



Representative doser i Norge – 2006–2009

Resultater fra første nasjonale innrapportering
Revisjon av nasjonale referanseverdier



Statens strålevern
Norwegian Radiation Protection Authority

Referanse:

Widmark A, Friberg EG. Representative doser i Norge – 2006–2009. Resultater fra første nasjonale innrapportering. Revisjon av nasjonale referanseverdier. StrålevernRapport 2014:6 Østerås: Statens strålevern, 2014.

Emneord:

Radiologi, radiografi, stråledose, representative doser, nasjonale referanseverdier.

Resymé:

Representative doser fra en nasjonal innsamling i perioden 2006 til 2009 er presentert. Totalt omfatter materialet 447 representative doser for generelle røntgenundersøkelser og 389 for CT undersøkelser. Nasjonale referanseverdier er beregnet på grunnlag av 75. percentilen. Eksisterende nasjonale referanseverdier er justert og det er beregnet nye nasjonale referanseverdier for fire konvensjonelle og seks CT undersøkelser.

Reference:

Widmark A, Friberg EG, Østerås: NRPA Report 2014:6. Norwegian Radiation Protection Authority, 2014. Language: Norwegian.

Key words:

Radiology, radiography, radiation dose, local diagnostic reference level, diagnostic reference level.

Abstract:

Local diagnostic reference levels from the period 2006 to 2009 are presented. The material comprises 447 local diagnostic reference levels for general X-ray procedures and 389 for CT procedures. National diagnostic reference levels have been estimated from the 75. percentile. Existing national diagnostic reference levels have been adjusted and it is estimated new national diagnostic reference levels for four general X-ray procedures and four CT procedures.

Prosjektleder: Anders Widmark

Godkjent:



Hanne Kofstadmoen, avdelingsdirektør, avdeling strålebruk

69 sider.

Utgitt: 2014-09-22, kun elektronisk versjon

Form, omslag: 07 Media.

Forsidefoto: Anders Widmark, Statens strålevern

Bestilles fra:

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

ISSN 1891-5191 (online)

Representative doser i Norge – 2006–2009

Resultater fra første nasjonale innrapportering

Revisjon av nasjonale referanseverdier

Anders Widmark

Eva G. Friberg

Statens strålevern

Norwegian Radiation
Protection Authority
Østerås, 2014

Sammendrag

Den foreliggende rapporten oppsummerer tre innrapporteringer av representative doser som er foretatt. Pilotprosjektet i Helse Øst 2006, en nasjonal tilleggsrapportering i 2007 og en i 2009 ifm. oppdatert befolkningsdoseestimat. Alle virksomheter ble tilskrevet med brev i juni 2009 med en oppfordring om å rapportere inn representative doser før 15. oktober etter metode beskrevet i Veileder 5b. Ved innrapportering av representative doser skal det rapporteres for 20 pasienter innen vektclassen 55-90 kg.

Totalt ble det innrapportert 447 representative doser fra 219 forskjellige laboratorier for konvensjonelle røntgenundersøkelser og 389 representative doser fra 94 forskjellige CT laboratorier. Graden av innrapportering varierer mye mellom ulike virksomheter og enheter. Forskjellene i representativ dose mellom ulike virksomheter var stor, f.eks. 26 ganger mellom høyeste og laveste verdi for lumbo-sacral columna ved konvensjonell røntgen. Ved CT undersøkelser ble det funnet en ratio på 7,8 mellom høyeste og laveste DLP verdi. Med bakgrunn i de innsamlede verdiene er de eksisterende nasjonale referanseverdiene justert, og det er beregnet nye nasjonale referanseverdier for fire konvensjonelle og seks CT undersøkelser.

De store variasjonene viser at det er et stort potensiale for optimalisering av stråledoser og at det er nødvendig å ha fokus på representative doser som et verktøy for optimalisering. Ved kommende tilsyn vil Strålevernet ha fokus på at det er etablert representative doser og at optimaliseringstiltak er gjennomført etter at høye eller lave representative doser er avdekket i virksomheten.

Innhold

1	Innledning	8
2	Representative doser og referanseverdier	9
2.1	Definisjoner og begrepsforklaringer	9
2.1.1	<i>Referanseverdi</i>	9
2.1.2	<i>Representativ dose</i>	10
2.1.3	<i>Standard undersøkelsesprotokoll</i>	10
2.1.4	<i>Kategorisering av virksomhet</i>	10
2.1.5	<i>Forkortelser av undersøkelser i rapporten</i>	10
2.2	Innrapportering og analyse	11
3	Resultater – Konvensjonelle røntgenundersøkelser	12
3.1	Tilbakerapportering og teknologi	12
3.2	Detektorteknologi	14
3.3	Måling og beregning av DAP	15
3.4	Resultater for de spesifikke konvensjonelle undersøkelsene	16
3.4.1	<i>Thorax (RGTH)</i>	16
3.4.2	<i>Cervicalcolumna (RGCC)</i>	17
3.4.3	<i>Thoracalcolumna (RGCD)</i>	18
3.4.4	<i>Lumbo-sacralcolumna (RGCLS)</i>	19
3.4.5	<i>Pelvis (RGPE)</i>	20
3.4.6	<i>Hofte (RGCX)</i>	21
3.4.7	<i>Abdomen (RGABAC)</i>	22
3.4.8	<i>Urografi (RGURIV)</i>	23
3.4.9	<i>Colon med dobbelkontrast (RGICDO)</i>	24
3.4.10	<i>Coronar angiografi (RGACOR)</i>	25
4	Resultater - CT undersøkelser	27
4.1	Tilbakerapportering og teknologi	27
4.2	Generell analyse	31
4.3	Resultater for de spesifikke CT undersøkelsene	33
4.3.1	<i>CT Caput (CTKC)</i>	33
4.3.2	<i>Thorax (CTTH)</i>	34
4.3.3	<i>Lumbalcolumna (CTCL)</i>	35
4.3.4	<i>Abdomen inkl. pelvis (CTABPE)</i>	36
4.3.5	<i>Bihuler (CTKV)</i>	37
4.3.6	<i>Hals (CTCM)</i>	38
4.3.7	<i>Cervicalcolumna (CTCC)</i>	39
4.3.8	<i>Urografi (>1 serie) (CTUR)</i>	40
4.3.9	<i>Urografi (1 serie) (CTUR)</i>	41
4.3.10	<i>Colon (CTIC)</i>	42
5	Revisjon av nasjonale referanseverdier	43
6	Effektive doser og omregningsfaktorer	45

7	Diskusjon	47
8	Vedlegg	51
8.1	Konvensjonell røntgen	51
8.1.1	<i>Thorax (RGTH)</i>	51
8.1.2	<i>Cervicalcolumnna (RGCC)</i>	51
8.1.3	<i>Thoracalcolumnna (RGCD)</i>	52
8.1.4	<i>Lumbo-sacralcolumnna (RGCLS)</i>	52
8.1.5	<i>Pelvis (RGPE)</i>	53
8.1.6	<i>Hofte (RGCX)</i>	53
8.1.7	<i>Abdomen (RGAB)</i>	54
8.1.8	<i>Urografi utredning (RGUR)</i>	54
8.1.9	<i>Colon med dobbelkontrast (RGICDO)</i>	55
8.1.10	<i>Coronar angiografi (RGACOR)</i>	55
8.2	Computer tomografi (CT)	56
8.2.1	<i>Caput (CTKC)</i>	56
8.2.2	<i>Thorax (CTTH)</i>	57
8.2.3	<i>Lumbalcolumnna (CTCL)</i>	58
8.2.4	<i>Abdomen inkl. bekken (CTABPE)</i>	59
8.2.5	<i>Bihuler (CTKV)</i>	60
8.2.6	<i>Hals (CTCM)</i>	61
8.2.7	<i>Cervicalcolumnna (CTCC)</i>	62
8.2.8	<i>Urografi (3 serier) (CTUR)</i>	63
8.2.9	<i>Urografi (1 serie) (CTUR)</i>	64
8.2.10	<i>Colon (CTIC)</i>	65
9	Referanser	66

1 Innledning

Radiologiske undersøkelser er den største menneskeskapte kilden til befolkningsdose i Norge og utgjør per 2008 1,1 mSv/innbygger [1]. Sett i et strålevernsperspektiv er det viktig med et fokus på CT undersøkelser. I 2002 utgjorde CT undersøkelsene 59 % av befolkningsdosen, og dette har økt til 80 % i 2008. Den representative dosen for en og samme undersøkelse varierer mye fra sykehus til sykehus (5-26 ganger mellom høyeste og laveste verdi), men også mellom ulike røntgenrom innen samme virksomhet (14 ganger mellom høyeste og laveste verdi). Uten kunnskap om typiske dosenivåer for de ulike undersøkelsene er det vanskelig å vurdere hvilke undersøkelser som bør prioriteres mtp. optimalisering av undersøkelsesprotokoller.

Den reviderte strålevernforskriften som trådte i kraft 1. januar 2011 pålegger samtlige virksomheter som utøver medisinsk strålebruk til å ha oversikt over representative doser til pasienter ved typiske røntgendiagnostiske undersøkelser (jf. § 40) [2]. Etablering av representative doser for ulike radiologiske undersøkelser lokalt hos virksomheten utgjør et effektivt og nyttig verktøy i optimalisering av undersøkelsesprotokollene. Dette gir virksomhetene en mulighet for å sammenligne seg med nasjonale referanseverdier som er fastsatt av Statens strålevern. I tillegg gir det også rom for å sammenligne seg med andre virksomheter eller ulike røntgenlaboratorier på et og samme sykehus. Undersøkelser med høye doser kan identifiseres og tiltak for optimalisering kan igangsettes. I tillegg vil denne prosessen i seg selv være kompetansehevende, fordi den stimulerer til tverrfaglige diskusjoner knyttet til bruk av apparatur og prosedyrer.

Strålevernet gjennomførte et pilotprosjekt om representative doser i Helse Øst i 2006. Resultater fra prosjektet er beskrevet i StrålevernRapport 2007:2 [3]. I etterkant av pilotprosjektet ble det satt ned en arbeidsgruppe bestående av radiografer og fysikere fra noen involverte virksomheter i Helse Øst. Arbeidsgruppens oppgaver var å kvalitetssikre metoden for etablering, bruk og innrapportering av representative doser. Arbeidsgruppen konkluderte med at det var et betydelig behov for en revidering av de punktene som omhandler representative doser og referanseverdier i Strålevernets Veileder 5 [4]. Med bakgrunn i arbeidsgruppens konklusjoner ble det utarbeidet en egen veileder om representative doser for røntgenundersøkelser, nemlig Veileder 5b [5]. Samtlige virksomheter ble i etterkant bedt om å rapportere inn representative doser for et gitt antall undersøkelser i 2007 og 2009, etter metoden angitt i Veileder 5b.

I denne rapporten presenteres resultater fra den første nasjonale innrapporteringen av representative doser. Basert på de nye nasjonale dosefordelingene er de nasjonale referanseverdiene fra 2007 revidert og presentert. Dosedataene fra denne innsamlingen inngår også i revidert estimat av befolkningsdose for året 2008 [1]. Strålevernet håper at resultatene presentert i denne rapporten kan bidra til å øke fokuset på betydningen av optimalisering av røntgenundersøkelser samt gi inspirasjon til tverrfaglige diskusjoner som kan bidra til å redusere dosebidraget til befolkningen fra radiologiske undersøkelser.

Alle effektive doser i rapporten er beregnet i henhold til organvektfaktorer oppgitt i ICRP60 [6]. Organvektfaktorene er senere justert noe av ICRP i 2007 [7]. Siden det ikke er publisert noen nye overgangsfaktorer i forhold til reviderte organvektfaktorer, er det benyttet overgangsfaktorer fra ICRP60.

Det har tatt lang tid før rapporten ble ferdigstilt og publisert slik at dosedata allerede begynner å bli gamle. Vi mener imidlertid at innholdet og sammenstillingen kan være av allmenn interesse og stimulere til videre arbeid innen optimalisering.

2 Representative doser og referanseverdier

Tidligere dosekartlegginger utført både internasjonalt og ved Statens strålevern har avdekket store forskjeller i pasientdoser ved ulike sykehus og røntgeninstitutter [8, 9, 10]. Denne doseforskjellen kan være så stor som 40 ganger mellom minste og høyeste dose for enkelte røntgenundersøkelser. På den annen side, dersom de representative dosene er veldig mye lavere enn referanseverdiene, kan dette tyde på at dosene er så lave at det kan påvirke den diagnostiske sikkerheten. Årsaken til variasjonene kan være forskjeller i apparatur og detekterende system, eksponeringsteknikk, valg av protokoll, kompetanse hos operatøren, etc. Likeledes kan det være store forskjeller i arbeidsteknikk hos radiografer og radiologer som foretar prosedyrene. Etablering av representative doser og sammenligning med nasjonale referanseverdier for røntgenundersøkelser er et godt verktøy for å avdekke slike forskjeller og initiere arbeid med optimalisering av undersøkelsesprotokoller. Etablering av representative doser vil også gi virksomheten oversikt og kunnskap om typiske doser for de vanligste røntgenundersøkelsene som utføres. Doseoversikten utgjør videre et godt grunnlag i virksomhetens arbeid med informasjon til pasient og pårørende vedrørende doser og risiko ved ulike røntgenundersøkelser. Bruk av referanseverdier og etablering av representative doser er anbefalt av flere internasjonale organisasjoner og er også innført i EU-landene [11, 12, 13, 14]. Strålevernet mener at etablering av representative doser og bruk av referanseverdier vil bidra til økt kunnskap og bevissthet rundt pasientdoser og optimaliseringsarbeid ute hos virksomhetene. Målsetningen med referanseverdiene er å indikere god radiologisk praksis samt bevisstgjøring av dosenivåer ved ulike undersøkelser.

I pilotprosjektet i Helse Øst ble det gjort forsøk på å samle inn representative doser for noen barneundersøkelser [3]. Det ble diskutert mye hvordan barn skulle kategoriseres, avhengig av alder, størrelse, Body Mass Index (BMI), etc., siden barn kan variere fra et prematurt barn til en fullvoksen femtenåring. Det ble bedt om noen ulike vektclasser for ulike undersøkelser, men det var svært få data som ble rapportert. Til tross for et ønske å få mer data på barnedoser, er Strålevernet kommet til erkjennelse at kategoriseringen er vanskelig, og at det sannsynligvis tas for lite barneundersøkelser på de fleste radiologiske avdelinger for å lage nasjonale referanseverdier. Et alternativ hadde vært å samle inn verdier fra de få spesialiserte barneradiologiske avdelingene, men disse verdiene ville sannsynligvis ikke ha vært representative for de fleste andre avdelinger som kun tilfeldig gjennomfører undersøkelser på barn. Representative doser for barneundersøkelser er derfor ikke med i denne rapporten.

2.1 Definisjoner og begrepsforklaringer

I dette kapittelet vil begrepene referanseverdi, representativ dose og standard undersøkelsesprotokoll bli definert og utdypet.

2.1.1 Referanseverdi

Referanseverdi er en nasjonal doseverdi for en gitt undersøkelse av pasienter, der standard undersøkelsesprotokoll er benyttet. Referanseverdiene (NRV - Nasjonal Referanse Verdi) fastsettes av Strålevernet og er basert på innrapporterte representative doser fra virksomhetene. Referanseverdien settes lik 75-persentilen av de innsamlede representative dosene. Dette betyr i praksis at 75 % av de innsamlede representative dosene vil ligge under referanseverdien. Referanseverdiene skal jevnlig revideres og vil på denne måten fange opp endringer som skyldes nytt utstyr, nye teknikker og metoder samt endringer i bruken av utstyr. Referanseverdien skal ikke brukes som en dosegrense for den enkelte pasient, men skal indikere en grenseoppgang mellom optimal og ikke optimal radiologisk praksis. Det presiseres imidlertid at overskridelse av referanseverdien for en enkelt pasient kan være

berettiget ut fra pasientens medisinske spørsmålsstilling, anatomi o.l. Strålevernet vurderer det slik at det må være innrapportert representative verdier for minimum 25 % av alle røntgenlaboratorier som gjennomfører en gitt type undersøkelse, før Strålevernet anser at det er mulig å angi en nasjonal referanseverdi for den gitte undersøkelsen.

2.1.2 Representativ dose

Representativ dose er definert som virksomhetens egen beregnede doseverdi basert på gjennomsnittet av dosemålinger på 20 pasienter for en gitt røntgenundersøkelse ved standard undersøkelsesprotokoll. Dosemålingene skal baseres på pasienter i vektgruppen fra 55 til 90 kg, da størrelsen på pasienten vil ha stor betydning for dosen. Erfaringer viser at gjennomsnittet for vekt, til tross for det utvidete vektspennet til 55-90 kg som arbeidsgruppen foreslo, vil likevel være ca. 70 \pm 5 kg [15]. Vekten vil imidlertid være av underordnet betydning ved for eksempel CT av hode. Representative doser skal videre bestemmes for hvert enkelt røntgenlaboratorium og ikke for virksomheten som helhet, da det kan forekomme store forskjeller fra laboratorium til laboratorium.

2.1.3 Standard undersøkelsesprotokoll

Standard undersøkelsesprotokoll er den protokollen som normalt brukes ved undersøkelse av et gitt organ eller anatomisk område, ved bestemte henvisningsspørsmål, etc. Hva som er standard undersøkelsesprotokoll kan variere fra pasient til pasient og fra virksomhet til virksomhet. Standard undersøkelsesprotokoll skal jevnlig revideres slik at protokollene blir mer og mer optimalisert med tanke på dose og diagnostisk sikkerhet.

2.1.4 Kategorisering av virksomhet

I denne rapporten er en virksomhet definert som et Helseforetak eller et røntgeninstitutt. Det enkelte sykehuset innenfor et helseforetak eller et røntgeninstitutts forskjellige avdelinger er definert som enheter.

2.1.5 Forkortelser av undersøkelser i rapporten

I rapporten er de ulike undersøkelsene forkortet etter Norsk radiologisk kodeverk – NORAKO [16]. Koder for generelle undersøkelser respektive CT undersøkelser vises i henholdsvis tabell 1 og 2.

Tabell 1: NORAKO koder for konvensjonelle røntgenundersøkelser som er brukt i rapporten.

NORAKO kode	Generelle undersøkelser
RGTH	Thorax
RGCC	Cervicalcolumna
RGCD	Thoracalcolumna
RGCLS	Lumbo-sacralcolumna
RGPE	Pelvis
RGCX	Hofte
RGABAC	Abdomen
RGURIV	Urografi (utredning)
RGICDO	Colon DK
RGACOR	Coronar angiografi

Tabell 2: NORAKO koder for CT undersøkelser som er brukt i rapporten.

NORAKO kode	CT undersøkelser
CTKC	CT caput
CTTH	CT thorax
CTCL	CT lumbalcolumna
CTABPE	CT abdomen og bekken
CTKV	CT bihuler
CTCM	CT hals
CTCC	CT cervicalcolumna
CTUR	CT urografi
CTIC	CT colon

2.2 Innrapportering og analyse

Den foreliggende rapporten oppsummerer tre innrapporteringer av representative doser som er foretatt. Pilotprosjektet i Helse Øst 2006, en nasjonal tilleggsrapportering i 2007 og en i 2009 ifm. oppdatert befolkningsdoseestimat. Alle virksomheter ble tilskrevet med brev i juni 2009 med en oppfordring om å rapportere inn representative doser før 15. oktober etter metode beskrevet i Veileder 5b. Excelskjema for innrapportering ble linket på Strålevernets webside for nedlastning. De innsendte skjemaene ble registrert og videre analysert i Microsoft Excel. Ved innrapportering av representative doser skal det rapporteres for 20 pasienter innen vektclassen 55-90 kg. Ved gjennomgang av de innrapporterte verdiene ble det godtatt ned til 10 pasienter for det enkelte laboratorium. Doser for pasienter med vekt utenfor det angitte vektspennet ble godtatt dersom gjennomsnittsverken var innenfor 70 ± 5 kg, unntatt coronar angiografi. Ved coronar angiografi var gjennomsnittsverken 76 kg, hvilket sannsynligvis kan forklares med bakgrunn i pasientgruppen. Virksomhetene ble også bedt om å angi når målekammeret var kalibrert og hvilken sporbarhet det var i kalibreringen. Med målekammer menes her den enheten som har målt eller beregnet stråledosen. Enkelte justeringer av de innsendte dataene ble også foretatt. Data for RGCL som hadde 4 eksponeringer, ble for eksempel omgjort til RGCLS. Noen få representative doser der den rapporterte dosen fremsto som usannsynlig og det samtidig ikke var mulig å få bekrefte den, er ikke tatt med i rapporten. En mulig årsak til dette kan være at man har angitt feil enhet på doseverdien. Enkelte pasienter utenfor vektspennet samt enkelte feilrapporteringer for CT, der det er innrapportert vektet CTDI istedenfor $CTDI_{vol}$, har også blitt utelatt. Noen undersøkelser der det ikke var mange nok for å ha grunnlag å lage referanseverdier ble også utelatt.

I de tilfeller der resultater er oppdelt i digitale detektorer og bildeplater (CR), representerer gruppen digitale detektorer et bredt spektrum av ulike teknologier.

Figurer og tabeller er laget i ulike perioder, før endelig datasett for revisjon av nasjonale referanseverdier ble satt etter en kritisk gjennomgang. Derfor kan enkelte tall i figurer avvike noe fra endelig datasett. Det ble besluttet å ikke korrigere figurene, pga. det omfattende datamaterialet, knappe ressurser og at det ikke har noen praktisk betydning for resultatene og de satte nasjonale referanseverdiene. De endelige datasettene finnes i tabell 3, 21 og 22.

3 Resultater – Konvensjonelle røntgenundersøkelser

3.1 Tilbakerapportering og teknologi

I denne rapporten er det bare tatt med undersøkelser der det er nok statistikk for å revidere/etablere nasjonale referanseverdier. Totalt ble det innrapportert 447 representative doser fra 219 forskjellige laboratorier (179 offentlige og 40 private) for konvensjonelle røntgenundersøkelser som er tatt med i rapporten. En oppsummering av de konvensjonelle undersøkelsene som rapporten omfatter med antall laboratorier, pasienter samt statistikk over innrapporterte representative doser med tilhørende beregnet 75. persentil vises i tabell 3. I tillegg vises de nasjonale referanseverdiene (NRV) som eksisterte før datainnsamlingen startet, der dette fantes, sammen med andel laboratorier som oversteg denne verdien [3]. Andelen laboratorier som oversteg de nasjonale referanseverdiene varierte fra ingen for coronar angiografi til 20 % ved urografi. Medianverdier er gjennomgående mindre enn gjennomsnittsverdiene, i gjennomsnitt 10 % (0,2-21 %). Dette betyr at de representative doserne i de fleste tilfeller ikke er normalfordelt, men har en skjevfordeling med en del høye verdier. Effektiv dose er beregnet for gjennomsnittet av de innrapporterte representative dosene og med organvektfaktorer gitt i ICRP60 [6].

Tabell 3: Konvensjonelle undersøkelser som rapporten omfatter med antall laboratorier, pasienter, gjennomsnittlig vekt samt gjennomsnitts- og medianverdier for innrapporterte representative doser (DAP) med tilhørende beregnet 75. persentil. I tillegg vises de nasjonale referanseverdiene (NRV) som eksisterte før datainnsamlingen startet der dette finnes, sammen med antall laboratorier som oversteg denne verdien. Effektiv dose er beregnet ved gjennomsnittlig DAP (ICRP60).

NORAKO (Undersøkelse)	# Lab. (# pasienter)	Vekt [kg]	Gj.snitt [Gycm ²] (min-maks)	Median (maks/min)	75. persentil	NRV \square [Gycm ²]	Andel >NRV [%]	Gj.snittlig effektiv dose [mSv]
RGTH Thorax	115 (2271)	73	0,46 (0,08-1,52)	0,4 (19)	0,5	0,6	17	0,08
RGCC Cervical columna	26 (621)	72	0,64 (0,12-2,19)	0,6 (18,2)	0,8	-	-	-
RGCD Thoracal columna	20 (392)	72	2,6 (0,6-9,9)	2,24 (17)	3,1	-	-	0,5 *
RGCLS Lumbo-sacral columna	82 (1740)	72	6,5 (0,85-22,4)	5,49 (26,4)	7,5	10	10	1,3
RGPE Pelvis	87 (1859)	72	1,9 (0,49-5,39)	1,4 (11)	2,4	4	3,5	0,5
RGCX Hofte	22 (393)	74	1,14 (0,36-2,99)	1,01 (8,3)	1,3	-	-	-
RGABAC Abdomen	21 (526)	71	4,9 (1,65-13,4)	3,86 (8,1)	5,3	-	-	1,2
RGURIV Urografi (utredning)	15 (378)	72	13,0 (2-28,6)	12,59 (14,3)	14,7	20	20	2,3 *
RGICDO Colon DK	33 (581)	72	27,0 (5,3-67,4)	24,4 (12,7)	37,7	50	6	7,3
RGACOR Coronar angiografi	21 (3089)	76	38,0 (14,5-78)	36,6 (5,4)	41,8	80	0	7,6

\square NRV = Nasjonalt Referanseverdi

* Brukt antatt konversjonsfaktor [mSv/Gycm²]

Tabell 4 gir en oversikt for innrapporteringen av konvensjonelle undersøkelser fra de ulike virksomhetene og underliggende enheter.

Tabell 4: Oversikt over innrapporterte representative doser for konvensjonell røntgen som er med i rapporten fra de ulike virksomhetene samt deres underliggende enheter.

