter som undersøkes, altså befolkningstetthet og pasienttilgang, indikasjoner for undersøkelser og lokale faglige retningslinjer eller tradisjoner.

7.5 Bruk av materialet for mer overordnede betraktninger

Strålevernets fokus ved vurdering av resultatene fra kartleggingen er primært knyttet til betydningen for stråledosene til befolkningen. I et videre perspektiv kan imidlertid tall over undersøkelsesfrekvens for ulike radiologiske modaliteter brukes også for mer overordnede diskusjoner. Umiddelbart kommer det opp en rekke spørsmål ved betraktning av resultatene.

Den raske endringen i bruken av radiologi peker på åpenbare ressursbehov i forhold til å optimalisere metodene og heve kompetansen til personalet. En trenger å forsikre seg om at ressursene allokeres til helsevesenet slik at nye undersøkelser kan utføres på en betryggende måte. Fra et strålevernsperspektiv er det viktig at en risikovurdering utføres ved innføring av nye metoder og at alt personale får adekvat opplæring. Et annet spørsmål er om nye metoder er vurdert som berettiget før de introduseres, om en mener pasientene får en bedre behandling for sykdom etter å ha blitt utredet med den nye metoden, om en har praksis for å vurdere pasienter også på individuelt grunnlag etter henvisning. Det overordnede spørsmålet er hvordan ny teknologi og undersøkingsmetoder blir introdusert i helsevesenet og hvordan etablerte metoder blir evaluert underveis.

7.6 Anbefalinger til utfyllende undersøkelser og studier

Resultatene peker på flere aktuelle spørsmål som vil kreve videre utredning:

- Utrede årsaken til det høye forbruk av radiologi i Norge sammenlignet med de andre nordiske landene.
- Utrede fordelingen av stråledosen for de pasientgrupper som undersøkes hyppigst og utføre en mer detaljert studie over barn.
- Utrede grunnlaget for radiologiske undersøkelser av ryggraden, og årsaker til åpenbare forskjeller i synet på denne praksisen i privat og offentlig sektor.
- Utrede mekanismer for, og årsaker til introduksjon av nye metoder og ny teknologi.

Strålevernets landsdekkende kartlegginger av undersøkelsesfrekvens i radiologi har siden 1983 vært basert på NORAKO. Helse og omsorgsdepartementet har imidlertid gitt Helsedirektoratet og Kompetansesenter for IT i helse- og sosialsektoren AS i oppdrag å utvikle et helt nytt radiologisk kodeverk for radiologiske undersøkelser som er planlagt tatt i bruk fra 2011. Det er foreløpig uklart hvordan det nye kodeverket vil kunne anvendes for Strålevernets studier, og hvilke usikkerheter som introduseres for sammenligning med tidligere kartlegginger. Andre helseaktører oppfordres til å vurdere verdien av denne typen informasjon som et helsepolitisk virkemiddel, slik at man i fremtiden eventuelt kan samarbeide om slike studier. Eventuelle fremtidige studier bør også utføres med mer hensiktsmessige IT-verktøy som kunne inkludere automatisk innhøsting fra RIS og web-baserte løsninger.