Virksomhet	Enhet	RGACOR	RGTH	RGPE	RGABPE	RGIV	RGCLS	RGICDO	RGCC	RGCX	RGCD	SUM
AHUS	AHUS		5	4	1			1				11
	Lillestrøm											0
	Stensby		1									1
	TOTALT		6	4	1			1				12
Betanien, Bergen			1				1	1				3
Betanien, Skien			1	1								2
Curato	Oslo City		1				1	1	1			4
	Kr. Augusts gate		1	1			1	1	1			5
	Stavanger		1	1			1		1		1	5
	Lillestrøm		1				1	1	1		1	5
	Haugesund		1	1			1		1			4
	Trondheim		1				1		1		1	4
	Telemark		1	1			1	1	1		1	6
	Bodø		1	1								2
	Bergen		1	1				2				4
	Gjøvik											0
TOTALT		9	6			9	4	7		4	39	
Diakonhjemmet			1	1				1				3
Feiringklinikken		4										4
Glittreklinikken			1									1
Haraldsplass												0
Helgelandssykehuset HF	Mo i Rana					1		1				4
	Mosjøen		1		1		1					5
	Sandnessjøen											0
	TOTALT		1		1	1	1	1				9
Helse Bergen	Haukeland	1		1	1	1						5
	Voss											0
	Hagavik											0
	TOTALT	1		1	1	1						5
Helse Finnmark HF	Kirkenes		1	1						1		3
	Hammerfest		1	1			1			1		4
	TOTALT		2	2			1			2		7
Helse Fonna HF	Odda		1	1	1		1	1	1			6
	Haugesund		1	1		1	1	1		1		6
	Stord		1				1	1				3
	TOTALT		3	2	1	1	3	3	1	1		15
Helse Førde HF	Førde		3			1	1	1				6
	Lærdal		2				1					3
	Florø		1				1	1				3
	Nordfjordeid		1	1								2
	TOTALT		7	1		1	3	2				14
Helse Nordmøre og Romsdal HF	Molde		3	2			2					7
	Kristiansund		1	1	1		2	1		1		7
	TOTALT		4	3	1		4	1		1		14
Helse Nord-Trøndelag HF	Levanger		2	1		1	1	1				6
	Namsos		1	1			1		1	1	1	6
	TOTALT		3	2		1	2	1	1	1	1	12
Helse Stavanger HF	Stavanger	2	4	5				2	3		3	19
	Torgv. Egersund		2				2		2		2	8
												0
	TOTALT	2	6	5			2	2	5		5	27
Helse Sunnmøre HF	Ålesund		1	1				1				3
	Volda		1	1			1	1				4
	TOTALT		2	2			1	2				7
Kristiansund Røntgeninstitut		1					1			1	3	
Lovisenberg		2									2	
Martina Hansens Hospital		1	1				1				3	
Medi3		1	1				1				3	
Nordlandssykehuset HF	Bodø	1	3	1	1			1	3	3	3	16
	Lofoten		1	1	1			1		2		6
	Stokmarknes		1	1		1	2	1				6
	TOTALT	1	5	3	2	1	3	2	3	5	3	28

Virksomhet	Enhet	RGACOR	RGTH	RGPE	RGABPE	RGIV	RGCLS	RGICDO	RGCC	RGCX	RGCD	SUM
OUS	Ullevål	4	3	2			1					10
	Aker		2	2	1		2			2		9
	Rikshospitalet	3	2	2		2	3		2	2	2	18
	Radiumhospitalet		2	2	1	1	1					7
	Legevakten											0
	Ski			1		1	1					3
	Sunnås											0
TOTALT		7	10	8	2	4	8		2	4	2	47
Røntgensenteret Kristiansand			3	3			3					9
St. Olav Hospital FH	St. Olav	1	2	1			2	1				7
	Orkanger			1			1					2
	Røros											0
	TOTALT	1	2	2			3	1				9
Sykehuset Innlandet HF	Gjøvik		1	1			1	1			1	5
	Hamar		2	2	1		1	1				7
	Tynset		1									1
	Elverum		2	2			2	1	1			8
	Kongsvinger			1		1	2					4
	Otta		1	1			1					3
	Fagerheim											0
	Lillehammer				1		1		1			3
TOTALT		7	7	2	1	8	3	2		1	31	
Sykehuset Telemark HF	Skien		2	3	2		3	1	1	1		13
	Porsgrunn		1	3		1	2		2			9
	Rjukan		2	1	1	1	1	1			1	8
	Notodden		1	1	1		1					4
	Kragerø		1									1
	TOTALT		7	8	4	2	7	2	3	1	1	35
Sykehuset Vestfold HF	Tønsberg		2							1		3
	Larvik											0
	TOTALT		2							1		3
Sykehuset Østfold HF	Fredrikstad		1	1	1							3
	Moss		2	2			1					5
	Askim		1	1			1					3
	Sarpsborg		1	1			1					3
	Halden											0
	TOTALT		5	5	1		3					14
Sørlandet sykehus HF	Arendal	2	2	2			1					7
	Kristiansand		2	2	1		2			2		9
	Flekkefjord		1	2			1			1		5
	TOTALT	2	5	6	1		4			3		21
Unilabs	Trondheim		1	1			1					3
	Majorstua		1	1			1	1				4
	Frogner		1				1	1				3
	Tønsberg		1				1	1	1		1	5
	Fredrikstad		1				1					2
	Bryn		1	1			1		1		1	5
	Bergen											0
	TOTALT		6	3			6	3	2		2	22
UNN	Tromsø	3	2	3	1		2			1		12
	TMS		1	1			1					3
	Narvik					1		1				2
	TOTALT	3	3	4	1	1	3	1		1		17
Vestre Viken HF	Bærum		2	2	1	1	2					8
	Drammen		2	2	1			1				6
	Kongsberg		1	1	1		1	1		1	1	7
	Ringerike		3	1			1					5
	TOTALT		8	6	3	1	4	2		1	1	26
Volvat Medisinske Senter	Volvat											
	Hamar											
	TOTALT											0
SUM ANTALL		21	115	87	21	15	82	33	26	22	20	447

3.2 Detektorteknologi

Ved innrapporteringen av dosedata var det kun mulig å identifisere bildeplater, film-folie teknikk og digitale detektorer. Detektorer som er angitt som digital detektor i rapporten er således en blanding av flere ulike digitale teknologier. Digitale detektorer i ulike former var mest brukt (70 %), fulgt av

bildeplateteknologi (22 %) og film-folie teknikk (0,8 %) (tabell 5). Digitale detektorer ble oppgitt brukt for 68 % og 78 % av laboratoriene i henholdsvis offentlig og privat virksomhet og det er kun innrapportert representative doser fra to laboratorier som bruker film-folie teknikk. Det var 16 laboratorier som ikke oppgav detektortype, alle i offentlig virksomhet.

Tabell 5: Antall laboratorier som bruker de ulike bilderegistreringssystem ved konvensjonell røntgen, fordelt på offentlig og privat virksomhet.

	Type bilderegistreringssystem			
	Digital	Bildeplate	Film-folie	Ikke angitt
Offentlig	122 (56 %)	40 (18 %)	1 (0,4 %)	16 (7 %)
Privat	31 (14 %)	8 (4 %)	1 (0,4 %)	0
SUM	153 (70 %)	48 (22 %)	2 (0,8 %)	16 (7 %)

Forskjellen i innrapportert dose mellom de ulike detektortypene er ofte påfallende. Ved en sammenligning ligger gjennomsnittsverdiene for de innrapporterte dosene for thorax, lumbosacralcolumna og pelvis i gjennomsnitt 175 % høyere for bildeplater i forhold til digitale detektorer (tabell 6).

Tabell 6: Gjennomsnittlige normaliserte representative doser for bildeplater sammenlignet med normaliserte verdier for digitale detektorer.

Undersøkelse	Digital detektor	Bildeplate
Thorax	100 %	140 %
Lumbosacralcolumna	100 %	201 %
Pelvis	100 %	183 %
Gjennomsnitt	100 %	175 %

3.3 Måling og beregning av DAP

Av de totalt 219 ulike laboratoriene ved konvensjonell røntgen var det 109 som hadde innebygget DAP måler, 30 hadde en beregnet DAP vha. av eksponeringsparametre, 34 hadde brukt en portabel DAP måler og 46 laboratorier oppgav ikke hvilken type som var brukt (tabell 7).

Tabell 7: Ulike metoder for å måle eller beregne DAP på de enkelte laboratoriene, fordelt på offentlig og privat sektor.

	Type DAP enhet			
	Portabelt	Innebygget	Beregnet	Ikke oppgitt
Offentlig	28	84	30	37
Privat	6	25	0	9
SUM lab	34	109	30	46

Av de 219 laboratoriene som rapporterte var det 102 (46,6 %) laboratorier som oppgav at DAP kammeret var kalibrert. Det var en større andel laboratorier i privat virksomhet som var kalibrert (70 %) sammenlignet med offentlige laboratorier (41,6 %) (tabell 8). Noen form for sporbarhet ble angitt av 69 (31,5 %) laboratorier fordelt på 49 offentlige og 20 private (tabell 9).

Tabell 8: Antallet DAP enheter som ble oppgitt å være kalibrert, fordelt på offentlig og privat virksomhet, samt totalt.

Kalibrert DAP kammer		Ikke kalibrert DAP kammer	
Offentlig	Privat	Offentlig	Privat
74 (41 %)	28 (70 %)	105 (59 %)	12 (30 %)
102 (47 %)		117 (53 %)	

Tabell 9: Antallet laboratorier der det ble angitt noen form for sporbarhet ved kalibreringen, fordelt på offentlig og privat virksomhet.

	Sporbarhet for kalibrering	
	Sporbarhet	Ikke sporbarhet
Offentlig	49 (27 %)	130 (73 %)
Privat	20 (50 %)	20 (50 %)
SUM lab	69 (32 %)	150 (68 %)

3.4 Resultater for de spesifikke konvensjonelle undersøkelsene

Alle representative doser for konvensjonell røntgen er representert ved dose-areal produkt (DAP) og oppgitt i enheten Gycm^2 .

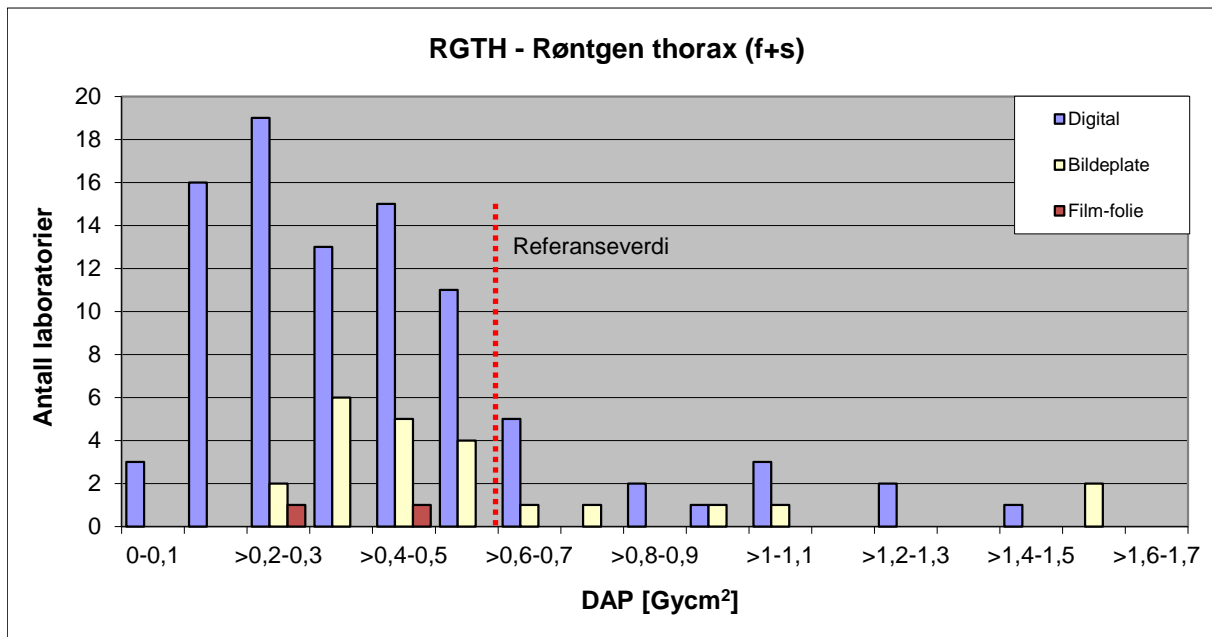
3.4.1 Thorax (RGTH)

Totalt ble det innrapportert 115 representative doser for røntgen thorax (front og side) og det er 2271 pasienter som inngår i materialet. Gjennomsnittlig DAP var $0,46 \text{ Gycm}^2$ med betydelige variasjoner for ulike detektorer (tabell 10). Forskjellen mellom laveste og høyeste dose var en faktor 19. Røntgen thorax er en av de få undersøkelsene der en fremdeles finner film-folie teknikk.

Tabell 10: Statistiske data for innrapportert DAP for røntgen thorax og ulike detekterende systemer. Om ikke annet er oppgitt er enheten Gycm^2 .

Detektor	Gj.snittlig representativ dose	Median	Min	Maks	Maks/min	SD	Antall	Andel (%)
Digital	0,42	0,37	0,08	1,42	17,8	0,35	90	78
Bildeplater	0,59	0,47	0,24	1,52	6,3	0,35	23	20
Film-folie	0,34	-	0,23	0,44	1,9	0,15	2	2
Totalt	0,46	0,4	0,08	1,52	19	0,3	115	100

Av de 115 thoraxlaboratoriene var det 20 (17 %) som rapporterte inn doser som var over den nasjonale referanseverdien på $0,6 \text{ Gycm}^2$ som eksisterte ved tidspunktet for innsamlingen (figur 1).



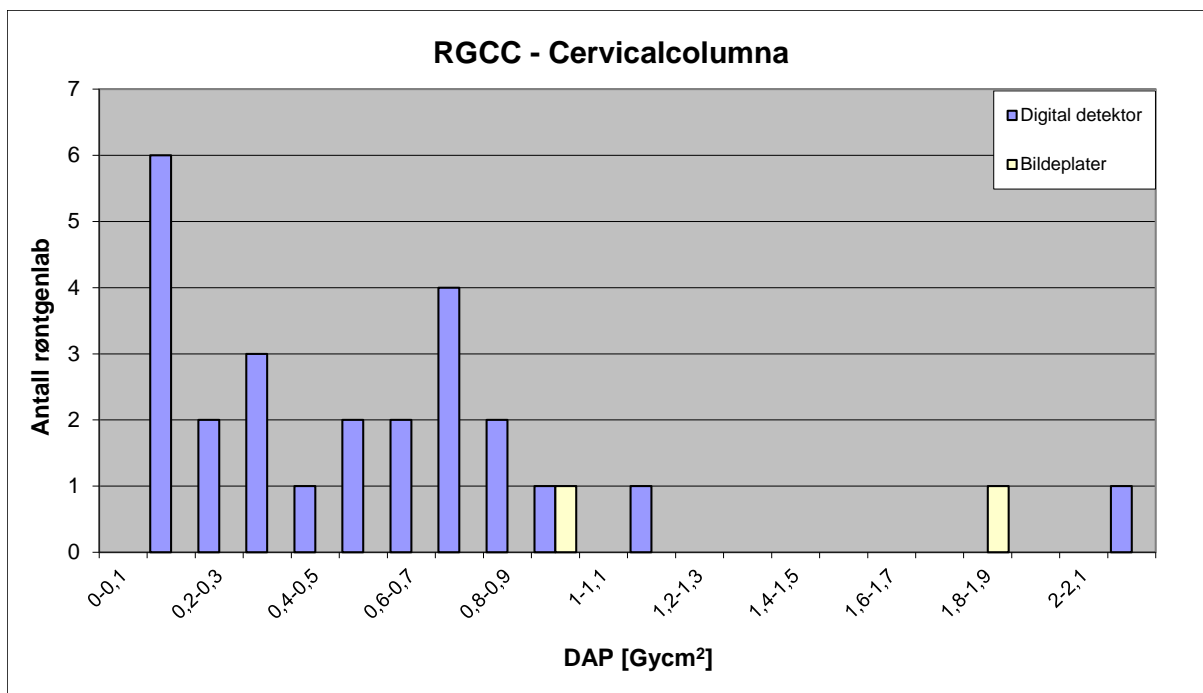
Figur 1: Fordeling av de innsamlede representative dosene fordelt på ulike detektorsystem for røntgen thorax. I tillegg vises den nasjonale referanseverdien (NRV) på 0,6 Gycm² som eksisterte før datainnsamlingen.

3.4.2 Cervicalcolumna (RGCC)

Det ble innrapportert 26 representative doser for røntgen av cervicalcolumna (tabell 11) og det er 621 pasienter med i materialet. Gjennomsnittlig DAP var 0,64 Gycm². Forskjellen mellom laveste og høyeste dose var en faktor 18. Ved tidspunktet for innsamlingen var det ikke etablert noen nasjonal referanseverdi for cervicalcolumna. Den store majoriteten av innsamlede verdier var foretatt på laboratorier som brukte digital detektor og forholdet mellom laveste og høyeste verdi var en faktor på 18. En fordeling av de ulike representative dosene og de ulike detektortypene sees i figur 2.

Tabell 11: Statistiske data for innrapportert DAP for røntgen cervicalcolumna og ulike detekterende systemer..

Detektor	Gj.snittlig representativ dose	Median	Min	Maks	Maks/min	SD	Antall	Andel (%)
Digital	0,57	0,54	0,12	2,19	18,2	0,5	24	92
Bildeplater	1,45	-	1	1,9	1,9	0,6	2	8
Totalt	0,64	0,6	0,12	2,19	18,2	0,51	26	100



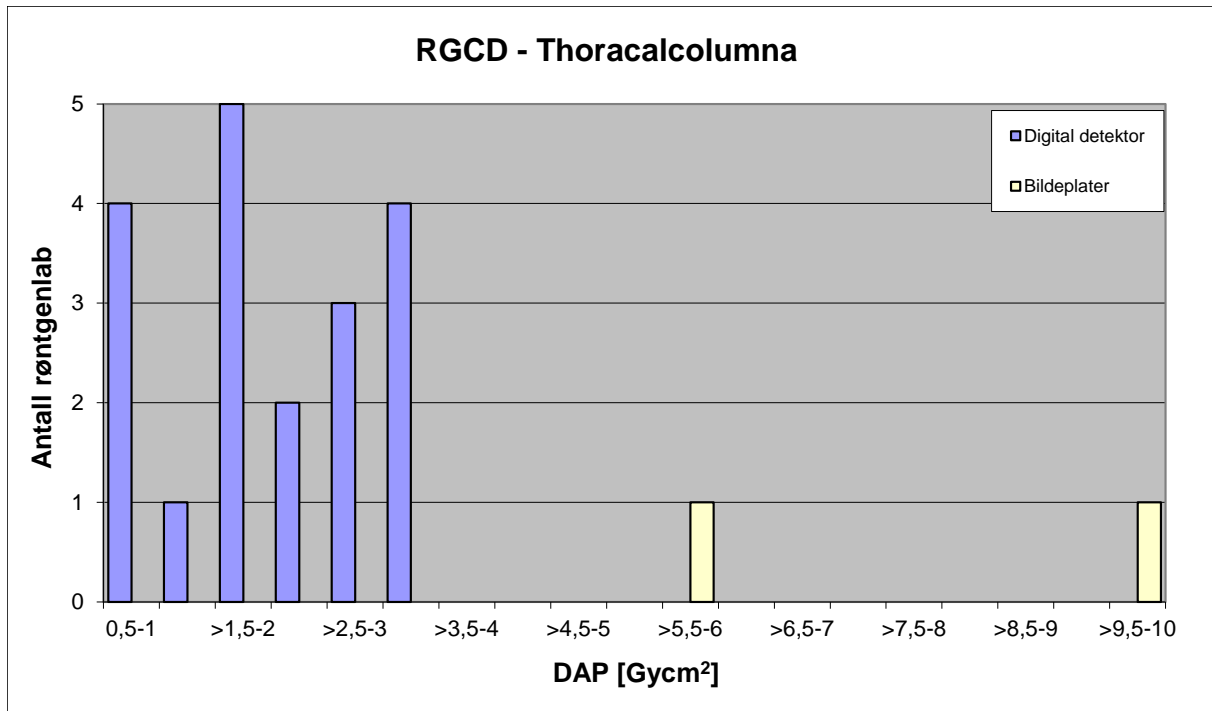
Figur 2: Fordeling av de innsamlede representative dosene fordelt på ulike detektorsystem for røntgen cervicalcolumna.

3.4.3 Thoracalcolumna (RGCD)

Det ble innrapportert 20 representative doser for thoracalcolumna (tabell 12) og det er 392 pasienter med i materialet. Gjennomsnittlig DAP var 2,6 Gycm² og det var en forskjell på 17 ganger mellom høyeste og laveste verdi. Ved tidspunktet for innsamlingen var det ikke etablert noen nasjonal referanseverdi for røntgen thoracalcolumna. Spredningen i de innrapporterte verdiene sees i figur 3.

Tabell 12: Statistiske data for innrapportert DAP for røntgen thoracalcolumna og ulike detekterende systemer.

Detektor	Gj.snittlig representativ dose	Median	Min	Maks	Maks/min	SD	Antall	Andel (%)
Digital	2,04	1,81	0,6	3,4	5,6	0,93	18	90
Bildeplater	7,85	-	5,8	9,9	1,7	2,9	2	10
Totalt	2,6	2,24	0,6	9,9	17	2,06	20	100



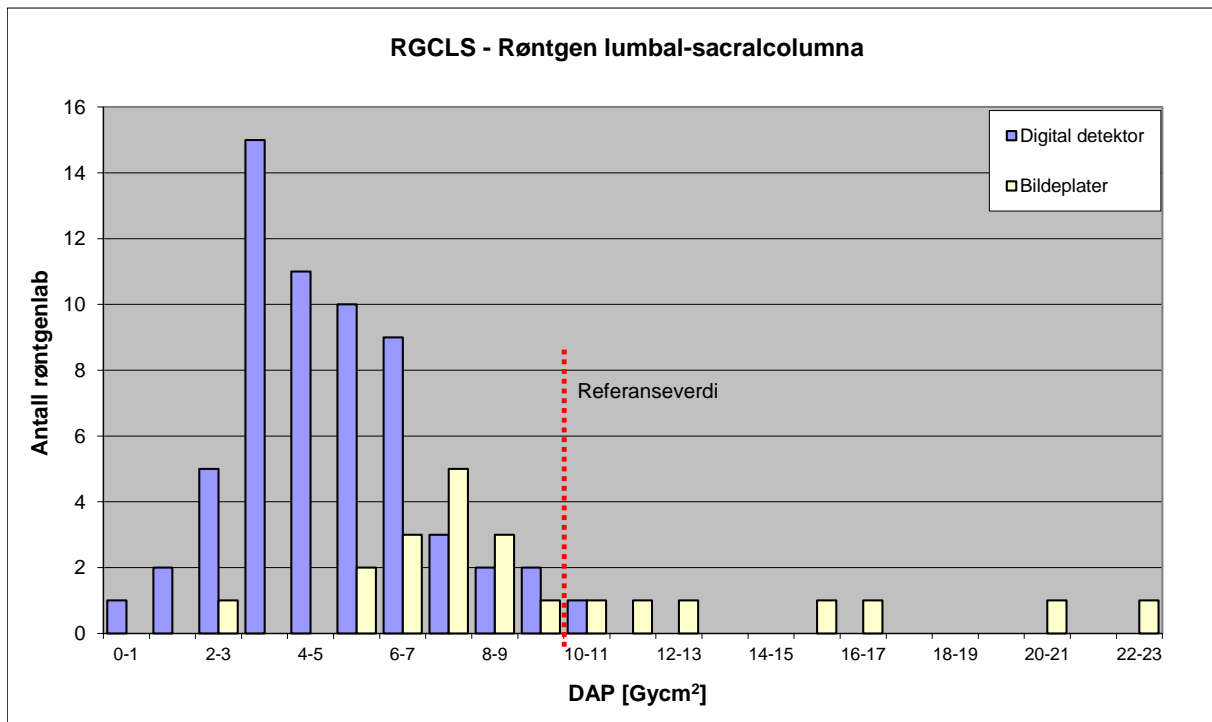
Figur 3: Fordeling av de innsamlede representative dosene fordelt på ulike detektorsystem for røntgen thoracalcolumnna.

3.4.4 Lumbo-sacralcolumnna (RGCLS)

Representative doser for lumbo-sacralcolumnna ble rapportert fra 82 laboratorier (tabell 13) og det er 1740 pasienter med i materialet. Gjennomsnittlig DAP var 6,5 Gycm² og det var en forskjell på 26 ganger mellom høyeste og laveste verdi. Et laboratorium med digital detektor og syv med bildeplater hadde doser høyere enn nasjonale referanseverdien på 10 Gycm² som eksisterte ved tidspunktet for innsamlingen (figur 4).

Tabell 13: Statistiske data for innrapporterte representative doser for røntgen lumbo-sacralcolumnna og ulike detekterende systemer.

Detektor	Gj.snittlig representativ dose	Median	Min	Maks	Maks/min	SD	Antall	Andel (%)
Digital	4,81	4,4	0,85	10,96	12,9	2	61	74
Bildeplater	9,69	8,03	2,43	22,41	9,2	5	21	26
Totalt	6,5	5,49	0,85	22,41	26,4	2	82	100



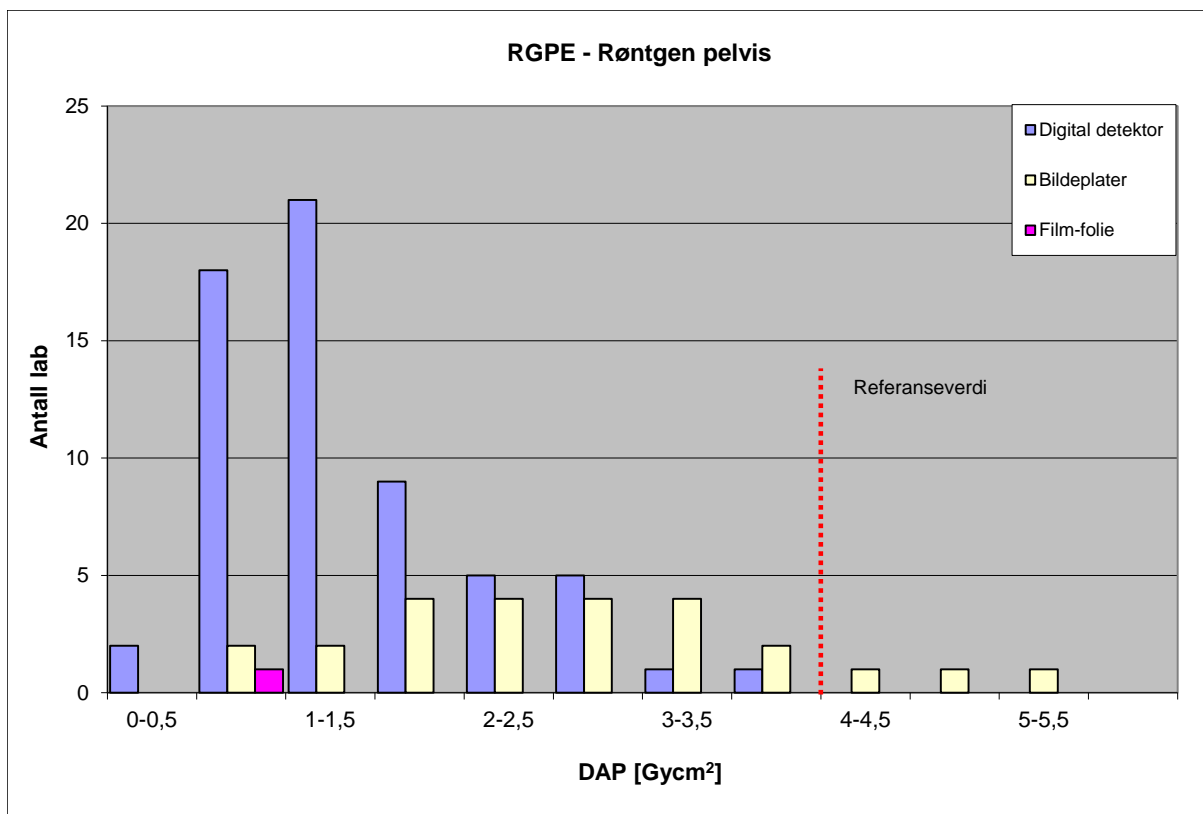
Figur 4: Fordeling av de innsamlede representative dosene fordelt på ulike detektorsystem for røntgen lumbo-sacralcolumna. I tillegg vises den nasjonale referanseverdien (NRV) på 10 Gycm² som eksisterte før datainnsamlingen.

3.4.5 Pelvis (RGPE)

Det ble innrapportert doser for pelvis fra 87 laboratorier (tabell 14) og det er 1859 pasienter med i materialet. Gjennomsnittlig DAP var 1,9 Gycm² og det var en forskjell på 11 ganger mellom høyeste og laveste verdi. Tre laboratorier med bildeplater hadde doser høyere enn den nasjonale referanseverdien på 4 Gycm² som eksisterte ved tidspunktet for innsamlingen. Fordelingen av de representative dosene sees i figur 5.

Tabell 14: Statistiske data for innrapporterte representative doser for røntgen pelvis og ulike detekterende systemer. Om ikke annet er oppgitt er enheten Gycm².

Detektor	Gj.snittlig representativ dose	Median	Min	Maks	Maks/min	SD	Antall	Andel (%)
Digital	1,43	1,23	0,49	3,78	7,7	0,8	62	70
Bildeplater	2,62	2,5	0,66	5,39	8,2	1,2	25	29
Film-folie	0,83						1	1
Totalt	1,9	1,4	0,49	5,39	11	1,1	88	100



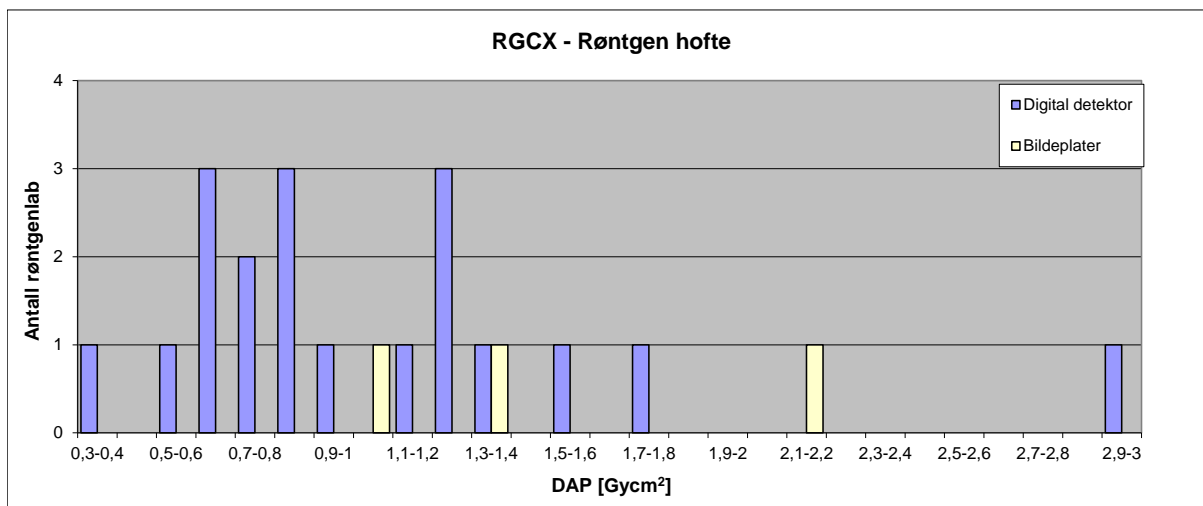
Figur 5: Fordeling av de innsamlede representative dosene fordelt på ulike detektorsystem for røntgen pelvis. I tillegg vises den nasjonale referanseverdien (NRV) på 4 Gy·cm² som eksisterte for datainnsamlingen.

3.4.6 Hofte (RGCX)

Totalt er det tatt med representative doser fra 22 laboratorier for røntgen av hofter (tabell 15) og det er 393 pasienter med i materialet. Gjennomsnittlig DAP var 1,14 Gy·cm² og det var en forskjell på 8 ganger mellom høyeste og laveste verdi. Det fantes ikke noen eksisterende nasjonal referanseverdi for røntgen hofte ved tidspunktet for datainnsamlingen. Fordelingen av de representative dosene sees i figur 6. Mange av de representative dosene som ble innrapportert var en blanding av undersøkelser av en og begge hofter (bilateralt) og pelvis i tillegg til hofte. Med bakgrunn i dette har det blitt foretatt en skjønnsmessig vurdering av de undersøkelsene som ikke ble oppfattet som hofte én side (bestående av to projeksjoner, front og side).

Tabell 15: Statistiske data for innrapportert DAP for røntgen hofte og ulike detekterende systemer.

Detektor	Gj.snittlig representativ dose	Median	Min	Maks	Maks/Min	SD	Antall	Andel [%]
Digitalt	1,08	0,8	0,36	2,99	8,3	0,6	20	86
Bildeplater	1,55	1,4	1,08	2,19	2	0,6	3	14
Totalt	1,14	1,01	0,36	2,99	8,3	0,6	22	100



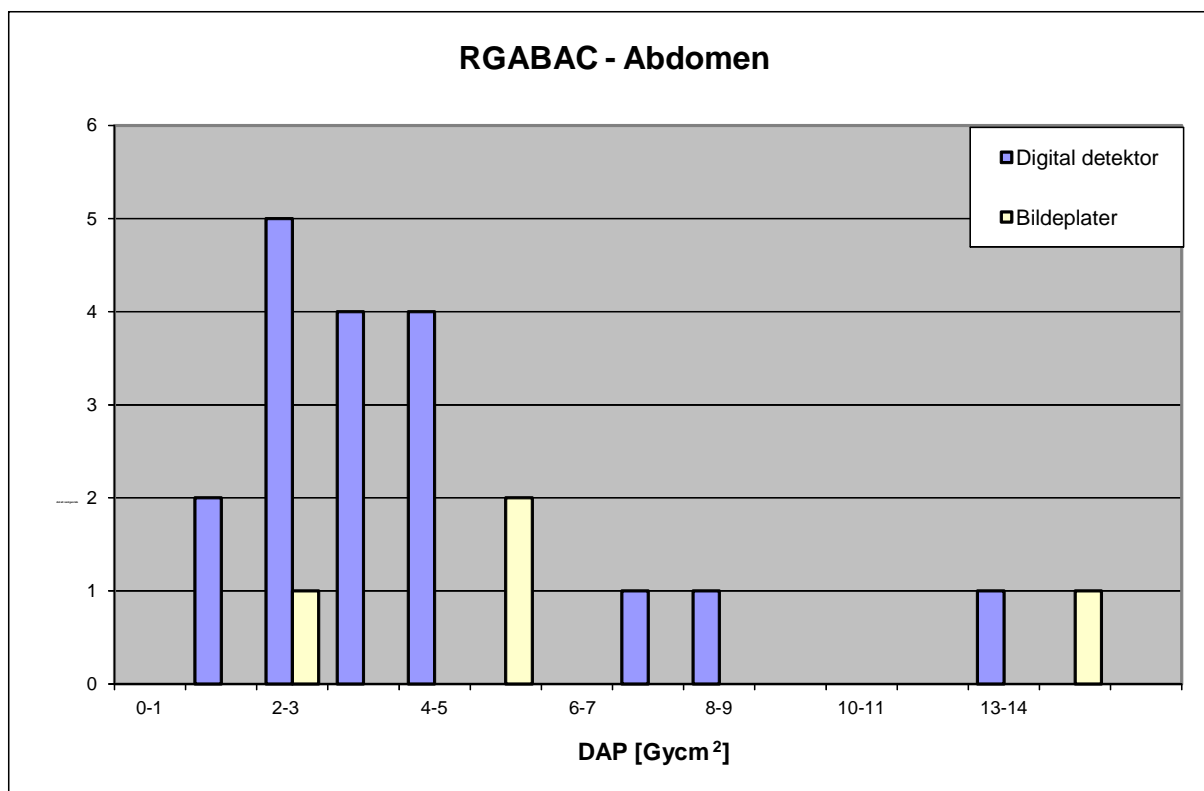
Figur 6: Fordeling av de innsamlede representative dosene fordelt på ulike detektorsystem for røntgen hofte.

3.4.7 Abdomen (RGABAC)

Totalt ble det innrapportert 21 representative doser for røntgen akutt abdomen (tabell 16) og det er 526 pasienter med i materialet. Gjennomsnittlig antall bilder var 3 (2-4,4) og gjennomsnittlig DAP var 4,9 Gycm². Det var en forskjell på faktor 8 mellom høyeste og laveste verdi. Ved tidspunktet for innsamlingen var det ikke etablert noen nasjonal referanseverdi for akutt abdomen. Fordelingen av de representative dosene sees i figur 7.

Tabell 16: Statistiske data for innrapportert DAP for røntgen akutt abdomen og ulike detekterende systemer.

Detektor	Gj.snittlig representativ dose	Median	Min	Maks	Maks/Min	SD	Antall	Andel [%]
Digitalt	4,3	3,5	1,65	12,41	7,5	2,8	17	81
Bildeplater	6,7	5,66	2,14	13,4	6,3	4,8	4	19
Totalt	4,9	3,86	1,65	13,4	8,1	3,2	21	100



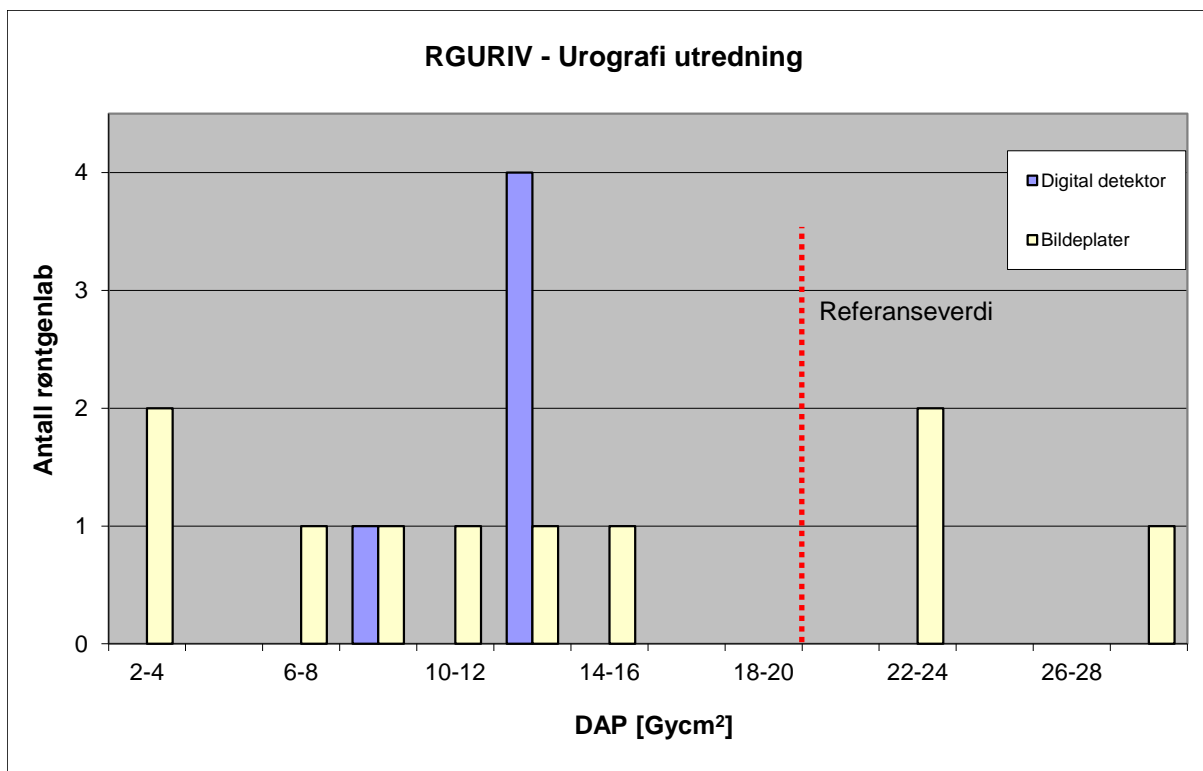
Figur 7: Fordeling av de innsamlede representative dosene fordelt på ulike detektorsystem for røntgen abdomen.

3.4.8 Urografi (RGURIV)

Det ble innrapportert doser for utredningsurografi fra 15 laboratorier (tabell 17) og det er 378 pasienter med i materialet. Gjennomsnittlig DAP var 13 Gy cm² og det var en forskjell på 14 ganger mellom høyeste og laveste verdi. Antallet eksponeringer var i gjennomsnitt 9,2 (6-15,9). Det ble ikke innhentet noen data for eventuell gjennomlysning ved urografi. Tre laboratorier med bildeplater hadde doser høyere enn den nasjonale referanseverdien på 20 Gy cm² som eksisterte ved tidspunktet for innsamlingen. Fordelingen av de representative dosene sees i figur 8. De innrapporterte urografiene var utfordrende da det ofte ikke var helt klart om det var utredning eller steinproblematikk som var rapportert. I noen av de innsendte skjemaene var det også en blanding av ulike typer urografier. Det er foretatt en skjønnsmessig sortering av de innrapporterte dataene.

Tabell 17: Statistiske data for innrapportert DAP for røntgen urografi og ulike detekterende systemer.

Detektor	Gj.snittlig representativ dose	Median	Min	Maks	Maks/Min	SD	Antall	Andel [%]
Digitalt	12,3	13,4	8,25	13,88	1,7	2,4	5	33
Bildeplater	13,38	11,81	2,03	28,55	14,1	8,8	10	67
Totalt	13,0	12,59	2,0	28,6	14,3	7,5	15	100



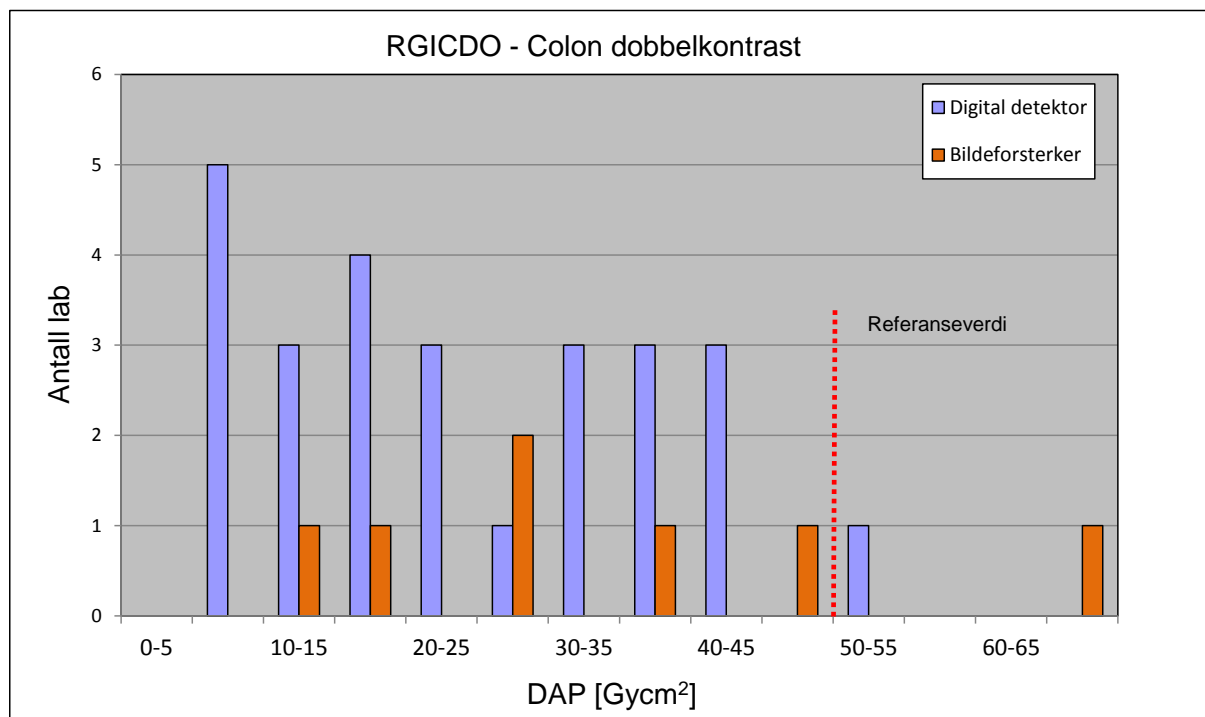
Figur 8: Fordeling av de innsamlede representative dosene fordelt på ulike detektorsystem for røntgen urografi. I tillegg vises den nasjonale referanseverdien (NRV) på 20 Gy·cm² som eksisterte før datainnsamlingen.

3.4.9 Colon med dobbelkontrast (RGICDO)

Det ble innrapportert doser for colon dobbelkontrast fra 33 laboratorier (tabell 18) og det er 581 pasienter med i materialet. Gjennomsnittlig DAP var 27 Gy·cm² og det var en forskjell på faktor 13 mellom laveste og høyeste dose. Antallet eksponeringer var i gjennomsnitt 19 (12,7-34,9) og gjennomsnittlig gjennomlysningstid var 5,1 minutter (2-12,7). To laboratorier hadde doser høyere enn den nasjonale referanseverdien på 50 Gy·cm² som eksisterte ved tidspunktet for innsamlingen. Fordelingen av de representative dosene sees i figur 9.

Tabell 18: Statistiske data for innrapportert DAP for colon dobbelkontrast.

Detektor	Gj. snittlig representativ dose	Median	Min	Maks	Maks/Min	SD	# eksponeringer	Gjennomlysningstid [min]	Antall
Digital	23,9	21,2	5,3	55,0	10,4	13,9	17,6 (12,7-24,1)	4,9	26
Bildeforsterker	33,9	26,2	12,3	67,4	5,5	19,2	24,3 (15,3-34,9)	6,0	7
Totalt	27,0	24,4	5,3	67,4	12,7	15,4	19 (12,7-34,9)	5,1 (2-12,7)	33



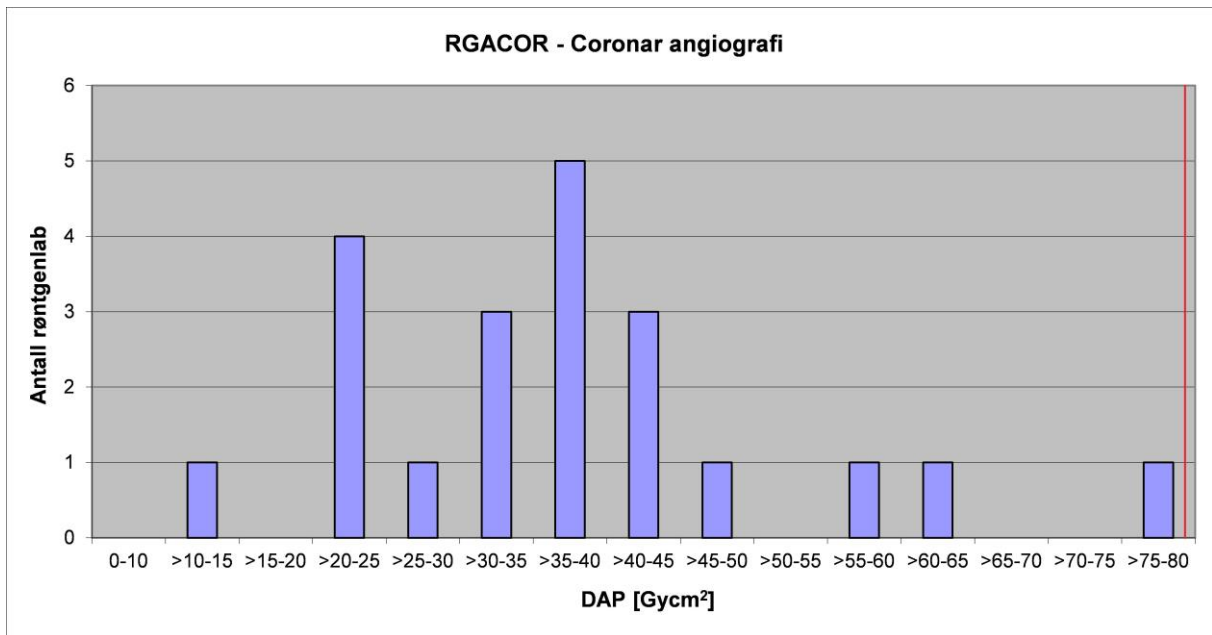
Figur 9: Fordeling av de innsamlede representative dosene for colon dobbelkontrast. I tillegg vises den nasjonale referanseverdien (NRV) på 50 Gycm² som eksisterte før datainnsamlingen.

3.4.10 Coronar angiografi (RGACOR)

Det ble innrapportert doser for coronar angiografi fra 21 laboratorier (tabell 19) og det er 3089 pasienter som inngår i materialet. Gjennomsnittlig DAP var 38 Gycm² og det var en forskjell på faktor 5 mellom laveste og høyeste dose. Gjennomsnittlig antall eksponeringer, rapportert fra 6 laboratorier, var 742 (513-971) og gjennomsnittlig gjennomlysningstid var 4,2 minutter (2,0-7,9) hvilket var oppgitt for 17 laboratorier. Alle laboratorier rapporterte doser som er under den gjeldende referanseverdien på 80 Gycm², som eksisterte ved tidspunktet for innsamlingen. At ingen laboratorier overstiger den nasjonale referanseverdien som eksisterte ved tidspunktet for innsamlingen, indikerer nok tydelig at den gjeldende grensen er satt for høyt. De innrapporterte representative dosene laboratoriene dekker sannsynligvis mer enn 80 % av alle laboratorier som utfører hjerteangiografi. De representative dosene ved hjerteangiografi var de som varierte minst blant de konvensjonelle undersøkelsene. Fordelingen av de representative dosene sees i figur 10.

Tabell 19: Statistiske data for innrapportert DAP for coronar angiografi.

Gjennomsnittlig representativ dose	Median	Min	Maks	Maks/Min	SD	Antall
38	36,6	14,5	78	5,4	14,9	21



Figur 10: Fordeling av de innsamlede representative dosene for coronar angiografi. I tillegg vise den nasjonale referanseverdien (NRV) på 80 Gycm² som eksisterte før datainnsamlingen.

4 Resultater - CT undersøkelser

4.1 Tilbakerapportering og teknologi

I rapporten er det bare tatt med undersøkelser der det er nok statistikk for å revidere/etablere nasjonale referanseverdier. Totalt ble det innrapportert 389 individuelle representative doser fra totalt 94 forskjellige CT laboratorier fordelt på 10 ulike CT undersøkelser. Innrapporteringen var fordelt på 297 og 92 representative doser fra henholdsvis offentlig og privat virksomhet (tabell 23). En oppsummering av CT undersøkelsene som rapporten omfatter med antall laboratorier, pasienter samt statistikk over innrapporterte representative doser med tilhørende 75. persentil for DLP og $CTDI_{vol}$ vises i henholdsvis tabell 21 og 22. I tillegg vises de nasjonale referanseverdiene (NRV) som eksisterte før datainnsamlingen startet der dette finnes, sammen med andelen laboratorier som oversteg denne verdien. Andelen laboratorier som oversteg de nasjonale referanseverdiene for DLP varierte fra 6 % for CT caput til 16 % ved CT abdomen og bekken. Effektiv dose er beregnet fra gjennomsnittet av de innrapporterte representative dosene, basert på organvektfaktorer gitt i ICRP60 [6] og konversjonsfaktorer [mSv/mGycm] gitt i Radiation Protection 154 [17]. For $CTDI_{vol}$ var det ikke noen laboratorier som oversteg referanseverdiene for CT abdomen og bekken, men 10 % oversteg referanseverdien for CT caput. Medianverdier er i hovedsak mindre enn gjennomsnittsverdiene. Dette betyr at de representative doserne i de fleste tilfeller ikke er normalfordelt, men har en skjevfordeling med en del høye verdier. Gjennomsnittlig ratio for maks/min ved CT undersøkelsene var en faktor 5,4 (med unntak av CT bihuler).

Tabell 21: CT undersøkelser som rapporten omfatter med antall laboratorier, pasienter, gjennomsnittlig vekt, andel av pasienter der vekt var oppgitt samt gjennomsnitts- og medianverdier for innrapportert DLP [mGycm] med tilhørende beregnet 75. persentil. I tillegg vises de nasjonale referanseverdiene (NRV) som eksisterte før datainnsamlingen startet der dette finnes, sammen med antall laboratorier som oversteg denne verdien. Effektiv dose er beregnet ved gjennomsnittlig DLP (ICRP60).

NORAKO (Undersøkelse)	# Lab. (# pas.)	Vekt (andel %)	Middel ± SD (min-maks)	Median (maks/min)	75 persentil	NRV	Andel > NRV [%]	Gj.snittelig effektiv dose [mSv]
CTKC Caput aksial	78 (2762)	72 (53)	868 ± 246 (461-1781)	845 (3,9)	1009	1200	6,4	1,8
CTTH Thorax	70 (3558)	72 (84)	335 ± 136 (125-970)	305 (7,8)	406	600	4,3	4,7
CTCL Lumbalcolumna	36 (729)	73 (83)	375 ± 192 (146-1002)	334 (6,9)	470	600	11	5,6
CTABPE Abdomen/pelvis	75 (4004)	72 (88)	635 ± 216 (243-1650)	615 (6,8)	720	800	16	9,5
CTKV Bihuler	33 (868)	73 (48)	127 ± 116 (11-642)	93 (61)	134	-	-	0,3 *
CTCM Hals	18 (744)	73 (50)	500 ± 251 (225-1250)	438 (5,6)	591	-	-	3
CTCC Cervicalcolumna	13 (360)	70 (23)	331 ± 179 (147-694)	250 (4,7)	390	-	-	2
CTUR Urografi >1 serie	11 (225)	74 (73)	1043 ± 504 (503-2012)	860 (4)	1474	-	-	15,6
CTUR Urografi stein	25 (445)	74 (100)	234 ± 126 (101-538)	189 (5,3)	278	-	-	3,5
CTIC Colon	24 (434)	72 (72)	570 ± 175 (239-871)	607 (3,6)	684	-	-	8,6

* Benyttet antatt konversjonsfaktor [mSv/mGycm]

Tabell 22: CT undersøkelser som rapporten omfatter med antall laboratorier, pasienter, gjennomsnittlig vekt, andel av pasienter der vekt var oppgitt samt gjennomsnitts- og medianverdier for innrapportert $CTDI_{vol}$ [mGy] med tilhørende beregnet 75. persentil. I tillegg vises de nasjonale referanseverdiene (NRV) som eksisterte før datainnsamlingen startet der dette finnes, sammen med antall laboratorier som oversteg denne verdien.

NORAKO (Undersøkelse)	# Lab. (# pas)	Vekt [kg] (andel i %)	Middel \pm SD (min-maks)	Median (maks/min)	75 persentil	NRV	Andel > NRV [%]
CTKC Caput aksial	70 (1368)	72 (53)	61 \pm 17 (33-142)	59 (4,3)	69	75	10
CTTH Thorax	67 (1255)	72 (84)	10 \pm 5 (3,0-30)	9,5 (10)	13	20	6
CTCL Lumbalcolumna	36 (617)	73 (83)	23 \pm 11 (9,0-63)	18 (7)	27	55	2,8
CTABPE Abdomen/pelvis	71 (1329)	72 (88)	13 \pm 4 (5,1-25)	13 (4,9)	15	25	0
CTKV Bihuler	30 (563)	73 (48)	11 \pm 10 (1,3-54)	8,7 (42)	13	-	-
CTCM Hals	14 (244)	73 (50)	17 \pm 5 (10-26)	16 (2,6)	20	-	-
CTCC Cervicalcolumna	11 (190)	70 (23)	17 \pm 8 (6,1-34)	14 (5,6)	21	-	-
CTUR Urografi >1 serie	9 (168)	74 (73)	15 \pm 7 (8,2-26)	13 (3,2)	16	-	-
CTUR Urografi stein	25 (445)	74 (100)	5,6 \pm 3 (2,3-16)	4,8 (7)	6,6	-	-
CTIC Colon	23 (424)	72 (72)	9,0 \pm 4 (3,9-16)	9,6 (4,1)	12	-	-

Tabell 23: Oversikt over innrapporterte representative doser for CT undersøkelser som er med i rapporten fra de ulike virksomhetene samt deres underliggende enheter.

Virksomhet	Enhet	CTKC	CTTH	CTKV	CTCM	CTCC	CTCL	CTABPE	CTUR utredn.	CTUR stein	CTIC	SUM
AHUS	AHUS	3	2					3		1		9
Betanien	Bergen		1				1	1				3
Curato Røntgen AS	Oslo City	1	1	1	1	1	1	1	1		1	9
	Kr. Augusts gate	1	1	1	1		1	1	1		1	8
	Lillestrøm	1	1	1			1	1	1		1	7
	Gjøvik	1	1	1			1	1	1		1	7
	Telemark							1	1	1		3
	Stavanger	1	1	1			1	1				5
	Haugesund	1	1	1			1	1			1	6
	Bergen	1					1	1			1	4
	Trondheim	1	1	1			1	1				5
	Bodø							1				1
	Sandvika							1				1
	TOTALT		8	7	7	2	1	8	11	5	1	6
Diakonhjemmet		1	1					1				3
Haraldsplass		1										1
Helgelandssykehuset	Mosjøen	1	1	1		1	1	1		1		7
	Mo i Rana	1	1	1		1	1	1				6
	Sandnessjøen			1				1			1	3
	TOTALT	2	3	2	0	2	2	3	0	1	1	16
Helse Bergen HF	Haukeland	1	1	1	1		1	1	1			7
	Voss											0
	Hagavik											0
	TOTALT											7
Helse Finnmark HF	Hammerfest	1	1	1			1	1	1			6
	Kirkenes	1	1		1	1	1	1		1	1	8
	TOTALT	2	2	1	1	1	2	2	1	1	1	14
Helse Fonna HF	Haugesund	1	1					1			1	4
	Stord	1	1				1	1				4
	Odda	1	1	1				1				4
	TOTALT	3	3	1	0	0	1	3	0	0	1	12
Helse Førde HF	Førde	1	1	1	1			1				5
	Nordfjordeid	1										1
	Lærdal	1										1
	Florø						1					1
	TOTALT	3	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0
Helse Nordmøre og Romsdal HF	Molde	1	1	1		1	2	1		1	1	9
	Kristiansund	1	1					1		1		4
	TOTALT	2	2	1	0	1	2	2	0	2	1	13
Helse Nord-Trøndelag HF	Levanger	1	1	1			1	1		1	1	7
	Namsos	1	1	1			1	1			1	6
	TOTALT	2	2	2	0	0	2	2	0	1	2	13
Helse Stavanger HF	Stavanger	3	2		2			1		2	1	11
Helse Sunnmøre HF	Ålesund	2	2	1				2				7
	Volda	1	1	1				1				4
	TOTALT	3	3	2	0	0	0	3	0	0	0	11
Lovisenberg Diakonale Sykehus			1	1				1				3
Medi 3	Medi 3	1	1					1				3

Virksomhet	Enhet	CTKC	CTTH	CTKV	CTCM	CTCC	CTCL	CTABPE	CTUR utredn.	CTUR stein	CTIC	SUM
Nordlandssykehuset	Bodø	2	1	1	1	1		1				7
	Lofoten	1										1
	Stokmarknes	1	1				1	1				4
	TOTALT	4	2	1	1	1	1	2	0	0	0	12
Oslo Universitetssykehus	Aker sykehus	2	2	1		1	1	2		2	1	12
	Aker sykehus - Ski	1	1	1			1	1	1	1	1	8
	Radiumhospitalet	1	2		2			2	2			9
	Rikshospitalet	2	3	2	2	1	1	3				14
	Ullevål	1	3					2			1	7
TOTALT	7	11	4	4	2	3	10	3	3	3	50	
Røntgensenteret - Kristiansand		1	1				1	1				4
St. Olav Hospital	St. Olav	3	4				1	4		1		13
	Orkanger	1	1				1	1			1	5
	TOTALT	4	5	0	0	0	2	5	0	1	1	18
Sykehuset Innlandet HF	Lillehammer	1								1		2
	Hamar		1				1	1				3
	Hamar	1								1		2
	Gjøvik	1	1	1	1	1		1			1	7
	Kongsvinger	1	1				1	1				4
	TOTALT	4	3	1	1	1	2	3	0	2	1	18
Sykehuset Telemark	Skien	1	1	1	1			1				5
	Skien	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
	Kragerø	1	1	1			1	1				5
	Notodden	1	1					1		1		4
	TOTALT	4	4	3	2	1	2	4	1	2	1	24
Sykehuset Vestfold	Tønsberg	1			1	1		1		1		5
Sykehuset Østfold	Fredrikstad	1						1				2
	Moss	1	1					1				3
	Askim	1										1
	TOTALT	3	1	0	0	0	0	2	0	0	0	6
Sørlandet sykehus	Kristiansand	1	1	1	1	1		1		1		7
	Arendal	1	1	1		1		1		1		6
	Flekkefjord	1	1					1				3
	TOTALT	3	3	2	1	2	0	3	0	2	0	16
Unilabs	Trondheim	1	1				1	1				4
	Fredrikstad	1	1				1	1			1	5
	Majorstua	1					1				1	3
	Bryn	1	1				1	1				4
	Tønsberg		1					1			1	3
	TOTALT	4	4	0	0	0	4	4	0	0	3	19
UNN	Tromsø	2	2	1	1			2		2		10
	Harstad	1					1					2
	Narvik											0
	TOTALT	3	2	1	1	0	1	2	0	2	0	12
Vestre Viken HF	Kongsberg Sykehus	1	1	1			1	1		1		6
	Asker-Bærum	2	1				1	1			1	7
	Ringerike	1	1					1		1		3
	Sykehuset Buskerud	1	1	1				1		1	1	6
	TOTALT	5	4	2	0	0	2	4	0	3	2	22
SUM		78	72	33	18	13	38	77	11	25	24	389

De innrapporterte representative dosene er stammer fra 72 og 22 laboratorier i henholdsvis offentlig og privat virksomhet (tabell 24). Kun 21 % av CT scannerne er oppgitt å være kalibrert/verifisert med tanke på de dosimetrisk størrelsene $CTDI_{vol}$ og DLP som kommer opp på CT konsollen.