8 Referanser

- [1] Olerud HM, Borgen L, Friberg EG, Lysdahl KB, Silkoset RD, Widmark A, Saxebøl G. Lessons learned from 25 years in exploring Norwegian radiology practices from a radiation protection point of view. Proceedings from World Congress 2009 on Medical Physics and Biomedical Engineering Munich, Sept 7 – 12 2009
- [2] StrålevernRapport 6:2006. Radiologi i Noreg - undersøkingsfrekvens per 2002, tidstrender, geografisk variasjon og befolkningsdose. Østerås:Statens strålevern (2006)
- [3] ICRP 103 The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Annals of the ICRP Vol. 37 Nos. 2-4 2007
- [4] Forskrift no. 1362 av 21. november 2003 Forskrift om strålevern og bruk av stråling (strålevernforskriften). Oslo Helse- og omsorgsdepartementet, 2003.
- [5] Veileder om medisinsk bruk av røntgen og MR underlagt godkjenning. Veileder 5. Østerås:Statens strålevern www.nrpa.no (nettversjon)
- [6] Veileder om representative doser for røntgenundersøkelser. Veileder 5b. Østerås: Statens strålevern www.nrpa.no (nettversjon)
- [7] Saxebøl G, Olerud HM, Lundgren LE (1990) Radiation hygiene analysis of radiological activities in Norway. In: Radiation and cancer risk. Eds: Brustad T, Langmark F, Reitan J. New York: Hemisphere Publishing Corporation, 1990, pp. 139 -147
- [8] Olerud HM, Saxebøl G (1997) Diagnostic radiology in Norway from 1983-1993 - Examination frequency and collective effective dose to patients. Radiat Prot Dosim 74: 247-260
- [9] Borretzen I, Lysdahl KB, Olerud HM (2007) Diagnostic radiology in Norway: trends in examination frequency and collective effective dose. Radiat Protection Dosimetry 2007.
- [10] Lysdahl KB, Boerretzen I (2007). Geographical variation in radiological services: a nationwide survey. BMC Health Services Research 2007, 7
- [11] European guidance on estimating population doses from medical x-ray procedures and annexes. Radiation protection no. 154. Brussels: European Commission, Directorate General for Energy and Transport, 2008.
- [12] Norsk radiologisk kodeverk, NORAKO v. 2007. KITH/Helsedirektoratet/norsk radiologisk forening.
- [13] Reviderte og nye nasjonale referanseverdier for røntgendiagnostiske undersøkelser per 2010. StrålevernInfo 2:2010. Østerås: Statens strålevern (2010)
- [14] ICRU Report 74 Patient Dosimetry for X Rays used in Medical Imaging. Journal of the ICRU Volume 5 No 2 (2005). International Commission on Radiation Units and Measurements, ICRU, 2005
- [15] Statistisk sentralbyrå www.ssb.no nett database
- [16] Olerud H.M. et.al. Collective doses from medical exposures: an intercomparison of the “TOP20” radiological examinations based on EC guidelines RP 154. Proceedings of Third European IRPA Congress 2010 June 14–16, Helsinki, Finland
- [17] SSI Rapport 2008:03 Radiologiska undersökningar i Sverige under 2005. Almén A, Richter S, Leitz W Statens strålskyddsintitut (2008)
- [18] Widmark A, Friberg EG. Medical Physicists’ competence in Norwegian diagnostic radiology, 12th International Radiation Protection Association. Buenos Aires, 2008

Ordliste

Modalitet	Klassifisering mht grunnleggende teknologi som benyttes for avbildning: RG (røntgenbasert), CT (datatomografi, også røntgenbasert), MR (magnetresonanstomografi) og UL (ultralyd).
Røntgenundersøkelse	2D avbildning også kalt ”flaterøntgen”, ”planar røntgen” eller konvensjonell røntgenundersøkelse. Vi skiller mellom radiografi (røntgenfotografering) og gjennomlysningsprosedyrer (fluoroskopi). I denne rapporten telles disse to sammen. Akronym: RG
Angiografi undersøkelser og PCI	Undersøkelser av hjertet kan etterfølges av en intervensjonell prosedyre der kar utvides. Akronym: RG
CT undersøkelse	Røntgenbasert undersøkelse utført med datatomograf som gir beregnet bildeinformasjon i tverrsnitt eller volum i pasienten. Fra enkle prosedyrer til flerfase kontrastundersøkelser og gjennomlysning for diagnostiske formål og som del i intervensjonelle prosedyrer (biopsi). Akronym: CT
Ultralydundersøkelse	Undersøkelse utført med et ultralyd-apparat for diagnostisk formål. Akronym: UL
Røntgenbaserte prosedyrer	Undersøkelser eller prosedyrer som baserer seg på røntgenstråling, dvs modalitetene RG og CT
MR undersøkelse	Undersøkelse utført med magnetresonanstomograf som gir beregnet bildeinformasjon i valgte plan eller volum i pasienten. Basert på statisk magnetfelt og radiofrekvent strålings vekselvirkning med vev. Akronym: MR



Statens strålevern
Norwegian Radiation Protection Authority

StrålevernRapport 2010:1

Virksomhetsplan 2010

StrålevernRapport 2009:2

A novel dosimetric protocol for high energy photon radiotherapy beams in Norway using radiochromic film (electronic version only)

StrålevernRapport 2010:3

Om kvalitetskontroll av linac

StrålevernRapport 2010:4

Mal for utarbeidelse av faglige anbefalinger for strålebehandling i Norge

StrålevernRapport 2010:5

Overvåking av radioaktivitet i omgivelsene 2008–2009

StrålevernRapport 2010:6

Estimerte kostnader forbundet med radonmålinger og radontiltak i barnehager, skoler og boliger i Norge

StrålevernRapport 2010:7

Implementation of the obligations of the convention on nuclear safety in Norway

StrålevernRapport 2010:8

Teknisk kvalitetskontroll – statuskontroller for digitale mammografisystemer

StrålevernRapport 2010:9

Persondosimetritenesta ved Statens strålevern – Årsrapport 2008–2009

StrålevernRapport 2010:10

Review of the Norwegian-Russian cooperation on safety projects at Kola and Leningrad nuclear power plants 2005–2009

StrålevernRapport 2010:11

Røntgenbruk blant veterinærer

StrålevernRapport 2010:12

Radiologiske undersøkelser i Norge per 2008