Tabell 24: Oversikt over antall offentlige og private virksomheter, enheter og laboratorier som har rapportert representative CT doser, samt antall som oppga av dosemåleenheten var kalibrert. Prosentandeler er gitt i parentes.

	Virksomheter	Enheter	Laboratorier	Kalibrert
Offentlige	20 (71 %)	51 (70 %)	72 (77 %)	11 (15 %)
Private	8 (29 %)	22 (30 %)	22 (23 %)	9 (41 %)
Totalt	28	73	94	20 (21 %)

Alle de fire store CT leverandørene er representert i den nasjonale innrapporteringen og fordelingen kan sees i tabell 25. Siemens er den mest representerte leverandøren.

Tabell 25: Oversikt over antall CT scannerne fra de ulike leverandørene som inngår i rapporteringen.

Leverandør	GE	Philips	Siemens	Toshiba	Totalt
Antall	20	21	44	9	94

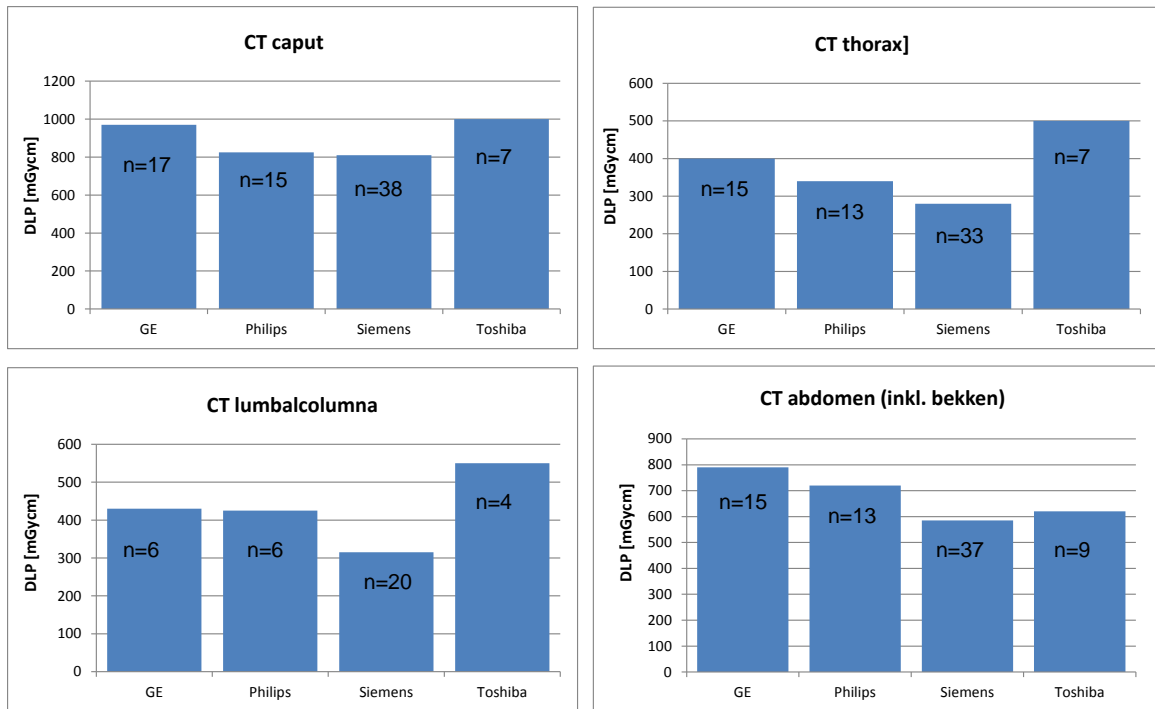
Oversikt over de ulike CT scannerne fordelt på antall simultane snitt vises i tabell 26. De vanligste scannerne er 16 og 24 snitt scannerne, henholdsvis 36 og 24 %.

Tabell 26: Oversikt over de ulike CT scannerne fordelt på antall simultane snitt.

Type CT	Antall snitt												
	1	2	4	6	8	10	16	32	40	64	128	256	?
Antall	7	5	8	4	1	1	31	3	6	26	1	1	1

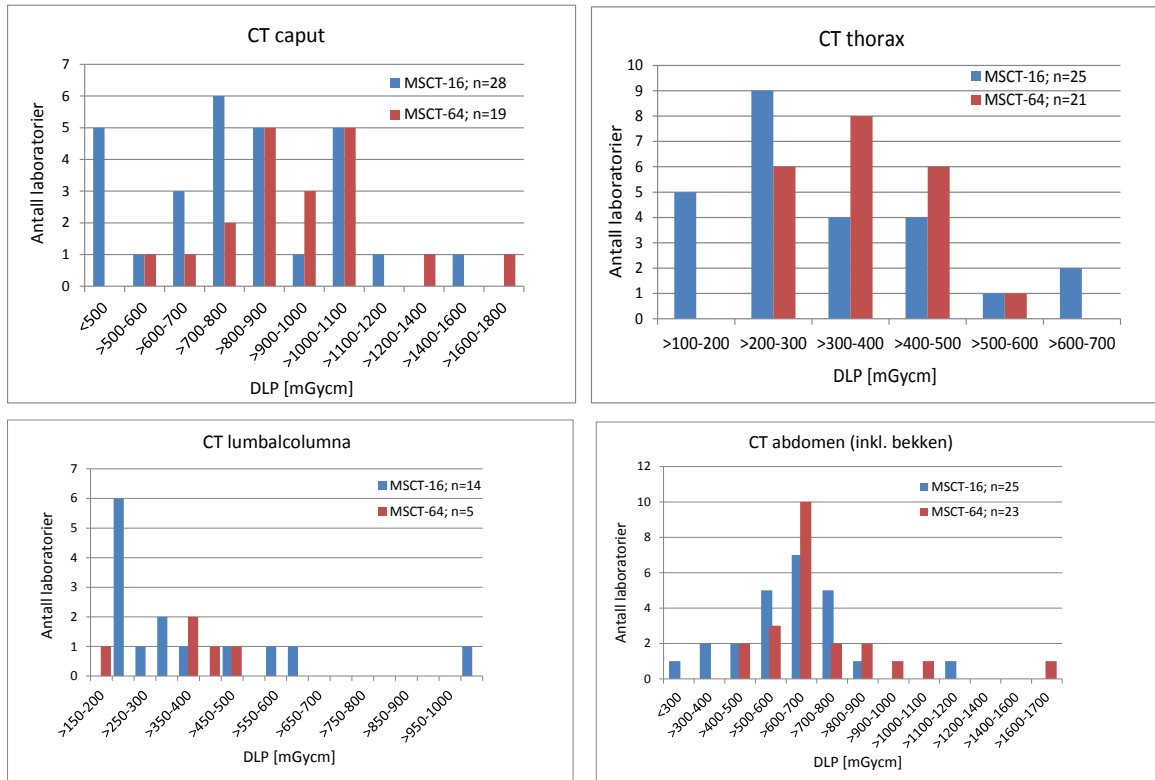
4.2 Generell analyse

Det er ikke funnet noen klar sammenheng mellom brukt kVp og stråledose og den vanligste brukte kVp var 120. Automatic Exposure Control (AEC) ble mye brukt, men heller ikke der ble det funnet noen klar sammenheng mellom dose og bruk/ikke bruk av AEC. Det var heller ikke mulig å analysere dose versus rørstrøm, da rørstrømmen ble oppgitt på flere måter (mAs , mAs_{eff} eller mAs_{tot}). Det ble funnet noen forskjeller i dose for de fire ulike leverandørene (figur 11) men det er ikke trukket noen konklusjoner, mer enn at Siemens scannerne generelt ser ut å ha de laveste dosene.



Figur 11: Variasjoner i DLP for de fire ulike leverandørene, for CT caput, CT thorax, CT lumbalcolumna og CT abdomen (inkl. bekken).

DLP er noe høyere for flersnittsscannere, noe som indikerer at scanlengden blir lengre (figur 12). Dette kan delvis forklares med overscanning.



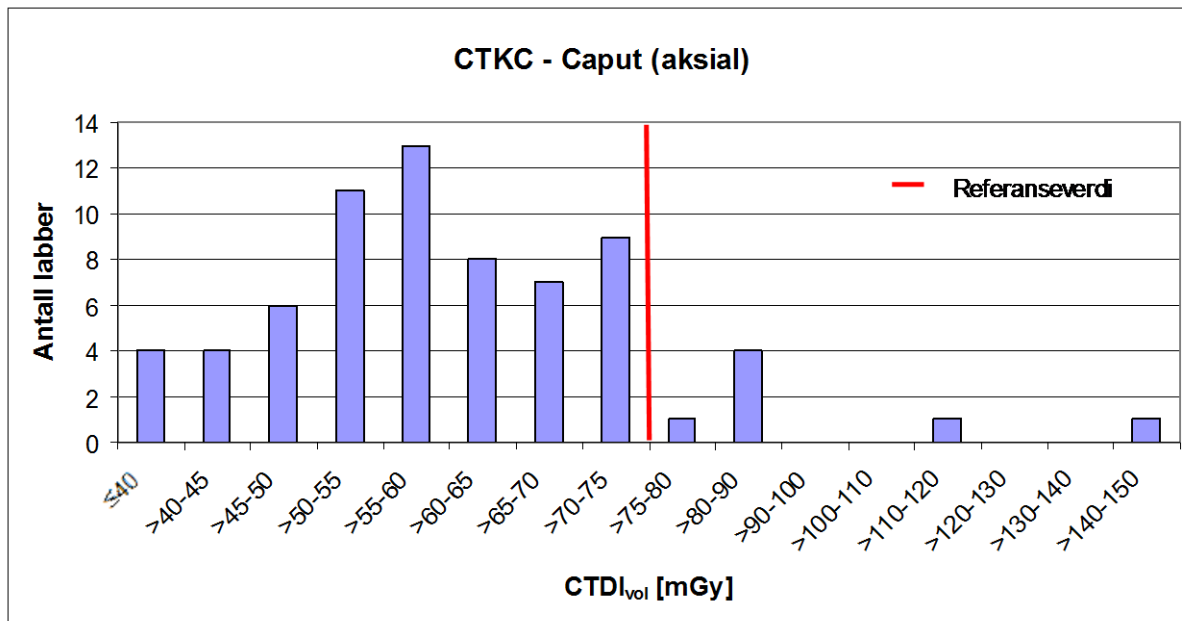
Figur 12: Fordeling av innsamlede DLP for 16 og 64 MSCT, for CT caput, CT thorax, CT lumbalcolumna og CT abdomen (inkl. bekken).

4.3 Resultater for de spesifikke CT undersøkelsene

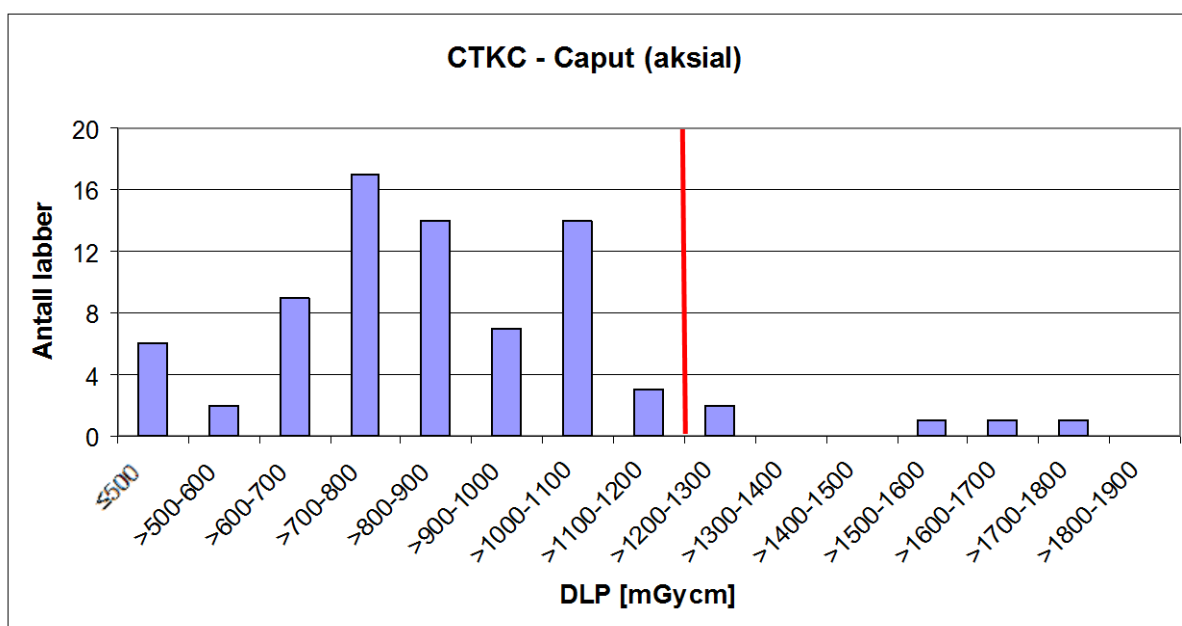
Alle representative doser for CT undersøkelser er representert ved DLP og $CTDI_{vol}$ og oppgitt i respektive enhetene mGycm og mGy.

4.3.1 CT Caput (CTKC)

Totalt ble det innrapportert 82 representative doser for CT caput, 78 med aksial scanteknikk og 4 med helical scanteknikk. Materialet omfatter 2762 pasienter. Gjennomsnittlig DLP og $CTDI_{vol}$ var henholdsvis 870 mGycm og 62 mGy. Fordeling av rapporterte DLP og $CTDI_{vol}$ verdier for CTKC (aksial) sammen med referanseverdien som var gjeldende på tidspunktet før innrapporteringen vises i figur 13 og 14.



Figur 13: Fordeling av de innsamlede $CTDI_{vol}$ verdiene for CT caput (aksial). I tillegg vises den nasjonale referanseverdien (NRV) på 75 mGy som var gjeldende på tidspunktet før innsamlingen.



Figur 14: Fordeling av de innsamlede DLP verdiene for CT caput (aksial). I tillegg vises den nasjonale referanseverdien (NRV) på 1200 mGycm som var gjeldende på tidspunktet før innsamlingen.

4.3.2 Thorax (CTTH)

Totalt ble det innrapportert 70 og 67 doser representative doser for henholdsvis DLP og $CTDI_{vol}$ for CT thorax. Statistikken bygger på 3578 pasienter. Gjennomsnittlig DLP og $CTDI_{vol}$ var henholdsvis 335 mGycm og 10 mGy. Fire og 3 steder hadde doser høyere enn de nasjonale referanseverdiene på 600 mGycm og 20 mGy, for DLP og $CTDI_{vol}$, som fantes ved tidspunktet for innrapporteringen. Fordelingen av de representative dosene sees i figur 15 og 16.

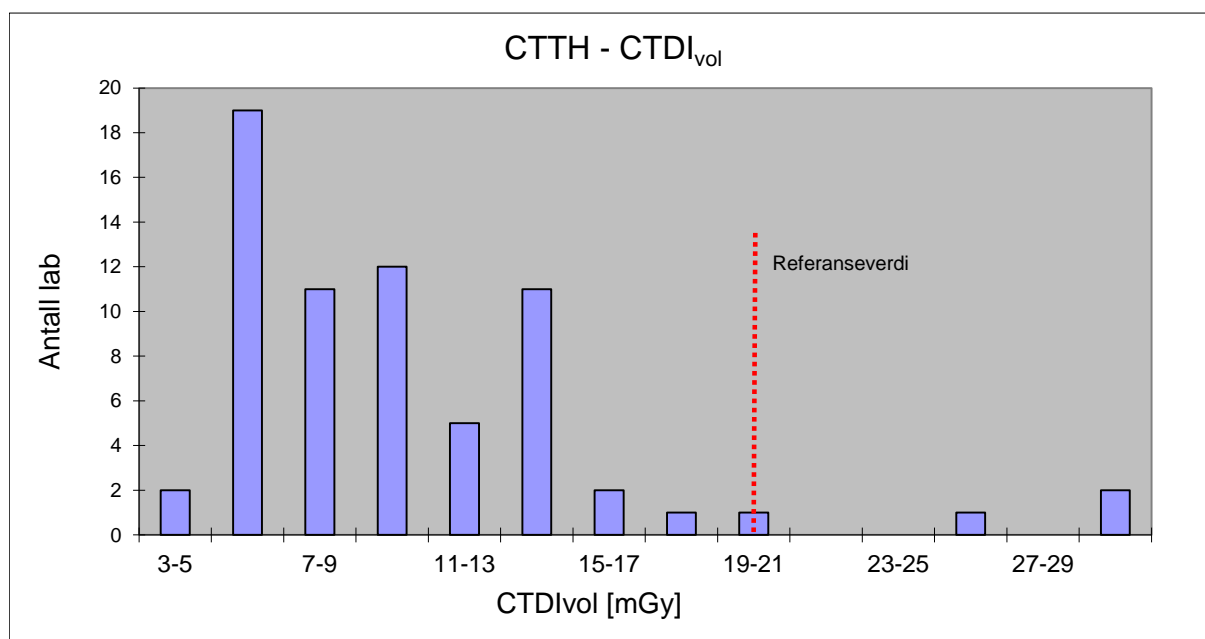


Fig 15: Fordeling av de innsamlede $CTDI_{vol}$ verdiene for CT thorax. I tillegg vises den nasjonale referanseverdien (NRV) på 20 mGy som var gjeldende på tidspunktet før innsamlingen.

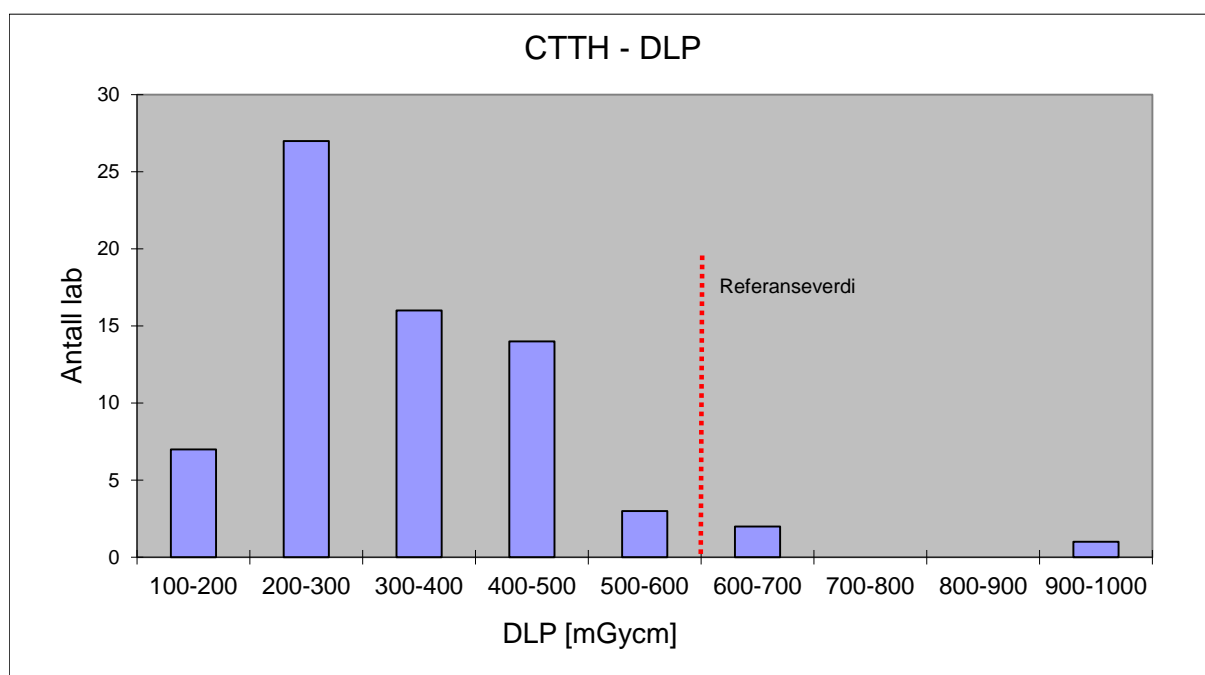


Fig 16: Fordeling av de innsamlede DLP verdiene for CT thorax. I tillegg vises den nasjonale referanseverdien (NRV) på 600 mGycm som var gjeldende på tidspunktet før innsamlingen.

4.3.3 Lumbalcolumna (CTCL)

Det ble innrapportert 36 representative doser for både DLP og $CTDI_{vol}$ ved CT lumbalcolumna. Materialet omfatter 762 pasienter. Gjennomsnittlig DLP og $CTDI_{vol}$ var henholdsvis 375 mGycm og 23 mGy. Ett og fire steder hadde doser høyere enn de nasjonale referanseverdiene på 600 mGycm og 55 mGy, for DLP og $CTDI_{vol}$, som fantes ved tidspunktet for innrapporteringen. Fordelingen av de representative dosene sees i figur 17 og 18.

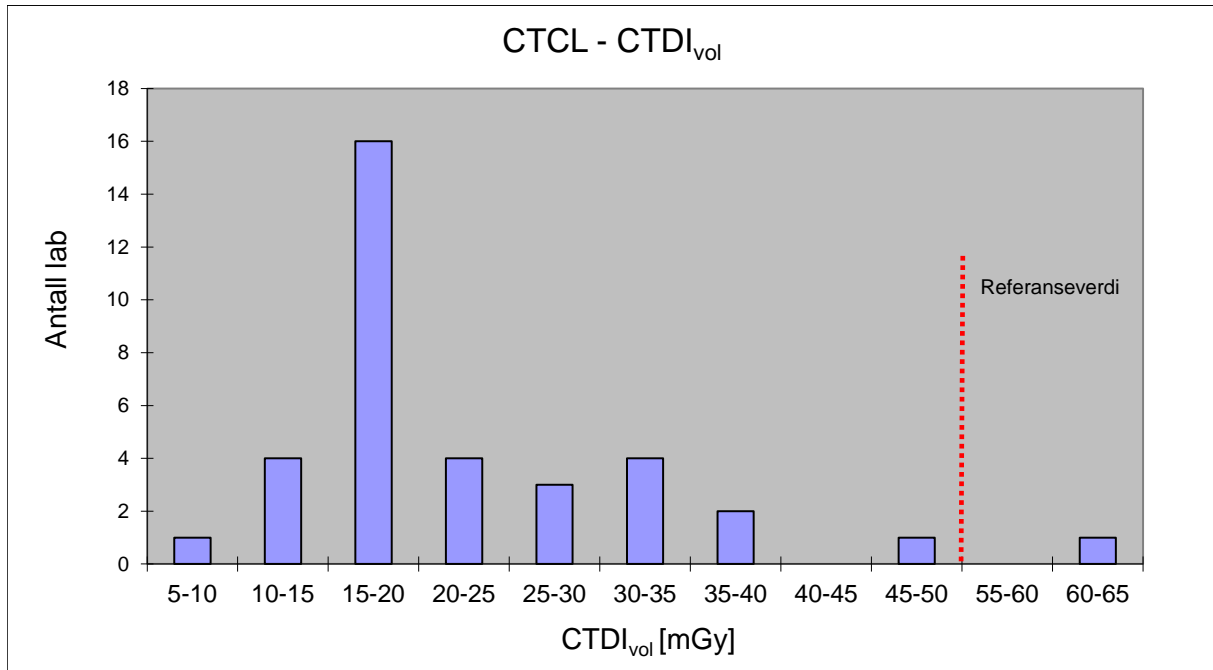


Fig 17: Fordeling av de innsamlede $CTDI_{vol}$ verdiene for CT lumbalcolumna. I tillegg vises den nasjonale referanseverdien (NRV) på 55 mGy som var gjeldende på tidspunktet før innsamlingen.

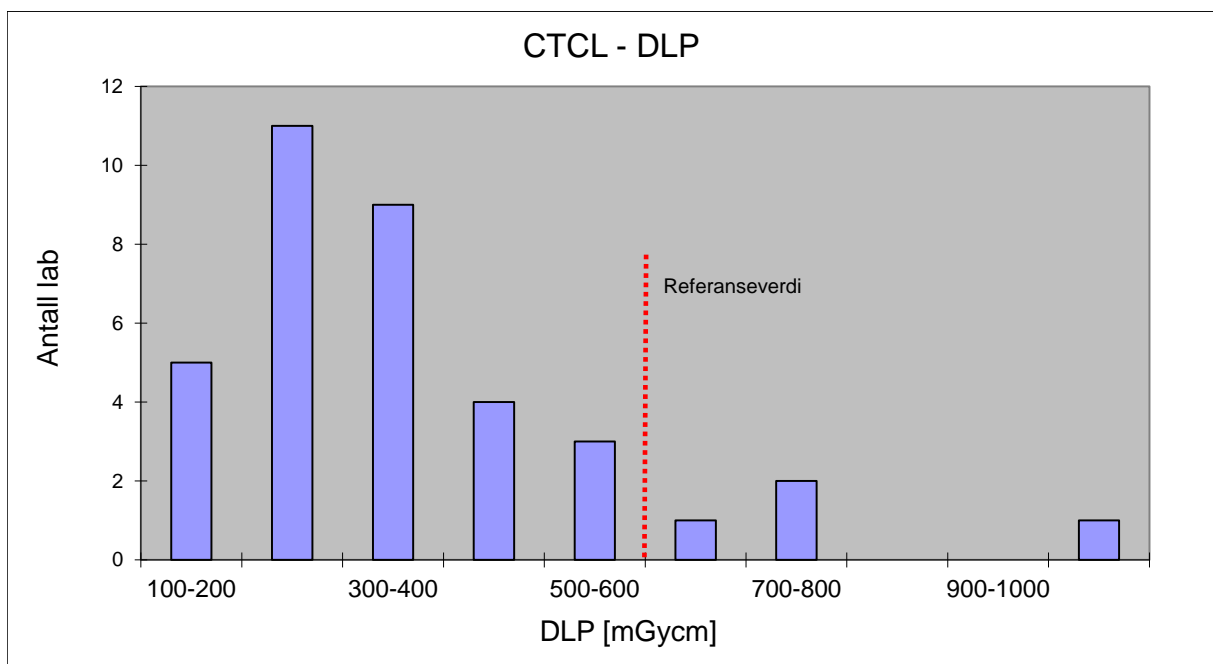


Fig 18: Fordeling av de innsamlede DLP verdiene for CT lumbalcolumna. I tillegg vises den nasjonale referanseverdien (NRV) på 600 mGycm som var gjeldende på tidspunktet før innsamlingen.

4.3.4 Abdomen inkl. pelvis (CTABPE)

Det ble innrapportert for 75 og 71 representative doser for henholdsvis DLP og $CTDI_{vol}$ for CT abdomen og pelvis. Totalt bygger statistikken på 4042 pasienter. Gjennomsnittlig DLP og $CTDI_{vol}$ var henholdsvis 635 mGycm og 13 mGy. 12 steder hadde doser høyere enn den nasjonale referanseverdien på 800 mGycm for DLP som fantes ved tidspunktet for innrapporteringen. Alle steder lå imidlertid under referanseverdien på 25 mGy for $CTDI_{vol}$. Fordelingen av de representative dosene sees i figur 19 og 20.

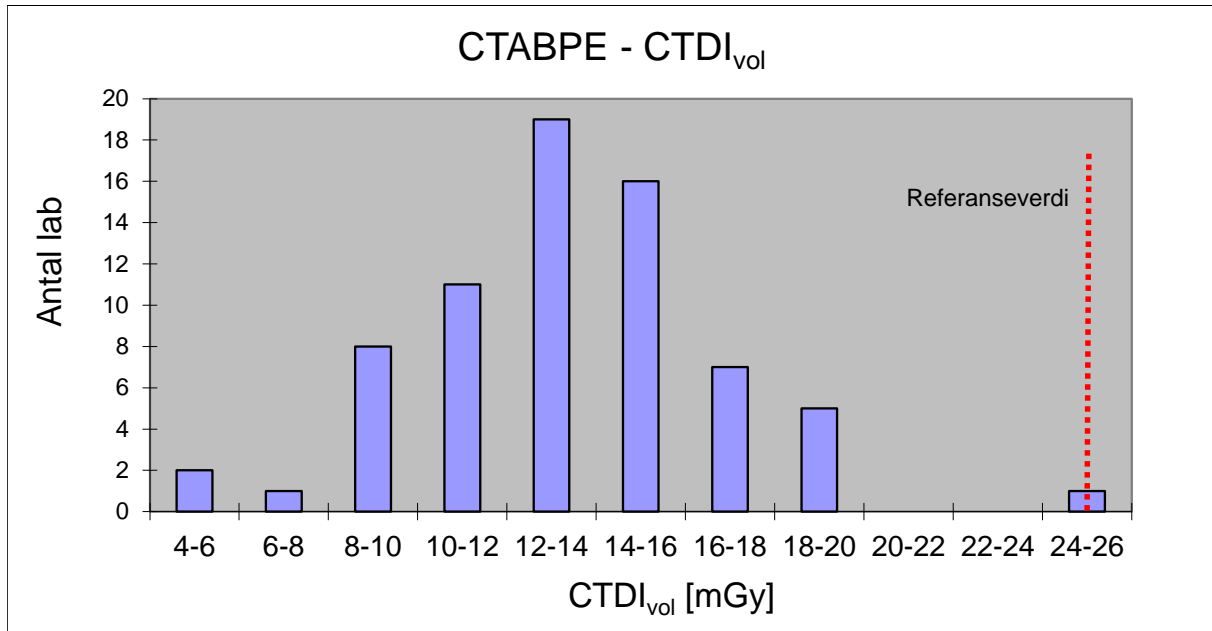


Fig 19: Fordeling av de innsamlede $CTDI_{vol}$ verdiene for CT abdomen-pelvis. I tillegg vises den nasjonale referanseverdien (NRV) på 25 mGy som var gjeldende på tidspunktet før innsamlingen.

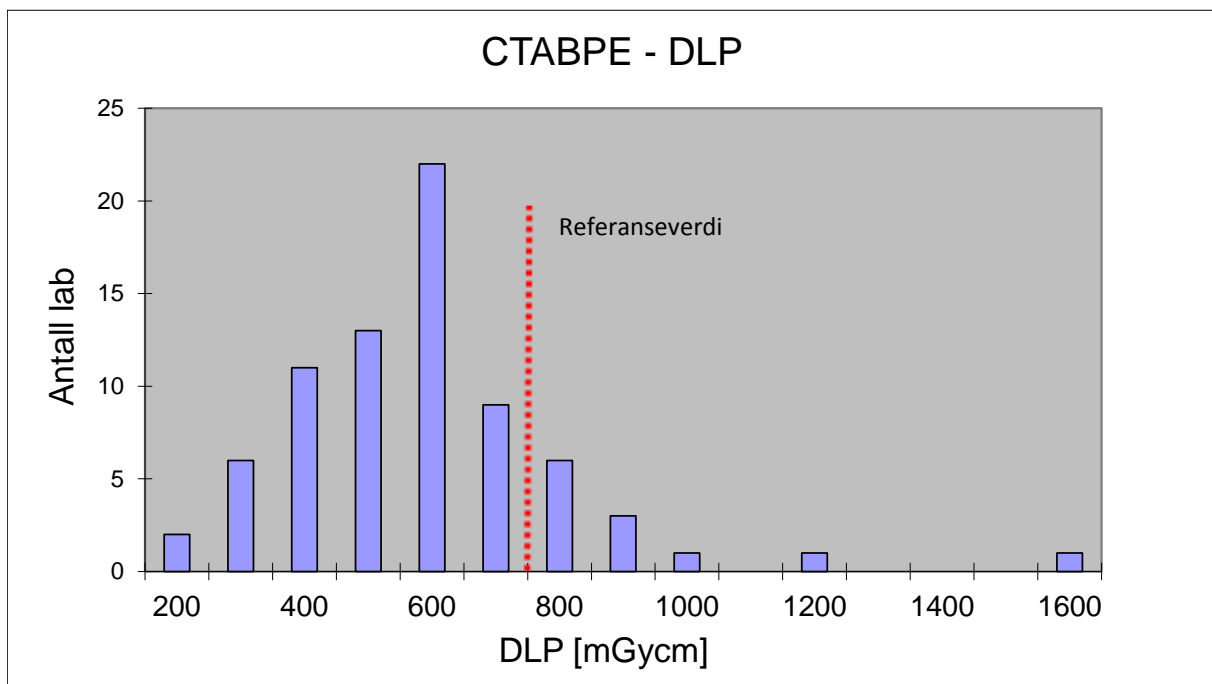


Fig. 20: Fordeling av de innsamlede DLP verdiene for CT abdomen-pelvis. I tillegg vises den nasjonale referanseverdien (NRV) på 800 mGycm som var gjeldende på tidspunktet før innsamlingen..

4.3.5 Bihuler (CTKV)

Det ble innrapportert 33 og 30 representative doser for henholdsvis DLP og $CTDI_{vol}$ for CT bihuler, omfattende totalt 868 pasienter. Gjennomsnittlig DLP og $CTDI_{vol}$ var henholdsvis 127 mGycm og 11 mGy. Ved tidspunktet for innrapporteringen fantes det ikke noen nasjonal referanseverdi. Fordelingen av de representative dosene sees i figur 21 og 22.

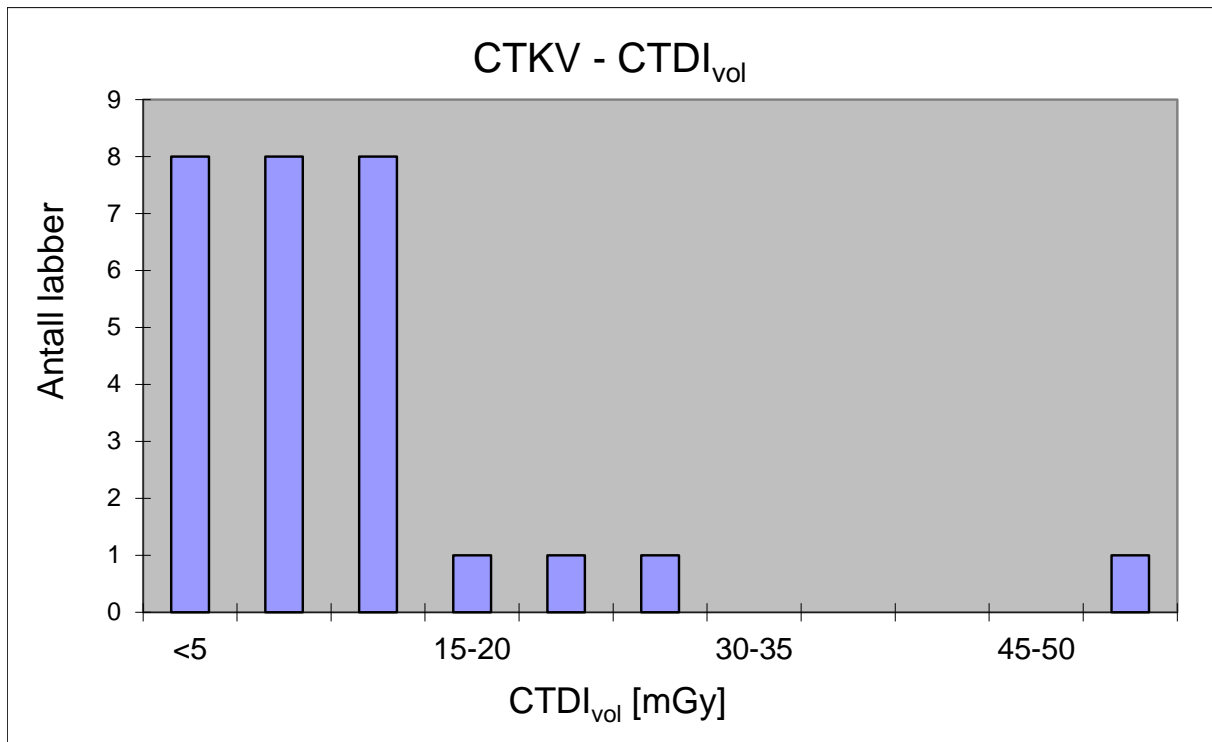


Fig. 21: Fordeling av de innsamlede $CTDI_{vol}$ verdiene for CT bihuler.

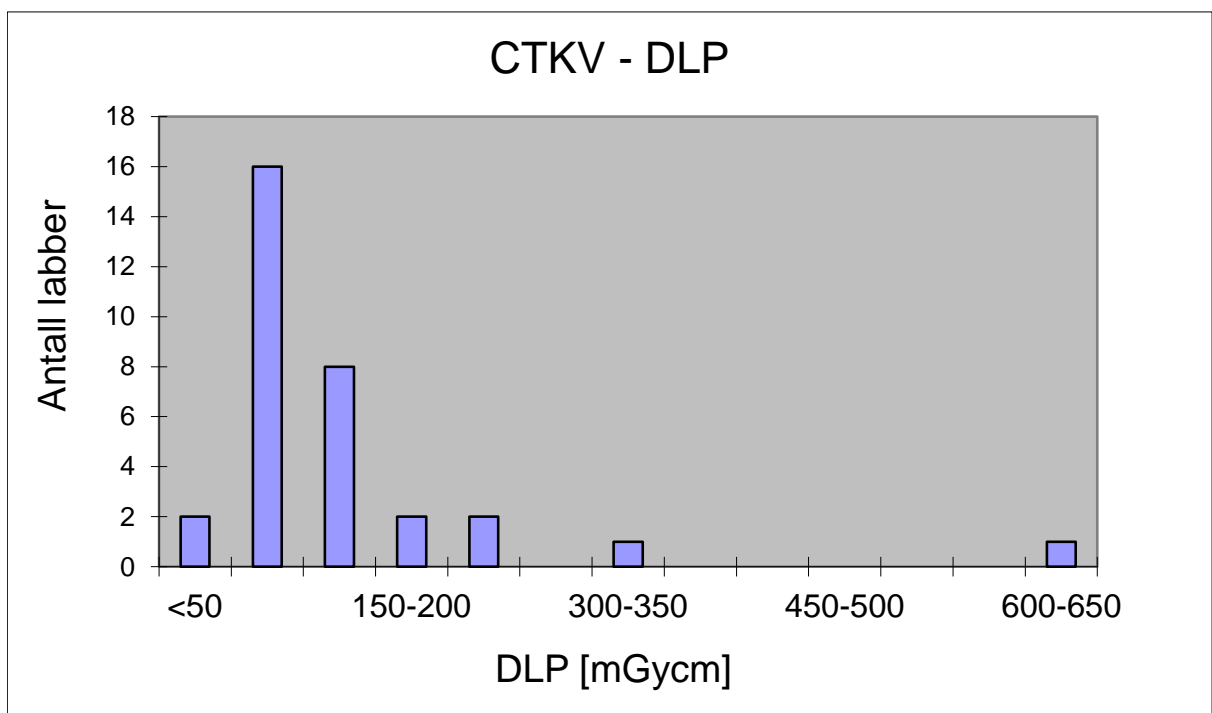


Fig. 22: Fordeling av de innsamlede DLP verdiene for CT bihuler.

4.3.6 Hals (CTCM)

Det ble innrapportert for 18 og 14 representative doser for henholdsvis DLP og $CTDI_{vol}$ for CT hals. Statistikken omfatter 744 pasienter. Gjennomsnittlig DLP og $CTDI_{vol}$ var henholdsvis 500 mGycm og 17 mGy. Ved tidspunktet for innrapporteringen fantes det ikke noen nasjonal referanseverdi. Fordelingen av de representative dosene sees i figur 23 og 24.

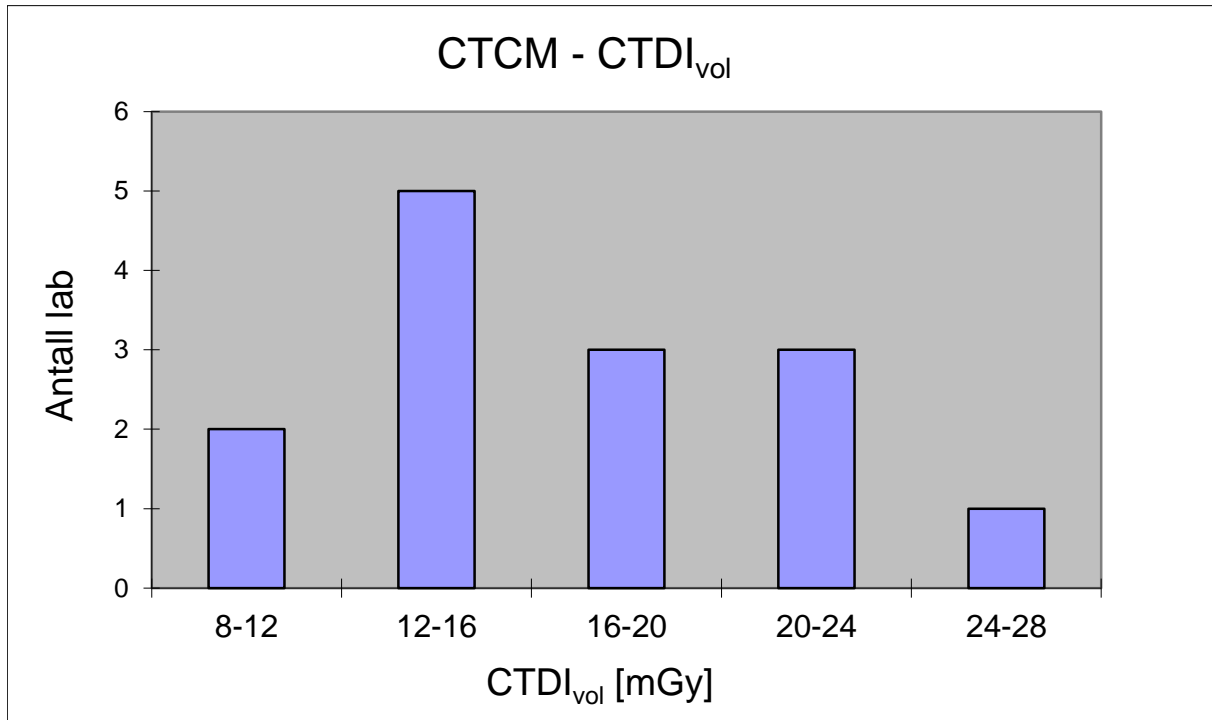


Fig. 23: Fordeling av de innsamlede $CTDI_{vol}$ verdiene for CT hals.

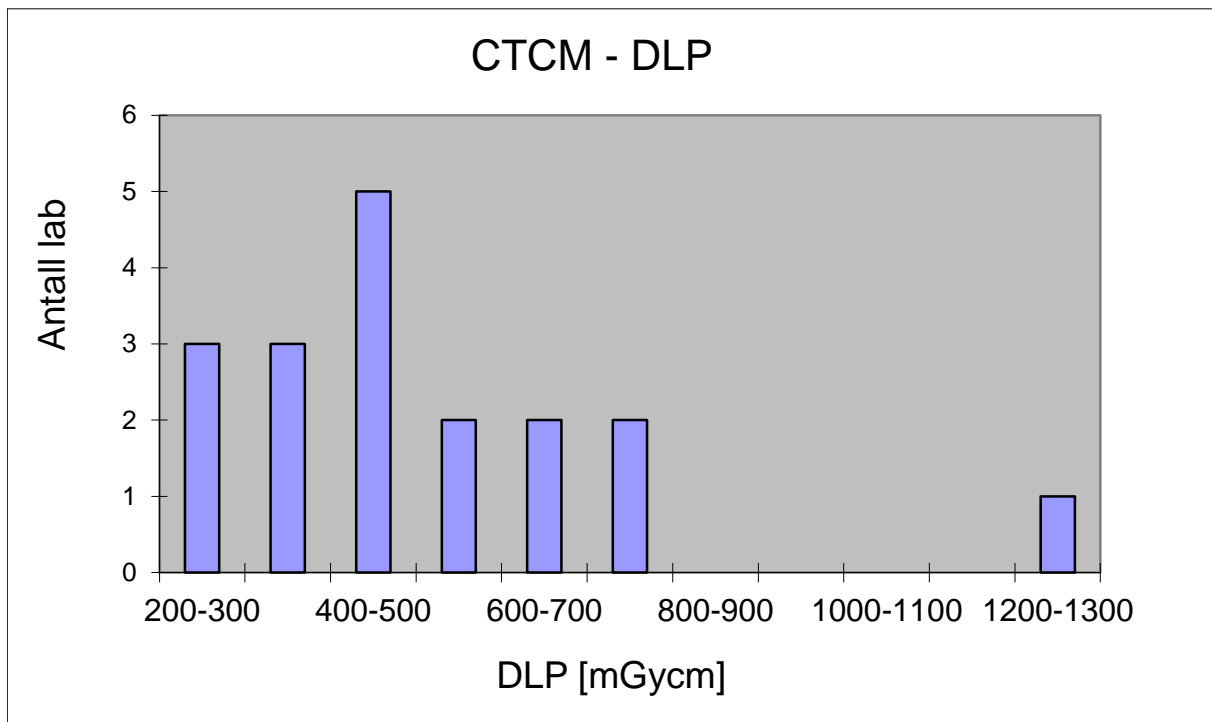


Fig. 24: Fordeling av de innsamlede DLP verdiene for CT hals.

4.3.7 Cervicalcolumna (CTCC)

Det ble innrapportert for 13 og 11 doser for henholdsvis DLP og $CTDI_{vol}$ for CT cervicalcolumna. Statistikken omfatter 360 pasienter. Gjennomsnittlig DLP og $CTDI_{vol}$ var henholdsvis 331 mGycm og 17 mGy. Ved tidspunktet for innrapporteringen fantes det ikke noen nasjonal referanseverdi. Fordelingen av de representative dosene sees i figur 25 og 26.

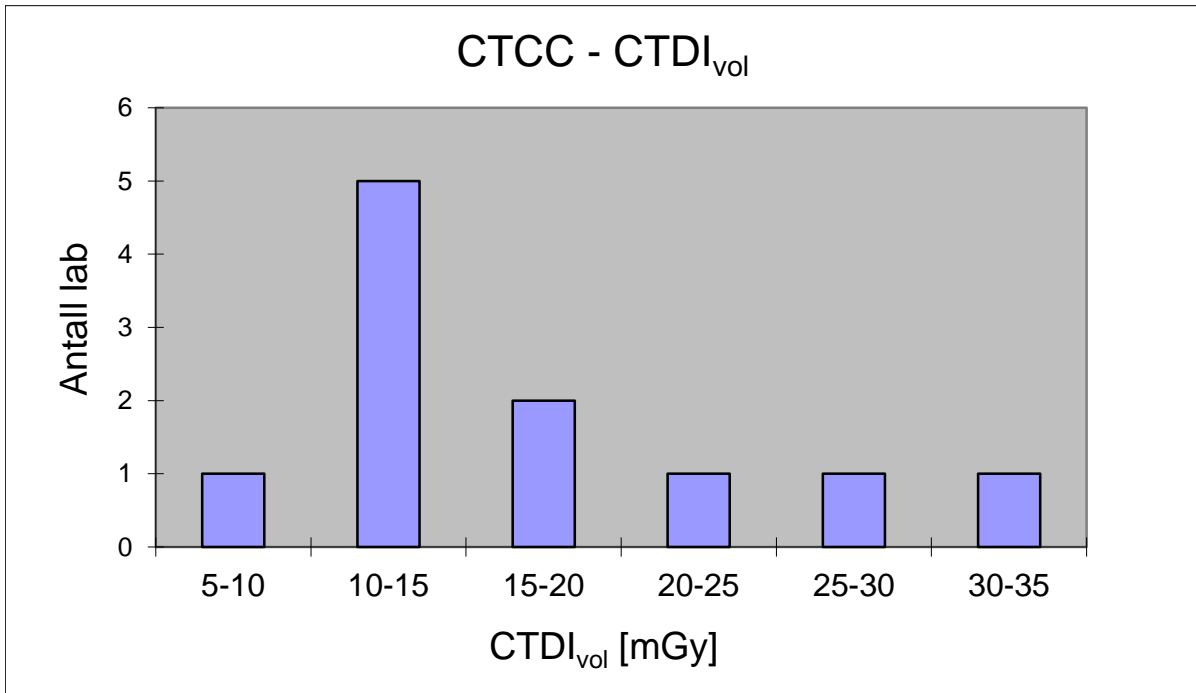


Fig. 25: Fordeling av de innsamlede $CTDI_{vol}$ verdiene for CT cervicalcolumna.

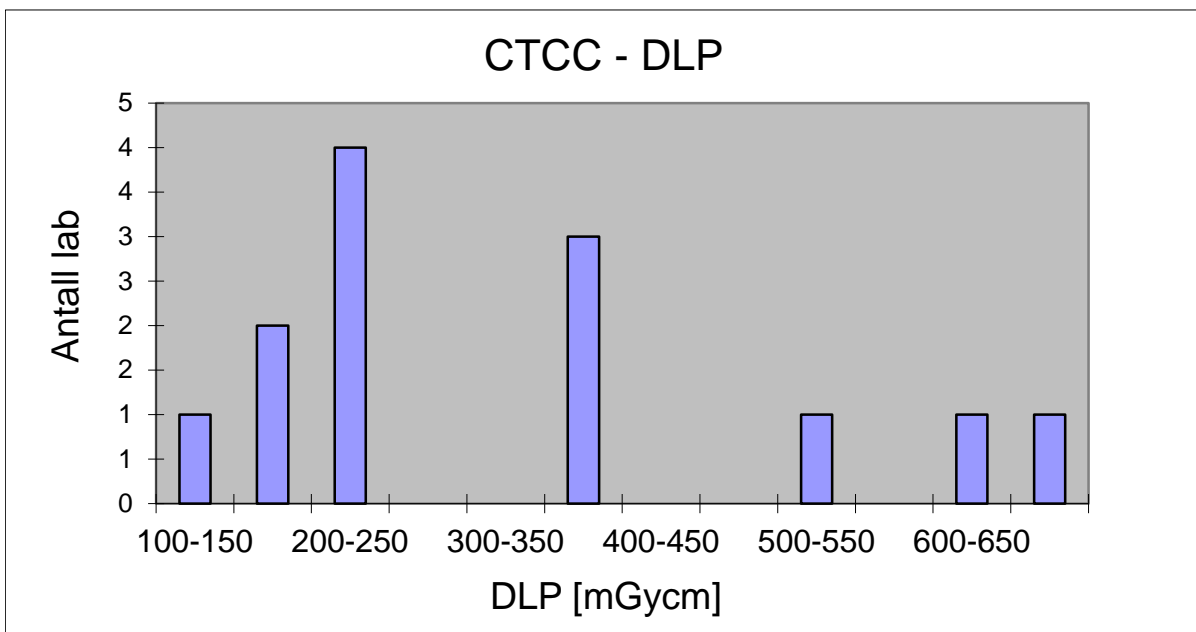


Fig. 26: Fordeling av de innsamlede DLP verdiene for CT cervicalcolumna.

4.3.8 Urografi (>1 serie) (CTUR)

Det ble innrapportert for 11 og 9 representative doser for henholdsvis DLP og $CTDI_{vol}$ for CT urografi utredning. Materialet omfatter 225 pasienter. Gjennomsnittlig DLP og $CTDI_{vol}$ var henholdsvis 1043 mGycm og 15 mGy. Ved tidspunktet for innrapporteringen fantes det ikke noen nasjonal referanseverdi. Fordelingen av de representative dosene sees i figur 27 og 28.

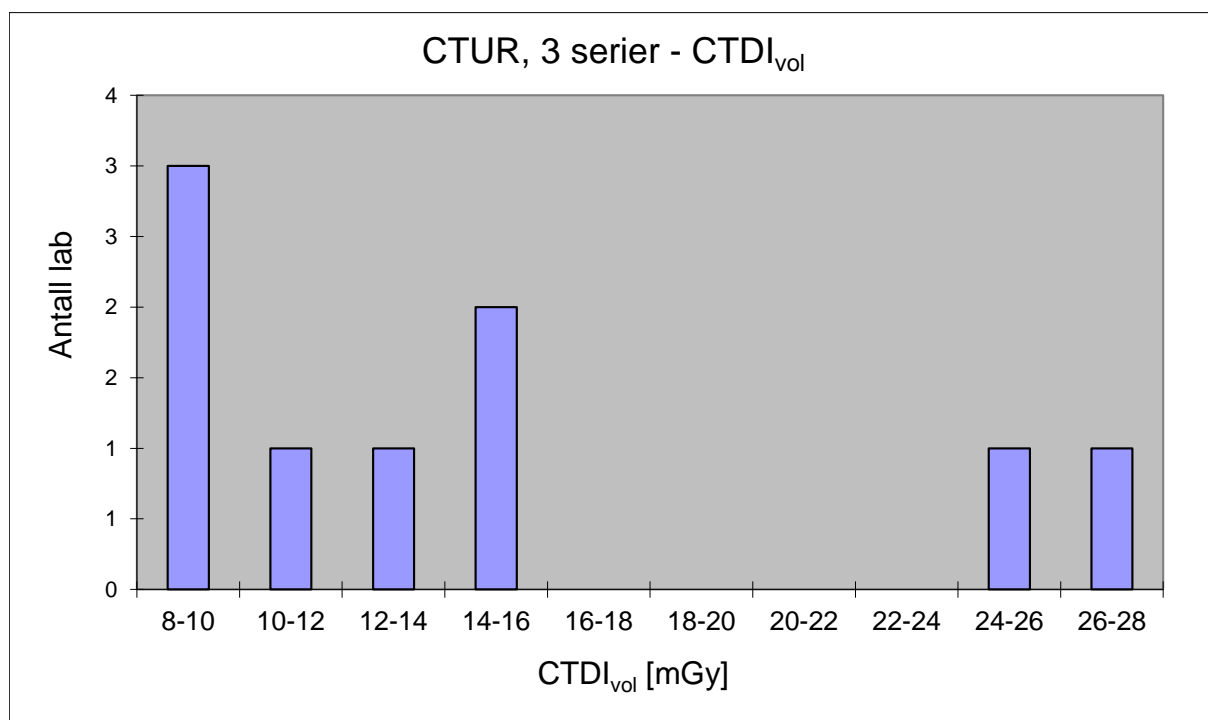


Fig. 27: Fordeling av de innsamlede $CTDI_{vol}$ verdiene for CT urografi (> 1 serie).

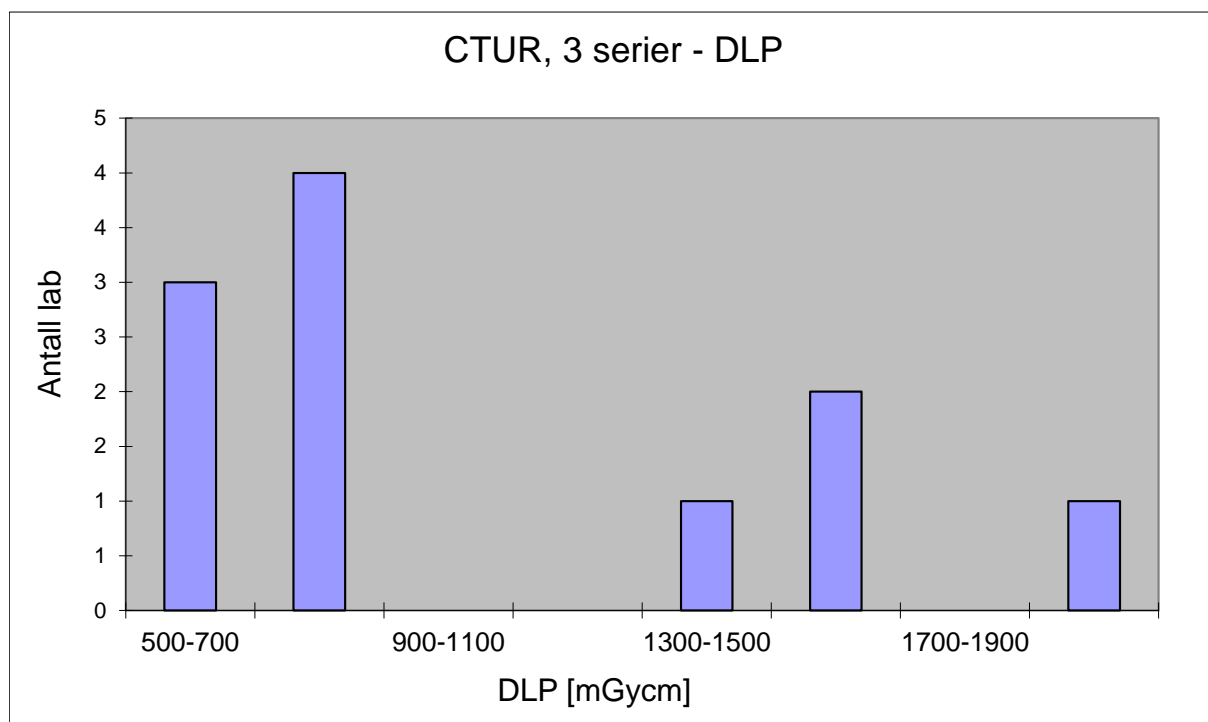


Fig. 28: Fordeling av de innsamlede DLP verdiene for CT urografi (> 1 serie).

4.3.9 Urografi (1 serie) (CTUR)

Det ble innrapportert 25 representative doser for både DLP og $CTDI_{vol}$ for CT urografi med steinproblematikk. Materialet omfatter 445 pasienter. Gjennomsnittlig DLP og $CTDI_{vol}$ var henholdsvis 234 mGycm og 5,7 mGy. Ved tidspunktet for innrapporteringen fantes det ikke noen nasjonal referanseverdi. Fordelingen av de representative dosene sees i figur 29 og 30.

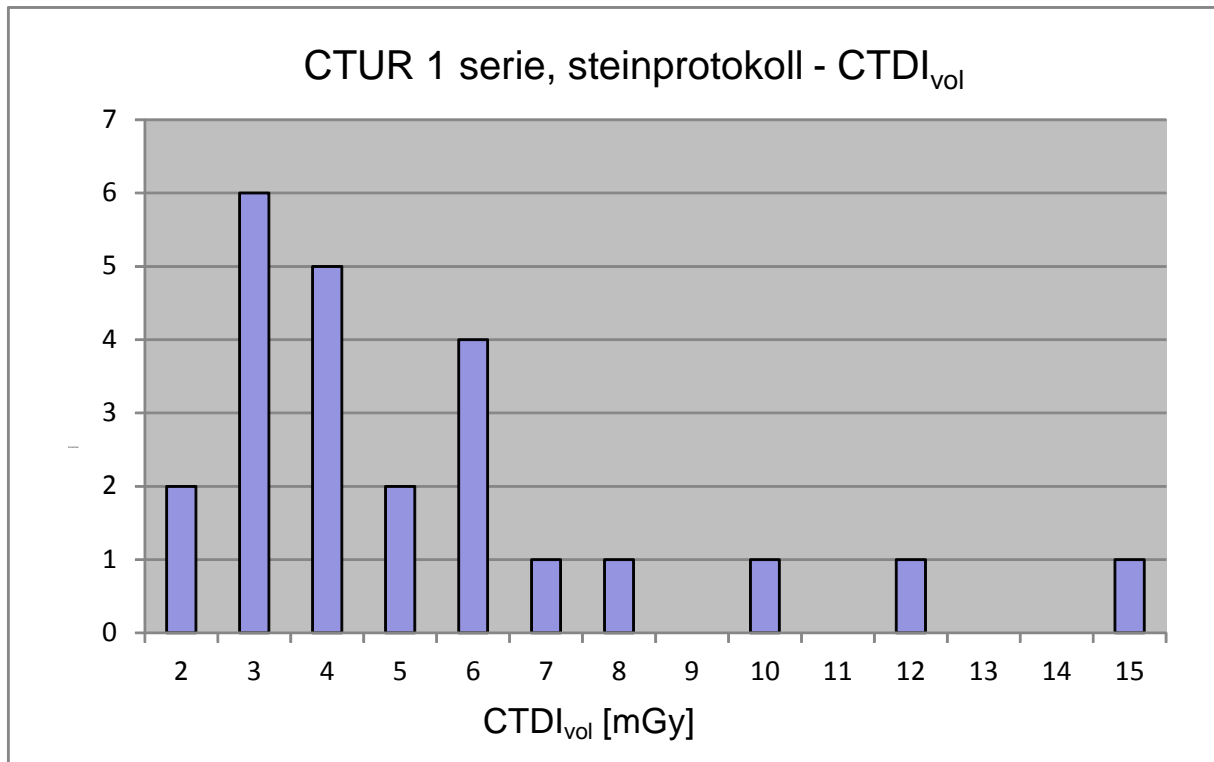


Fig. 29: Fordeling av de innsamlede $CTDI_{vol}$ verdiene for CT urografi (1 serie).

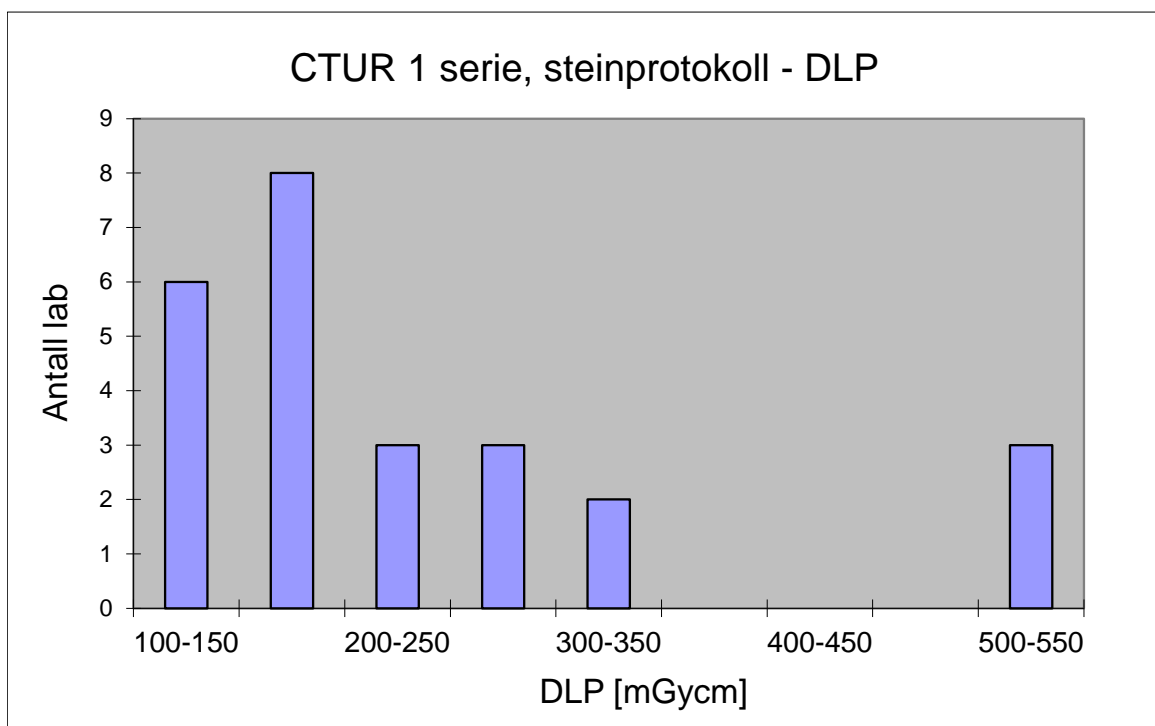


Fig. 30: Fordeling av de innsamlede DLP verdiene for CT urografi (1 serie).

4.3.10 Colon (CTIC)

Det ble innrapportert for 24 og 23 representative doser for henholdsvis DLP og $CTDI_{vol}$ for CT colon. Materialet omfatter 434 pasienter. Gjennomsnittlig DLP og $CTDI_{vol}$ var henholdsvis 570 mGycm respektive 9 mGy. Ved tidspunktet for innrapporteringen fantes det ikke noen nasjonal referanseverdi. Fordelingen av de representative dosene sees i figur 31 og 32.

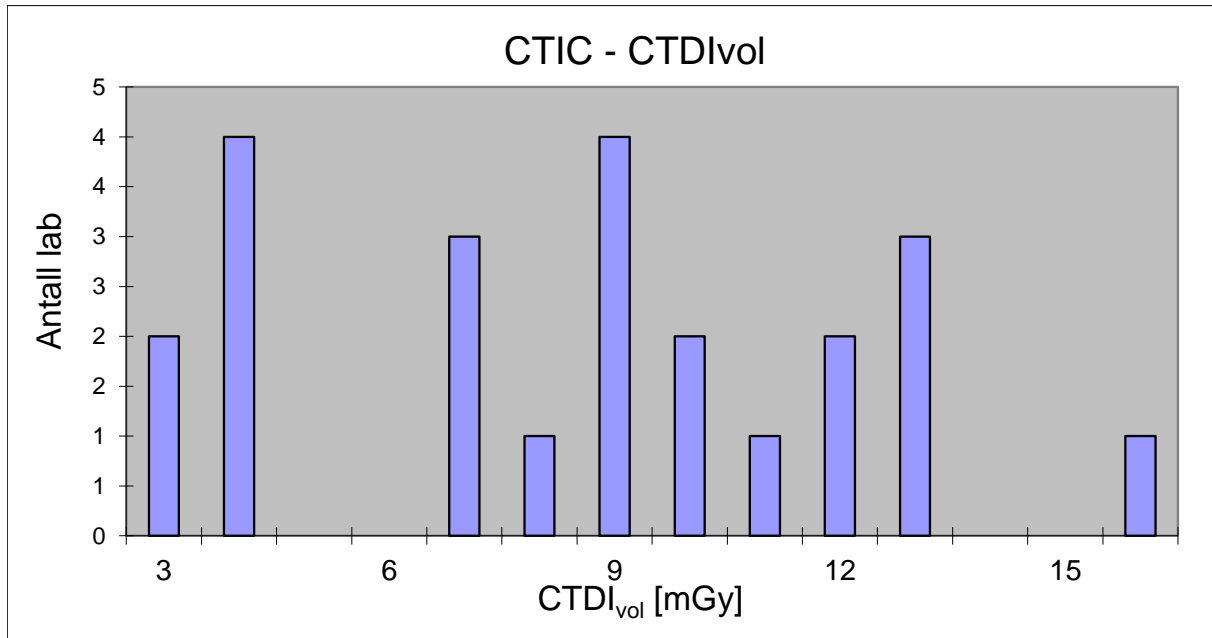


Fig. 31: Fordeling av de innsamlede $CTDI_{vol}$ verdiene for CT colon.

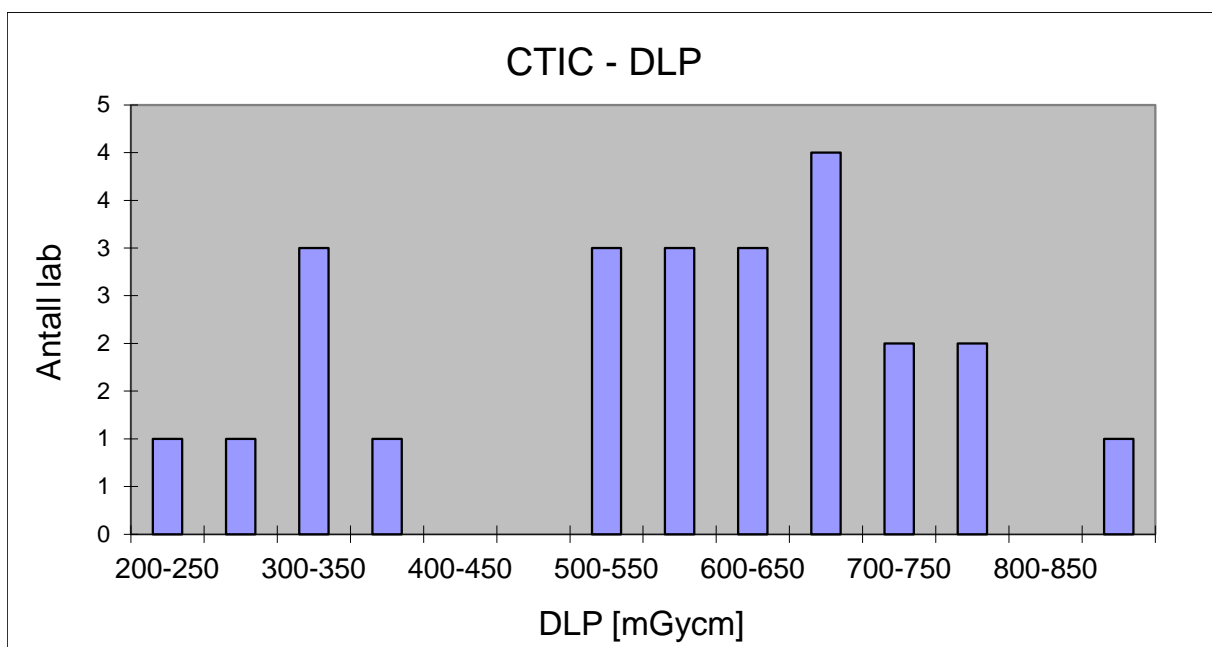


Fig. 32: Fordeling av de innsamlede DLP verdiene for CT colon.

5 Revisjon av nasjonale referanseverdier

På grunnlag av den beregnede 75. persentilen ble de nasjonale referanseverdiene (NRV) justert. I tillegg ble det beregnet nye nasjonale referanseverdier for fire konvensjonelle og seks CT undersøkelser. Tabell 27 viser de nye referanseverdiene for konvensjonelle undersøkelser og tabell 28 og 29 referanseverdier for DLP og CTDI_{vol} verdier for CT undersøkelser gjeldende fra 2010 [18]. Det vises også til Strålevernets webside der den til hver tid gjeldende nasjonale referanseverdi er publisert [19].

Tabell 27: Nasjonale referanseverdier for ti konvensjonelle undersøkelser basert på ny nasjonal dosefordeling, sammen med tidligere referanseverdier for seks undersøkelser.

NORAKO (Undersøkelse)	Gammel NRV \square [Gycm²]	75 persentil	Ny NRV \square [Gycm²]
RGTH - Thorax	0,6	0,52	0,5
RGCC Cervicalcolumnna	-	0,8	0,8
RGCD Thoracalcolumnna	-	3,1	3
RGCLS Lumbo-sacralcolumnna	10	7,5	8
RGPE - Pelvis	4	2,4	2,5
RGCX - Hofte	-	1,3	1,5
RGABAC - Abdomen	-	5,3	5,5
RGURIV Urografi (utredning)	20	15	15
RGICDO Colon DK	50	38	40
RGACOR Coronar angiografi	80	42	45

Tabell 28: Nasjonale referanseverdier for DLP for ti CT undersøkelser basert på ny nasjonal dosefordeling, sammen med tidligere referanseverdier for fire CT undersøkelser.

NORAKO (Undersøkelse)	Gammel NRV \pm DLP [mGycm]	75 persentil	Ny NRV \pm DLP [mGycm]
CTKC - Caput	1200	1009	1000
CTTH - Thorax	600	406	400
CTCL Lumbalcolumna	600	470	500
CTABPE Abdomen og pelvis	800	720	800
CTKV - Bihuler	-	142	140
CTCM - Hals	-	591	600
CTCC Cervicalcolumna	-	390	400
CTUR Urografi (utredning)	-	1474	1500
CTUR Urografi (stein)	-	278	300
CTIC - Colon	-	684	700

Tabell 29: Nasjonale referanseverdier for $CTDI_{vol}$ for ti CT undersøkelser basert på ny nasjonal dosefordeling, sammen med tidligere referanseverdier for fire CT undersøkelser.

NORAKO (Undersøkelse)	Gammel NRV \pm $CTDI_{vol}$ [mGycm]	75 persentil	Ny NRV \pm $CTDI_{vol}$ [mGycm]
CTKC - Caput	75	69	70
CTTH - Thorax	20	13	15
CTCL Lumbalcolumna	55	27	30
CTABPE Abdomen og pelvis	25	15	18
CTKV - Bihuler	-	13	15
CTCM - Hals	-	20	20
CTCC Cervicalcolumna	-	21	20
CTUR Urografi (utredning)	-	16	16
CTUR Urografi (stein)	-	6,6	7
CTIC - Colon	-	12	12

6 Effektive doser og omregningsfaktorer

Når dose-areal produktet (DAP) eller dose-lengde produktet (DLP) for undersøkelsen er kjent, er det mulig å beregne den effektive dosen (E) for ulike undersøkelsestyper vha. omregningsfaktorer. Omregningsfaktorene er etablert vha. Monte Carlo teknikk, som er en teoretisk simulering av hvordan strålingens vekselvirkning foregår i pasienten ved ulike undersøkelser og der enkelte parametere vedrørende pasientanatomi og eksponeringsparametere er antatt. Simuleringen etablerer en sammenheng mellom ulike dosestørrelser (DAP, DLP) og organdoser. På bakgrunn av dette kan den effektive dosen beregnes vha. kommersielle dataprogram (se Veileder 5 [5], bilag 5 for referanser til slike dataprogram) eller fritt tilgjengelige program [20]. Tabell 30 og 31 angir omregningsfaktorer som er brukt i denne rapporten fra henholdsvis DAP og DLP til effektiv dose for noen typiske røntgen- og CT-undersøkelser av voksne. Overgangsfaktorene er hentet fra Radiation Protection 154 [17] og er beregnet etter organvektfaktorer i ICRP60 [6]. Ny gjeldende nasjonal referanseverdi og tilhørende beregnede effektive dose, i forhold til nasjonalt referanseverdi, er også inkludert i tabellen. Beregning av effektiv dose for røntgenundersøkelsene lokalt ved virksomheten gjøres ved å multiplisere virksomhetens representative dose med omregningsfaktoren (husk korrekte enheter). Det er viktig å huske på at omregningsfaktorene kun er gjennomsnittsverdier, men de gir likevel en grei pekepinn på hva den effektive dosen til pasienten er. Ved bruk av omregningsfaktorene kan virksomheten enkelt imøtekomme forskriftskravet om doseinformasjon og risikovurdering til pasient og pårørende. Omregningsfaktorene gitt i denne veilederen kan kun anvendes på voksne. Generelt sett kan man si at den effektive dosen, uttrykt i mSv, ved konvensjonelle røntgenundersøkelser i thorax og abdomenområdet vil være 18-30 % av DAP dosen avhengig av type undersøkelse, hvis den er oppgitt i Gy cm^2 . Tilsvarende vil den effektive dosen, uttrykt i mSv, ved CT undersøkelser i thorax og abdomenområdet være 1,5-2 % av DLP, hvis den er oppgitt i mGy cm^2 .

Tabell 30: Omregningsfaktorer fra DAP til E for konvensjonelle røntgenundersøkelser av voksne. Undersøkelsene er definert ut fra tilhørende NORAKO-kode.

Undersøkelse	NORAKO	Ny referansedose	Omregningsfaktor	Effektiv dose [mSv]
		DAP [Gy cm^2]	[mSv/Gy cm^2]	ved ny referansedose
Urografi i.v.	RGURIV	15	0,18	2,7
Thorax	RGTH	0,5	0,18	0,1
LS-columna	RGCL(S)	8	0,21	1,7
Thoracalcolumna	RGCD	3	0,19	0,6
Pelvis	RGPE	2,5	0,29	0,7
Abdomen	RGAB	5,5	0,26	1,4
Hofte	RGCX	1,5	-	-
Colon DK	RGICDO	40	0,28	11
Coronar angiografi	RGACOR	45	0,2	9

Tabell 31: Omregningsfaktorer fra DLP til E for CT-undersøkelser av voksne.
 Undersøkelsene er definert ut fra tilhørende NORAKO-kode.

Undersøkelse	NORAKO	Ny referansedose DLP [mGycm]	Omregningsfaktor [mSv/mGycm]	Effektiv dose [mSv] ved ny referansedose
CT caput	CTKC	1000	0,0021	2,1
CT hals	CTCM	600	0,0059	3,5
CT thorax	CTTH	400	0,014	5,6
CT lumbalcolumna	CTCL	500	0,015*	7,5
CT urografi (utredning)	CTURIV	1500	0,015*	22,5
CT urografi (stein)	CTURIV	300	0,015*	4,5
CT colon	CTIC	700	0,015*	10,5
CT abdomen og pelvis	CTABPE	800	0,015	12

*) Antatt omregningsfaktor

7 Diskusjon

Totalt ble det innrapportert 447 representative doser for generell røntgen, fra 33 ulike virksomheter med totalt 93 underliggende enheter. For CT undersøkelser er det innrapportert 389 representative doser, fra 28 virksomheter med totalt 73 underliggende enheter. Graden av innrapportering varierer mye mellom virksomhetene og de ulike enhetene. 16 enheter har ikke rapportert noen representative doser for konvensjonell røntgen, hvorav noen har et betydelig omfang av radiologisk virksomhet (tabell 4 og 23). For CT var det tre store enheter som ikke hadde innrapportert noen representativ dose. Dette til tross for at virksomhetene skal ha en oversikt over representative doser i henhold til strålevernforskriftens § 40.

En del innrapporteringer er ikke tatt med av forskjellige årsaker. Dette er fordi det har vært en usikkerhet rundt den rapporterte doseenheten som har blitt rapportert, eller at det har vært en blanding av forskjellige undersøkelser (f.eks. pelvis og hofter). De ulike utstyrproducentenes måte å oppgi DAP i forskjellige enheter kan være forvirrende, når man skal sammenligne doser mellom ulike røntgenapparater. En enkel oversikt for konvertering mellom ulike dekadiske prefikser finnes i Veileder 5, bilag 5.1.4.

Et problem var også å finne ut om urografiene (både CT og konvensjonell) var steinproblematikk eller generell utredning. Det har blitt brukt mye tid for å forsøke å oppklare disse problemene. Enkeltpasienter som har ligget utenfor vektspennet har også blitt utelatt. På grunn av disse korrigeringene kan enkelte virksomheter oppleve at de rapporterte dosene som ble rapportert, avviker noe fra de som er i rapporten. Noen ganger har det også vært innrapportert vektete $CTDI_{vol}$.

Forskjellene i representativ dose mellom laboratorier ved en og samme undersøkelse er meget stor for mange undersøkelser, og spesielt for konvensjonelle undersøkelser. Gjennomsnittlig ratio for maks/min for alle ti konvensjonelle undersøkelser er en faktor 14, hvilket er betydelig mer enn gjennomsnittlig ratio for CT undersøkelsene som var en faktor 5,4 (med unntak av røntgen CT bihuler der det er en usikkerhet for noen av innrapporteringene). For røntgen lumbo-sacralcolumna er forskjellen mellom laveste og høyeste dose 26 ganger, og videre 19 og 17 ganger for henholdsvis thorax og pelvis. I noen tilfeller trenger heller ikke den innrapporterte dosen være en reell pasientdose. Ved utblending ved thorax utenfor pasienten i luft, vil DAP øke lineært med arealet på strålefeltet uten at pasientdosen vil øke. Dette vil også gjelde ved f.eks. pelvis når strålefeltet blendes ut langt bilateralt om pasienten. Coronar angiografi var den undersøkelsen som varierte minst blant de konvensjonelle undersøkelsene. Dette har sannsynligvis en sammenheng med at det er et begrenset antall steder og leger som driver med dette, prosedyrene er nokså standardisert og operatørene er høyt spesialisert på dette området.

De nasjonale referanseverdiene ble fastsatt for første gangen i 1996 og 2006 for henholdsvis konvensjonelle røntgenundersøkelser og CT undersøkelser [3, 13]. Siden da har samtlige av de gamle referanseverdiene blitt redusert (tabell 32-33). Når det gjelder thorax, colon dobbelkontrast og hjerteangiografi (fra 2006) var de trolig satt for høyt i utgangspunktet.

Tabell 32: Utviklingen av nasjonale referanseverdier for konvensjonelle røntgenundersøkelser siden 1996.

Undersøkelse	Nasjonale referanseverdier [Gycm ²]		
	1996	2006 [3]	2008-2010 nå
RGTH	1	0,6	0,5
RGCLS	10	10	8
RGPE	4	4	2,5
RGUR	20	20	15
RGICDO	50	50	40
RGACOR	-	80	45

Tabell 33: Utviklingen av nasjonale referanseverdier for fire CT undersøkelser siden 2006.

Undersøkelse	2006		2008-2010	
	DLP	CTDI _{vol}	DLP	CTDI _{vol}
CTKC	1200	75	1000	70
CTTH	600	20	400	15
CTCL	600	55	500	30
CTABPE	-	25	800	18

Ved en sammenligning av referanseverdier for konvensjonelle undersøkelser med noen andre land, ser man at det er enkelte forskjeller (tabell 34). Storbritannia [21] har hatt et systematisk fokus på nasjonale referanseverdier siden slutten av 80-tallet og har derved lavere nasjonale referanseverdier enn mange andre land. I tillegg ligger Danmark [22] generelt lavere enn både Sverige [23] og Norge.

Tabell 34: Sammenligning av noen nasjonale referanseverdier for konvensjonelle undersøkelser mellom noen land.

Undersøkelse	Nasjonalt referanseverdi [Gycm ²]			
	Norge	Sverige	Danmark	England
RGTH	0,5	0,6	0,3	0,3
RGCLS	8	10	5,5	6
RGPE	2,5	4	1,5	-
RGUR	15	20	20	14
RGICDO	40	50	25	-
RGACOR	45	80	-	31

For CT undersøkelsene ser det imidlertid ut som om Norge ligger generelt noe lavere enn både Sverige og Danmark (tabell 35-36).

Tabell 35: Sammenligning av noen Nordiske nasjonale referanseverdier for DLP for CT undersøkelser.

Undersøkelse	Nasjonalt referanseverdi DLP [mGycm]		
	Norge	Sverige	Danmark
CTKC	1200	1200	1100
CTKV	140	-	400
CTTH	400	600	700
CTABPE	800	-	800
CTCL	500	600	500

Tabell 36: Sammenligning av noen Nordiske nasjonale referanseverdier for $CTDI_{vol}$ for CT undersøkelser.

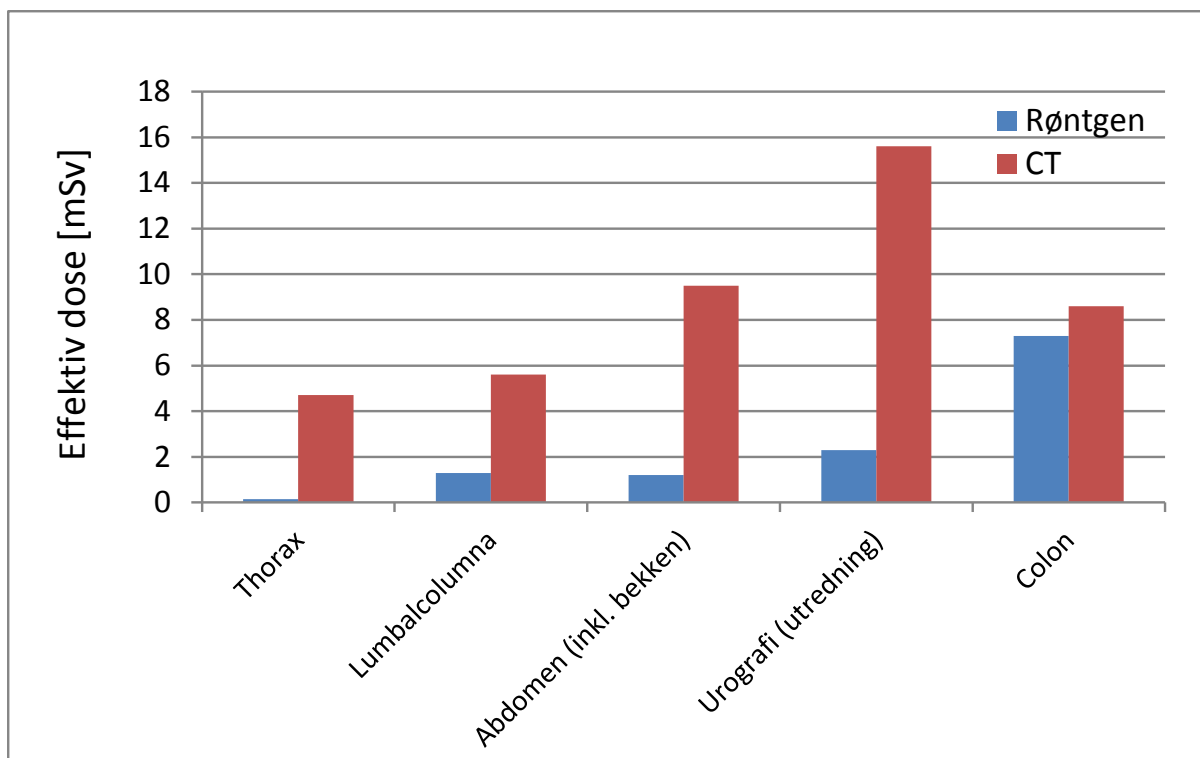
Undersøkelse	Nasjonalt referanseverdi $CTDI_{vol}$ [mGy]	
	Norge	Sverige
CTKC	70	75
CTTH	15	20
CTABPE	18	25
CTCL	30	55

Detektorteknologien vil ha mye å si for dosene. Bildeplater faller dårlig ut ved en sammenligning med digitale detektorer og har i gjennomsnitt dobbel dose i forhold til digitale detektorer for undersøkelsene thorax, lumbo-sacralcolumna og pelvis. I gjennomsnitt brukes det bildeplater ved 27 % av de konvensjonelle undersøkelsene. Det ble bare innrapportert data fra to labber som bruker film-folie teknikk. Dette er en tilsvarende utvikling som ble funnet i en svensk undersøkelse 2008. Der var det film-folie system som utgjorde 4 av totalt 819 representative doser [14]. Når det gjelder stråledoser så kom imidlertid de to labbene med film-folie teknikk godt ut ved sammenligning med andre typer detektorer. En antatt utvikling er at det sannsynligvis er større variasjoner i dag i stråledoser mellom ulike røntgenlaboratorier, pga. dynamikken i digitale detektorer. Denne dynamikken var ikke til stede med film-folie teknikk.

Det ligger også en usikkerhet i kalibreringen av de DAP kammerene som er brukt for å måle/beregne dosen. Av 219 konvensjonelle laboratorier var det 47 % som oppgav at kammerene var kalibrert. Private virksomheter oppgav at 70 % var kalibrert sammenlignet med det offentlige som oppgav 42 %. Hva det gjelder sporbarhet i kalibreringen oppgav de private virksomhetene at 50 % av kammerene hadde sporbarhet sammenlignet med de offentlige virksomhetene som angav 27 %. Den store forskjellen er sannsynligvis at det er få store private aktører som har et enhetlig kvalitetssystem. For CT var det kun 21 % av CT scannerne som var oppgitt å være kalibrert/verifisert med tanke på de dosimetrisk størrelsene $CTDI_{vol}$ og DLP som kommer opp på CTkonsollen. Et første tiltak hos de som har påvist høye doser, bør være å få kontrollert at doseverdiene på sjaltepult og CTkonsoll er korrekte. Deretter settes eventuelle korrektive dosereduserende tiltak inn. Statens strålevern tilbyr kalibrering av DAPkammere.

En trend innen røntgendiagnostikk er at flere konvensjonelle undersøkelser nå er konvertert eller på vei til å konverteres til CT alternativt MR. En utfordring er da berettigelsen, spesielt hvis den diagnostiske sikkerheten ikke øker (sensitivitet og spesifisitet) i tilsvarende grad som stråledosen til pasienten. Ved en sammenligning av effektive doser ved konvensjonell dobbelkontrast colon og CT colon, er det gledelig nok ikke så stor forskjell i dosene. Gjennomsnittlig beregnet effektiv dose fra de rapporterende stedene er 8,7 mSv for CT colon sammenlignet med 7,3 mSv for konvensjonell colon med dobbelkontrast (figur 33). Ser man på spredningen blant de rapporterte dosene så er minimum og maksimum beregnet effektiv dose for colon dobbelkontrast henholdsvis 1,5 og 18,9 mSv, mens tilsvarende tall for CT colonskopi er 3,6 og 13,1 mSv.

Ved overgang fra konvensjonell utredning med urografi til CT urografi øker den gjennomsnittlige effektive dosen med en faktor 7. Det antas at både sensitivitet og spesifisitet øker ved CT urografi, men det anbefales allikevel å vurdere potensialet for optimalisering ved CT urografi.



Figur 33: Sammenligning av gjennomsnittlige effektive doser mellom konvensjonell røntgen og CT, for thorax, lumbarcolumnna, abdomen (inkl. bekken), urografi og colon.

De effektive dosene er beregnet etter ICRP60 og de organvektfaktorer som gjaldt frem til 2007 [6]. Ved neste innrapportering vil effektiv dose bli beregnet etter ICRP 103 [7], der organvektfaktorene er noe revidert. Et resultat vil bli at den effektive dosen for pelvis vil bli mindre med disse faktorene, siden risikoen for arvelige effekter er betydelig redusert, mens den effektive dosen eksempelvis for CT thorax vil bli høyere, pga. økt organvektfaktor for brystkjertelen.

De store variasjonene som er avdekket sammen med de ulike detektorteknologiene gjør det nødvendig å ha fokus på representative doser som et verktøy for optimalisering. Ved tilsyn vil Strålevernet ha fokus på at det er etablert representative doser og at optimaliseringstiltak er satt inn etter at høye eller lave representative doser er identifisert.

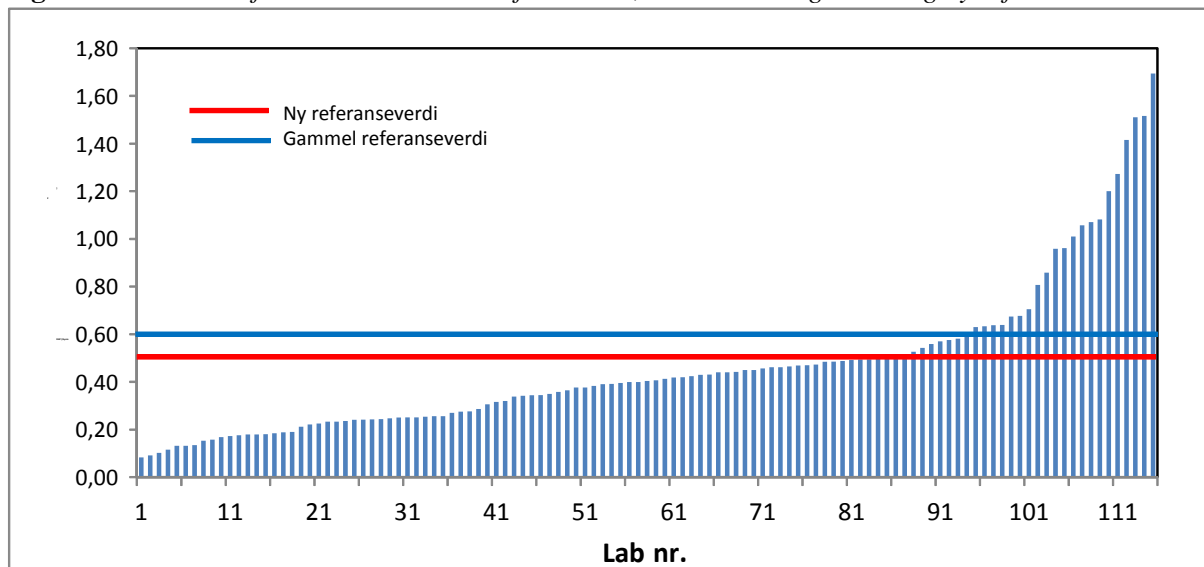
8 Vedlegg

8.1 Konvensjonell røntgen

De følgende histogrammene viser de enkelte representative dosene som er innrapportert for de forskjellige konvensjonelle undersøkelsene.

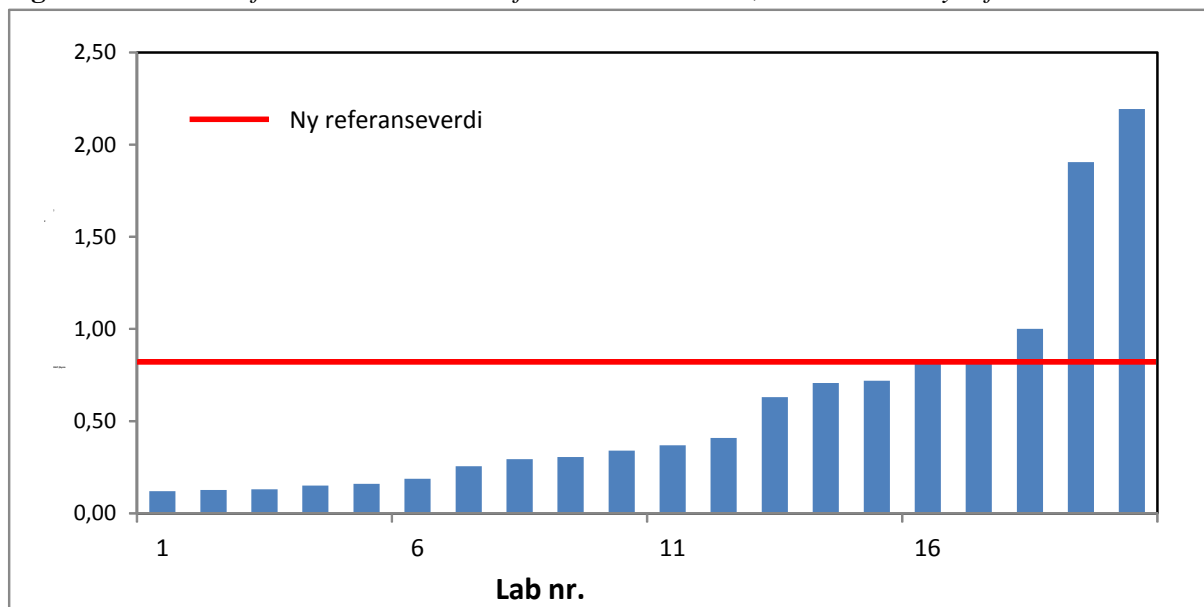
8.1.1 Thorax (RGTH)

Fig 40: DLP verdier for de enkelte stedene for thorax, sammen med gammel og ny referanseverdi.



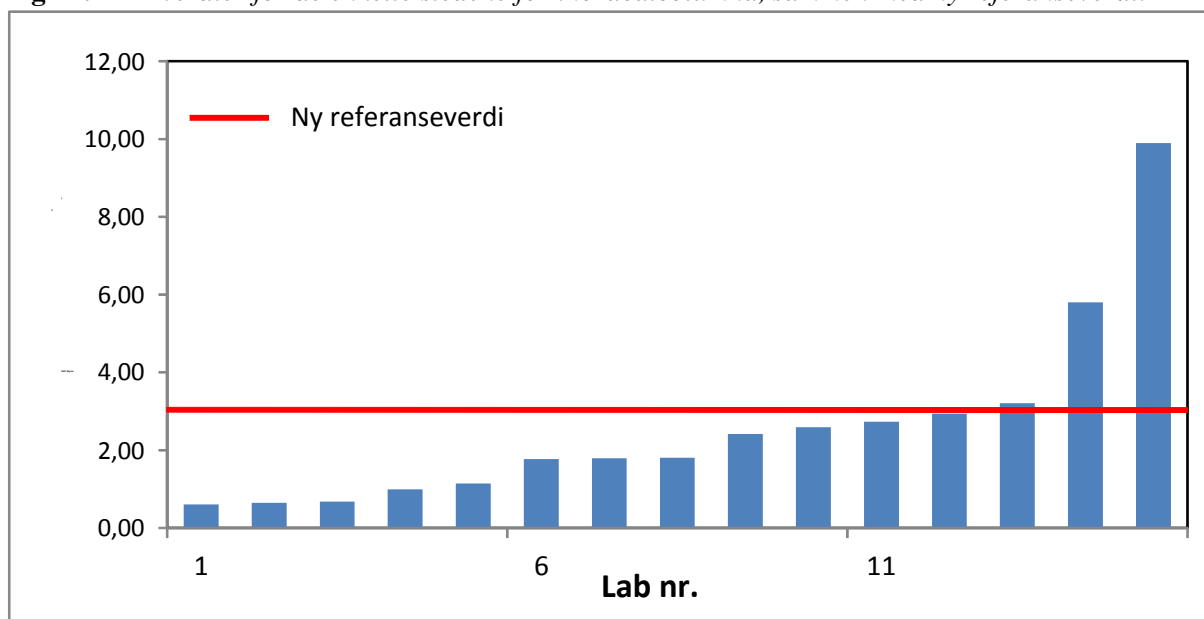
8.1.2 Cervicalcolumna (RGCC)

Fig 41: DLP verdier for de enkelte stedene for cervicalcolumna, sammen med ny referanseverdi.



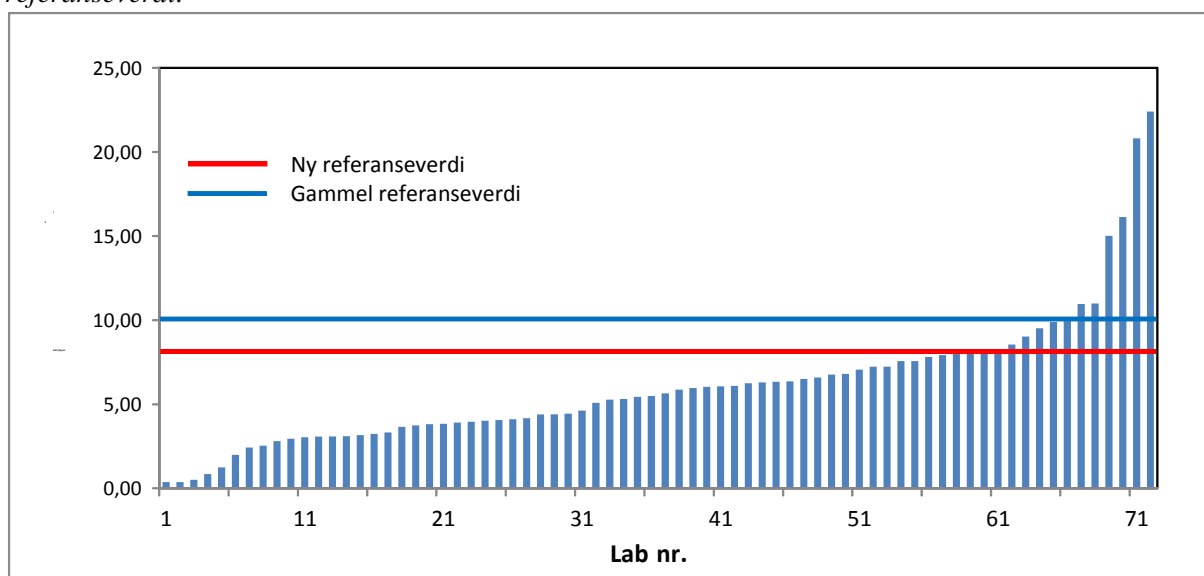
8.1.3 Thoracalcolumnna (RGCD)

Fig 42: DLP verdier for de enkelte stedene for thoracalcolumnna, sammen med ny referanseverdi.



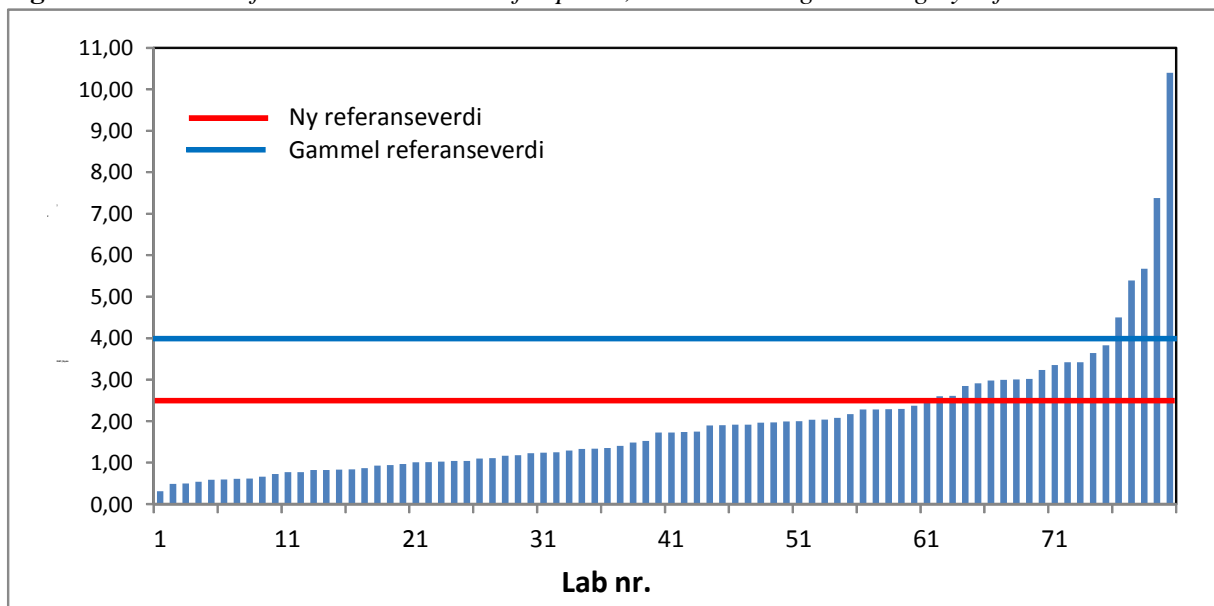
8.1.4 Lumbo-sacralcolumnna (RGCLS)

Fig 43: DLP verdier for de enkelte stedene for lumbo-sacralcolumnna, sammen med gammel og ny referanseverdi.



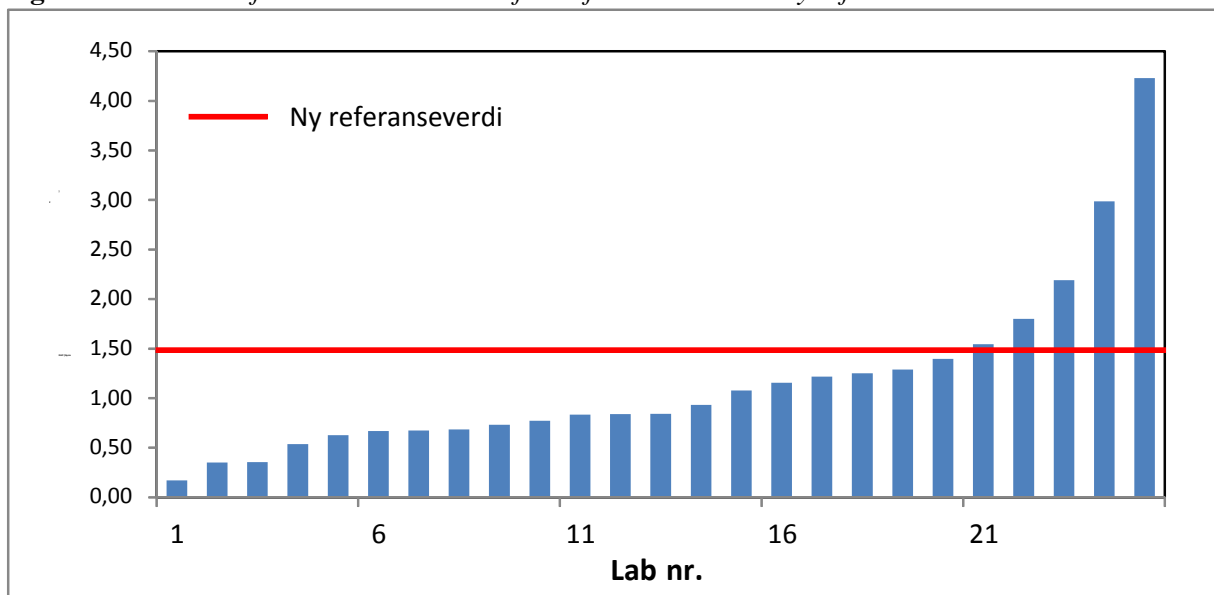
8.1.5 Pelvis (RGPE)

Fig 44: DLP verdier for de enkelte stedene for pelvis, sammen med gammel og ny referanseverdi.



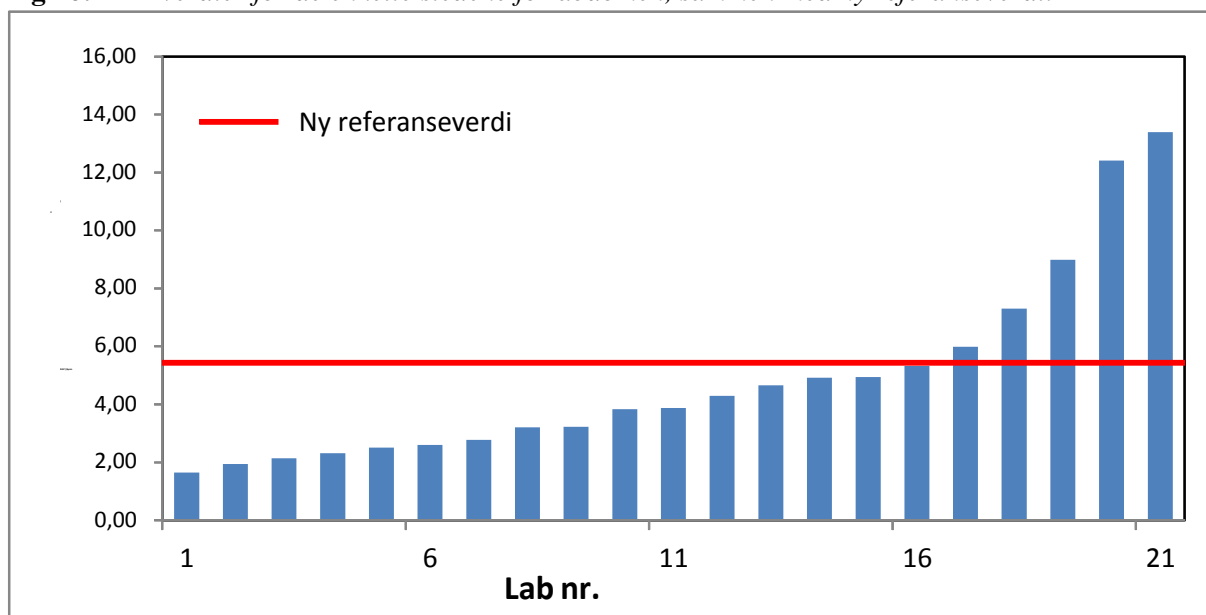
8.1.6 Hofte (RGCX)

Fig 45: DLP verdier for de enkelte stedene for hofte sammen med ny referanseverdi.



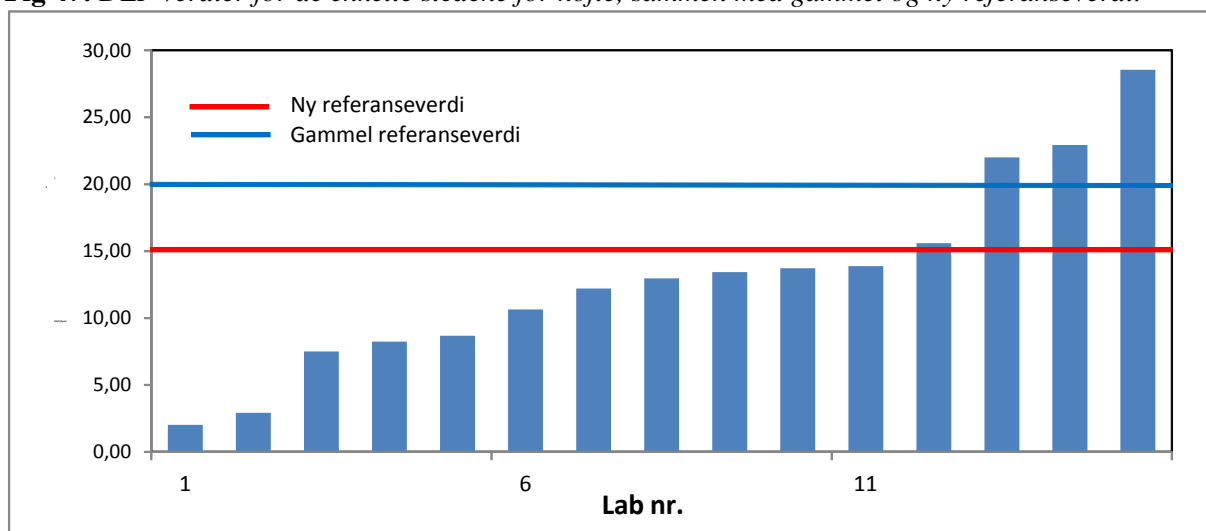
8.1.7 Abdomen (RGAB)

Fig 46: DLP verdier for de enkelte stedene for abdomen, sammen med ny referanseverdi.



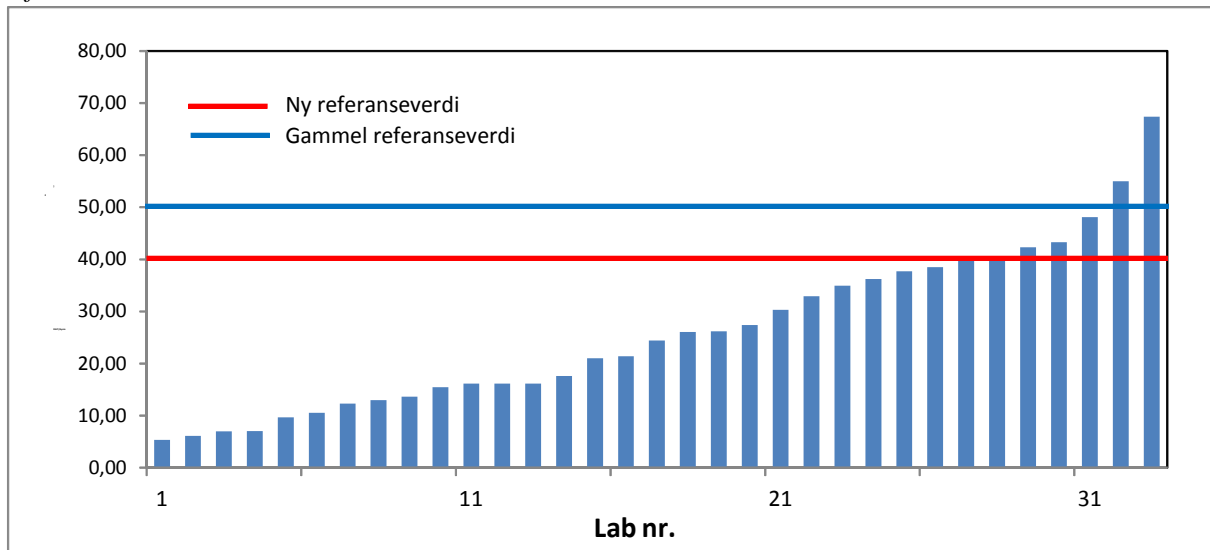
8.1.8 Urografi utredning (RGUR)

Fig 47: DLP verdier for de enkelte stedene for hofter, sammen med gammel og ny referanseverdi.



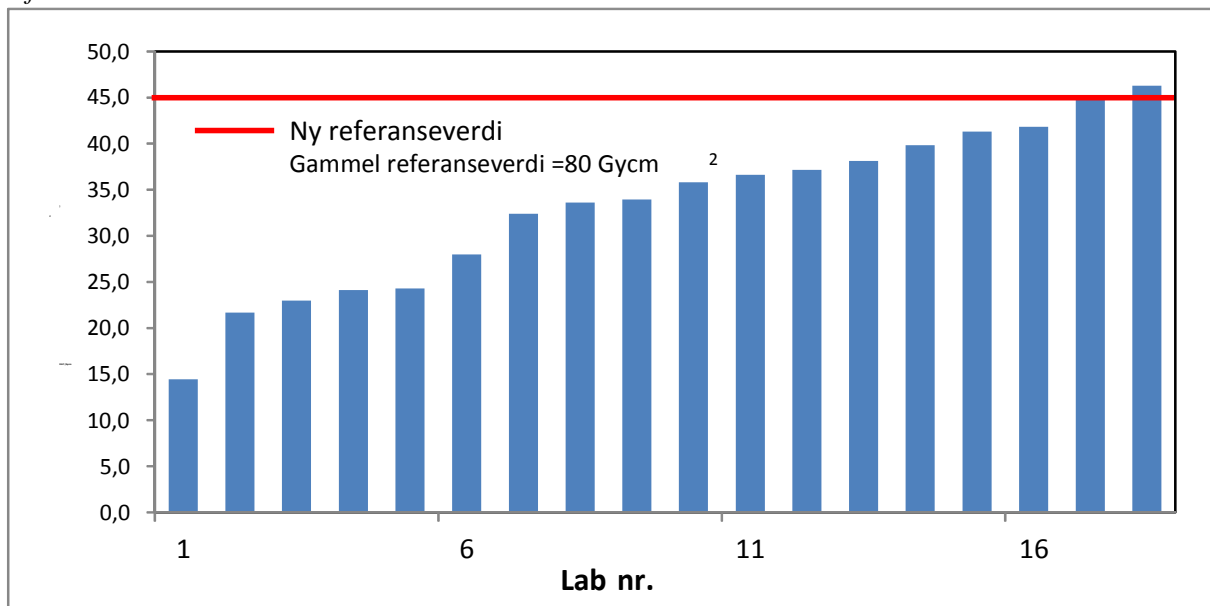
8.1.9 Colon med dobbelkontrast (RGICDO)

Fig 48: DLP verdier for de enkelte stedene for colon dobbelkontrast, sammen med gammel og ny referanseverdi.



8.1.10 Coronar angiografi (RGACOR)

Fig 49: DLP verdier for de enkelte stedene for coronar angiografi, sammen med gammel og ny referanseverdi.



8.2 Computer tomografi (CT)

De følgende histogrammene viser de enkelte representative dosene som er innrapportert for de forskjellige CT undersøkelsene

8.2.1 Caput (CTKC)

Fig. 50: $CTDI_{vol}$ verdier for de enkelte stedene for CT caput, sammen med gammel og ny referanseverdi.

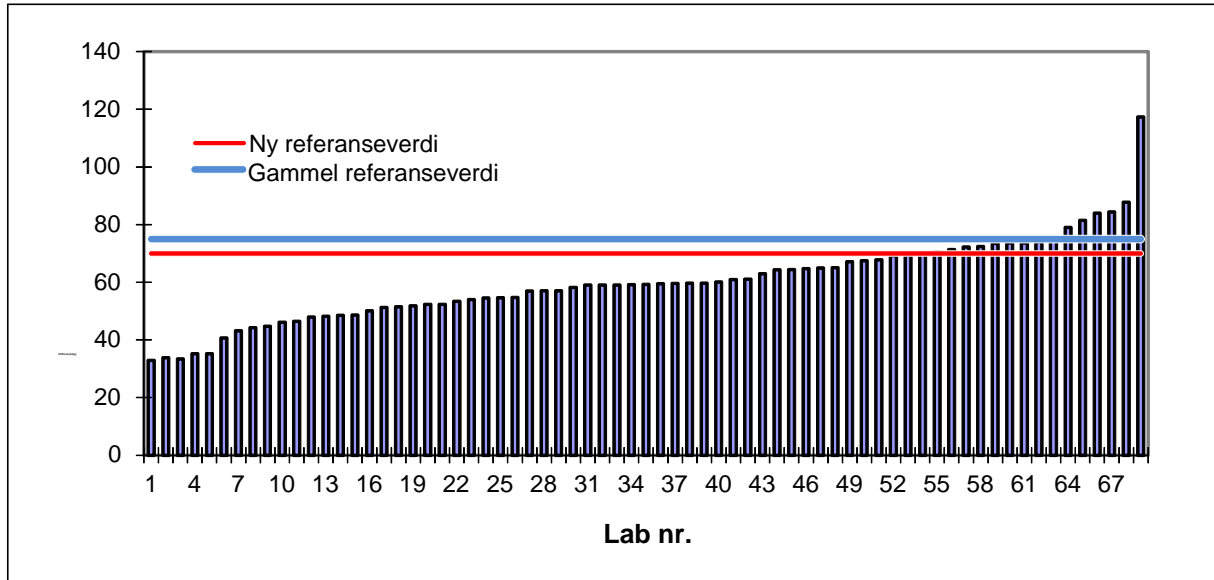
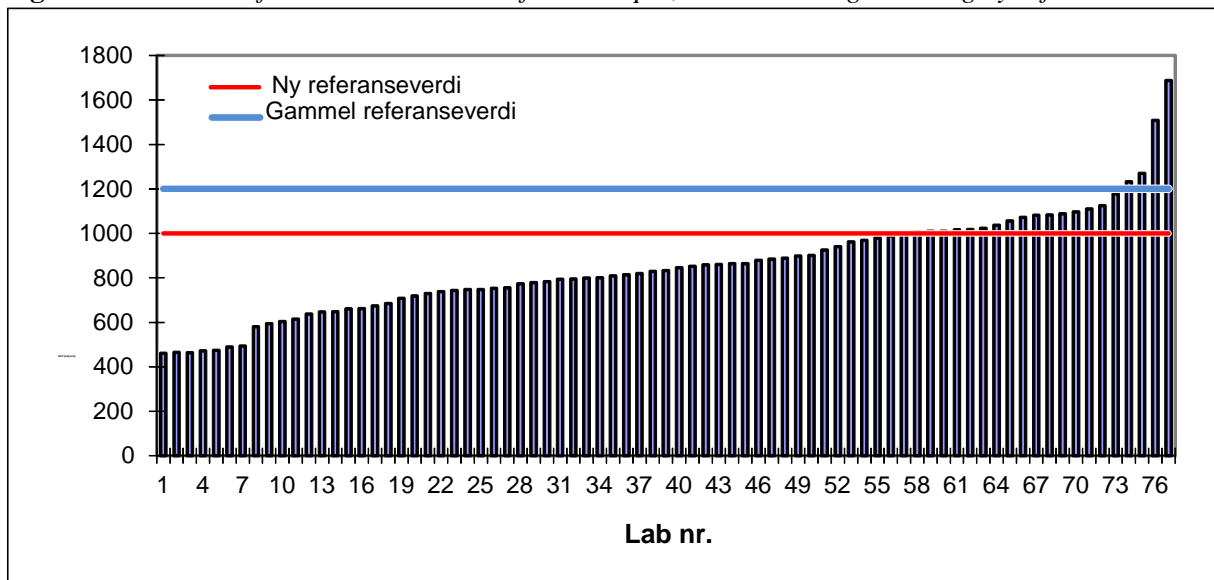


Fig. 51: DLP verdier for de enkelte stedene for CT caput, sammen med gammel og ny referanseverdi.



8.2.2 Thorax (CTTH)

Fig. 52: $CTDI_{vol}$ verdier for de enkelte stedene for CT thorax, sammen med gammel og ny referanseverdi.

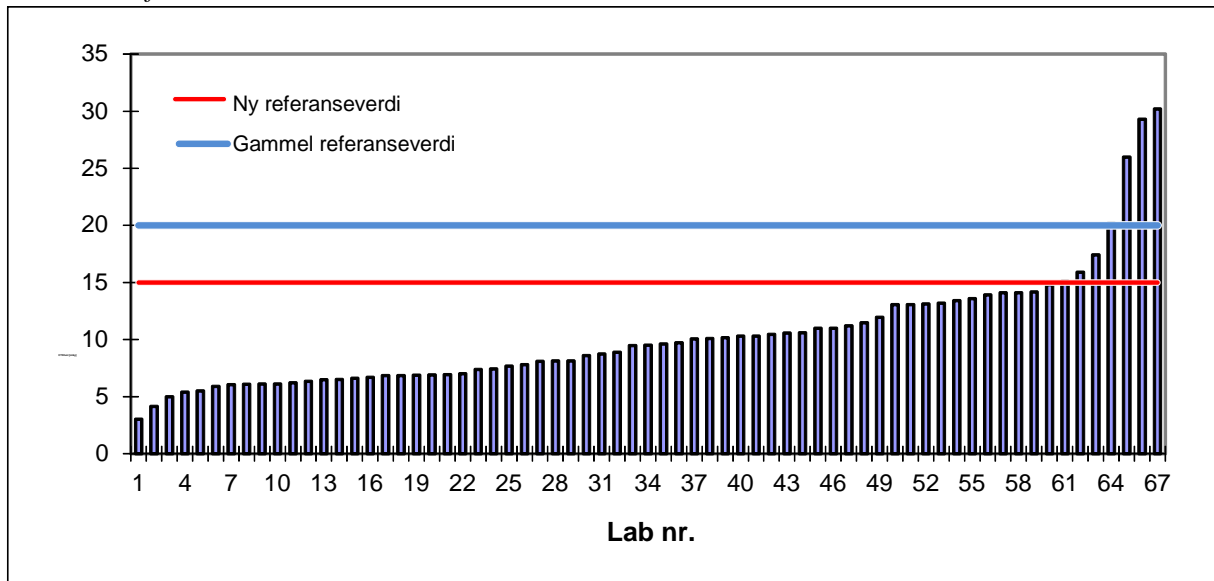
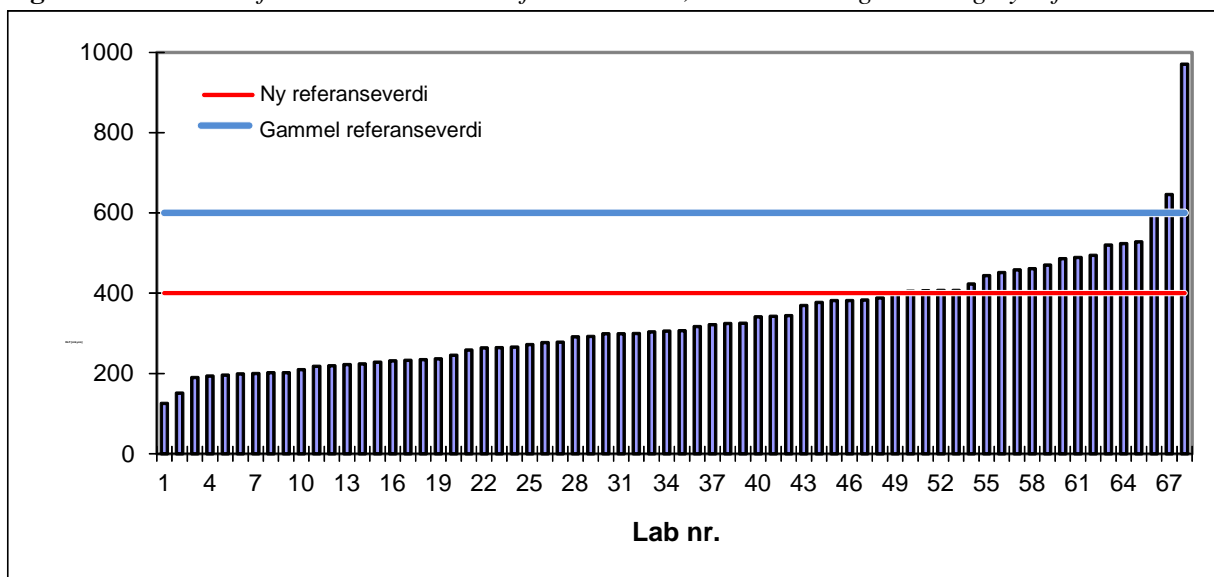


Fig. 53: DLP verdier for de enkelte stedene for CT thorax, sammen med gammel og ny referanseverdi.



8.2.3 Lumbalcolumna (CTCL)

Fig. 54: $CTDI_{vol}$ verdier for de enkelte stedene for CT lumbalcolumna, sammen med gammel og ny referanseverdi.

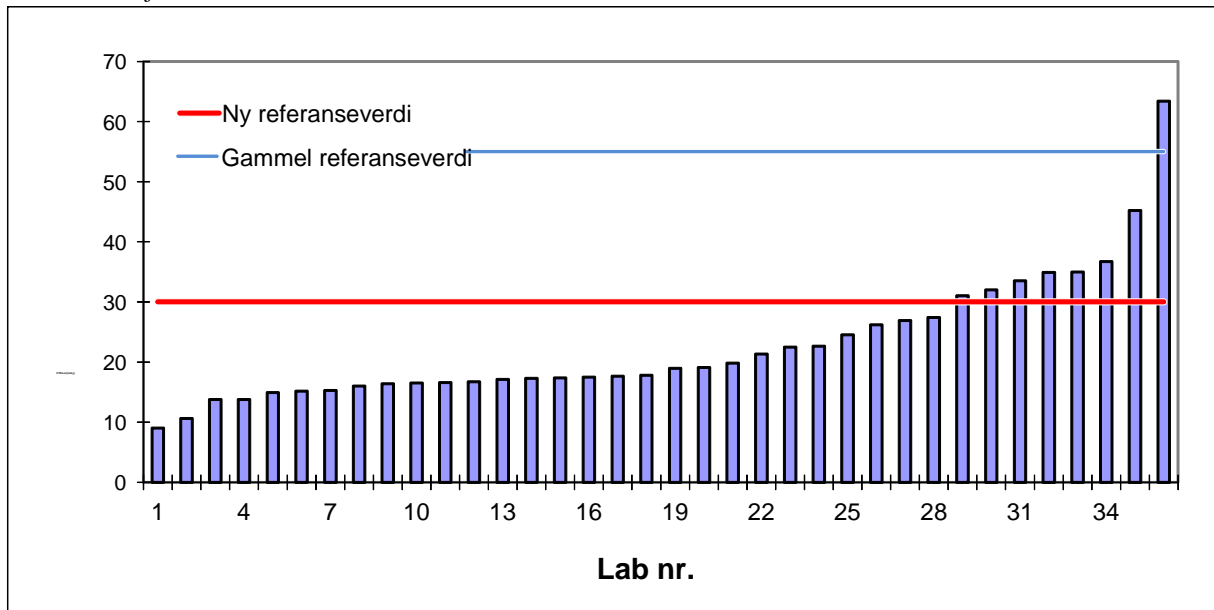
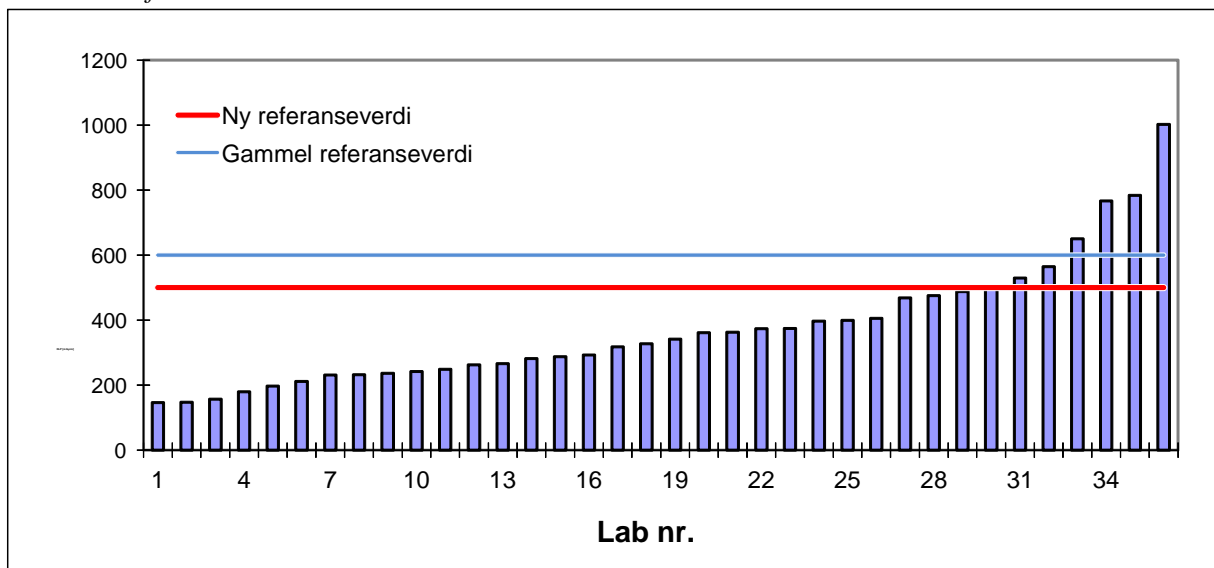


Fig. 55: DLP verdier for de enkelte stedene for CT lumbalcolumna, sammen med gammel og ny referanseverdi.



8.2.4 Abdomen inkl. bekken (CTABPE)

Fig. 56: $CTDI_{vol}$ verdier for de enkelte stedene for CT abdomen, sammen med gammel og ny referanseverdi.

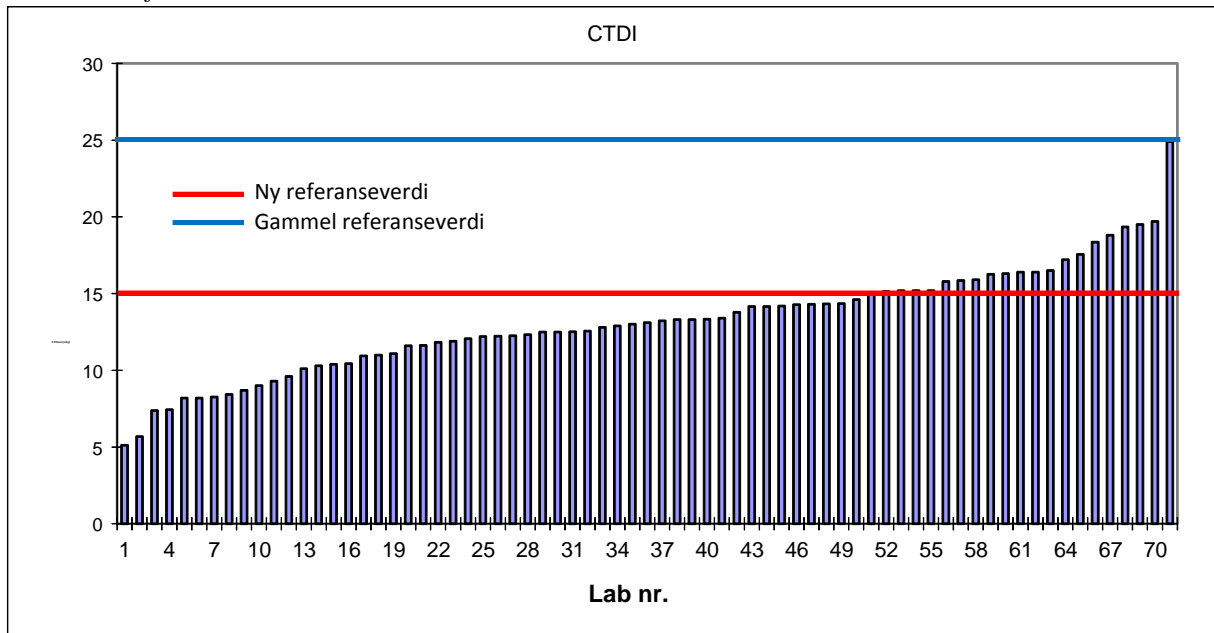
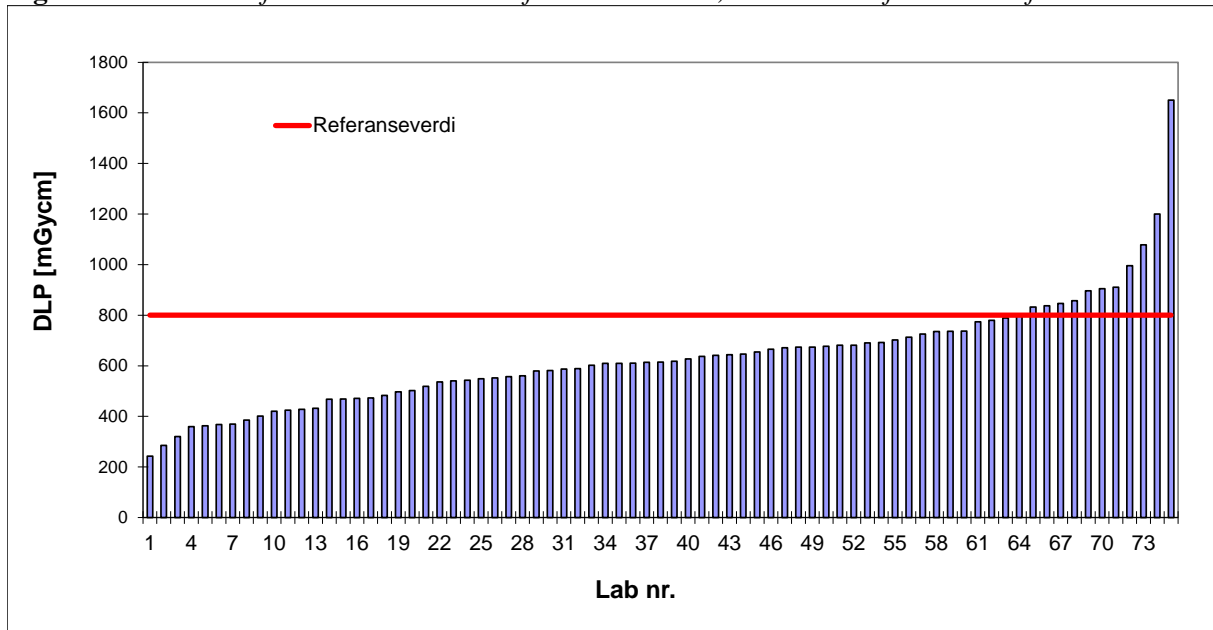


Fig. 57: DLP verdier for de enkelte stedene for CT abdomen, sammen en uforandret referanseverdi.



8.2.5 Bihuler (CTKV)

Fig. 58: $CTDI_{vol}$ verdier for de enkelte stedene for CT bihuler, sammen med ny referanseverdi.

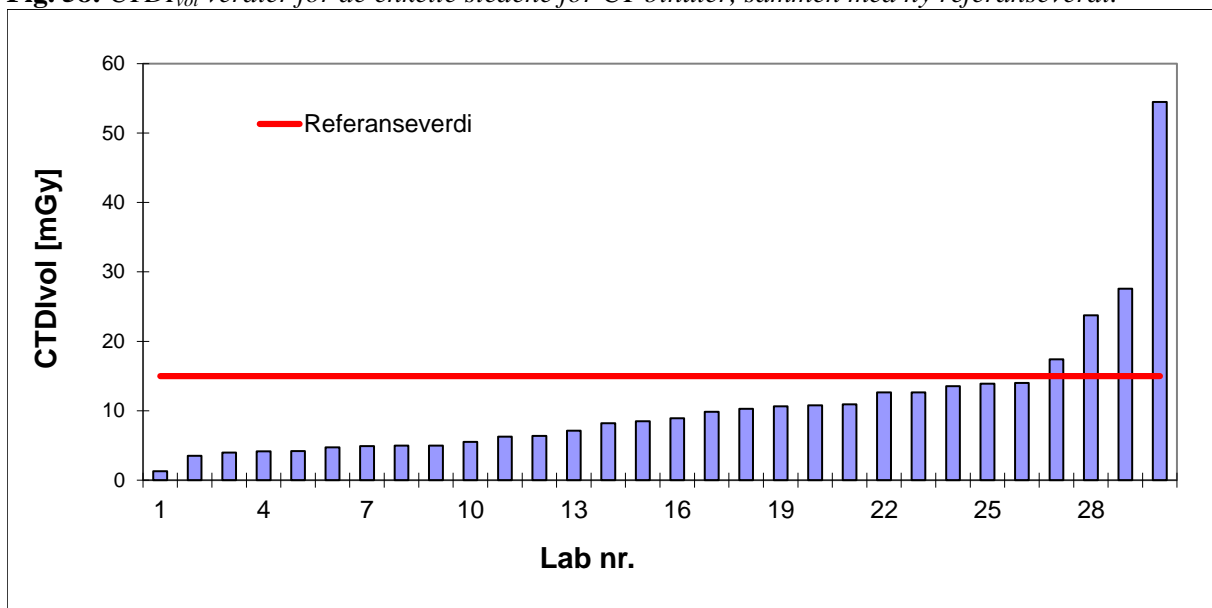
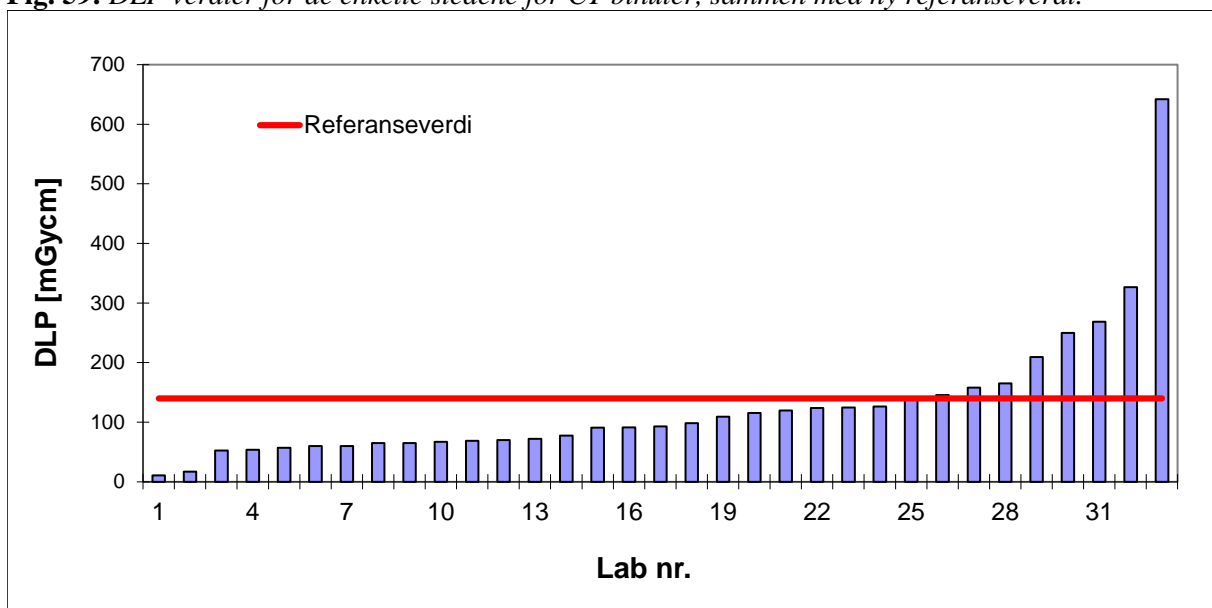


Fig. 59: DLP verdier for de enkelte stedene for CT bihuler, sammen med ny referanseverdi.



8.2.6 Hals (CTCM)

Fig. 60: $CTDI_{vol}$ verdier for de enkelte stedene for CT bihuler, sammen med ny referanseverdi.

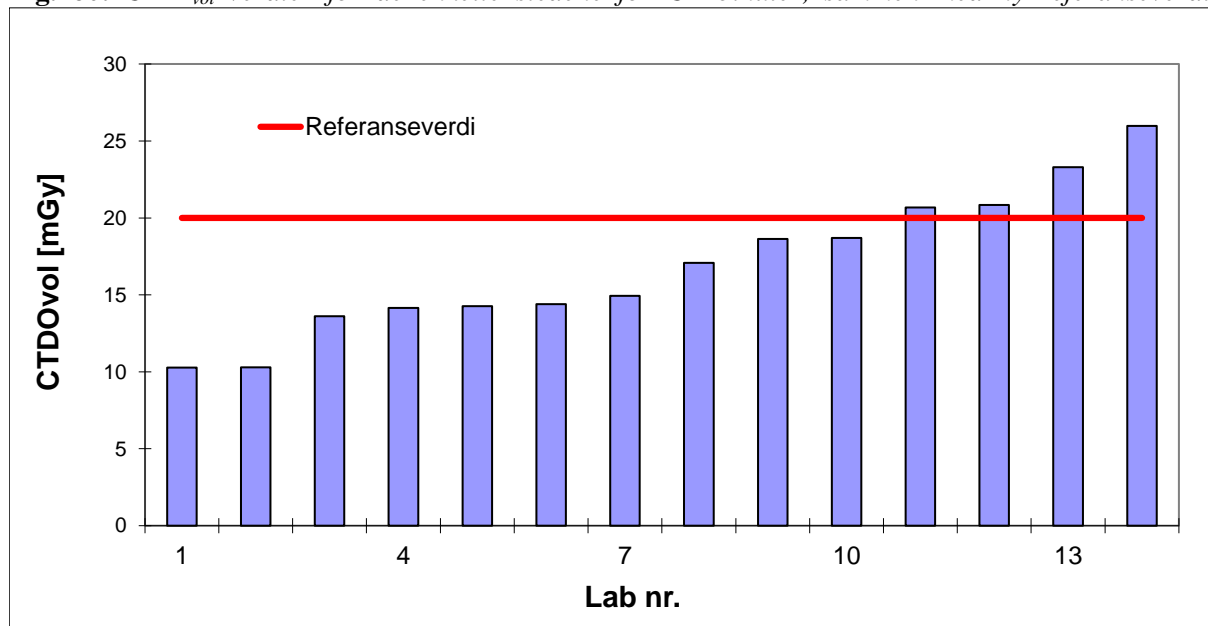
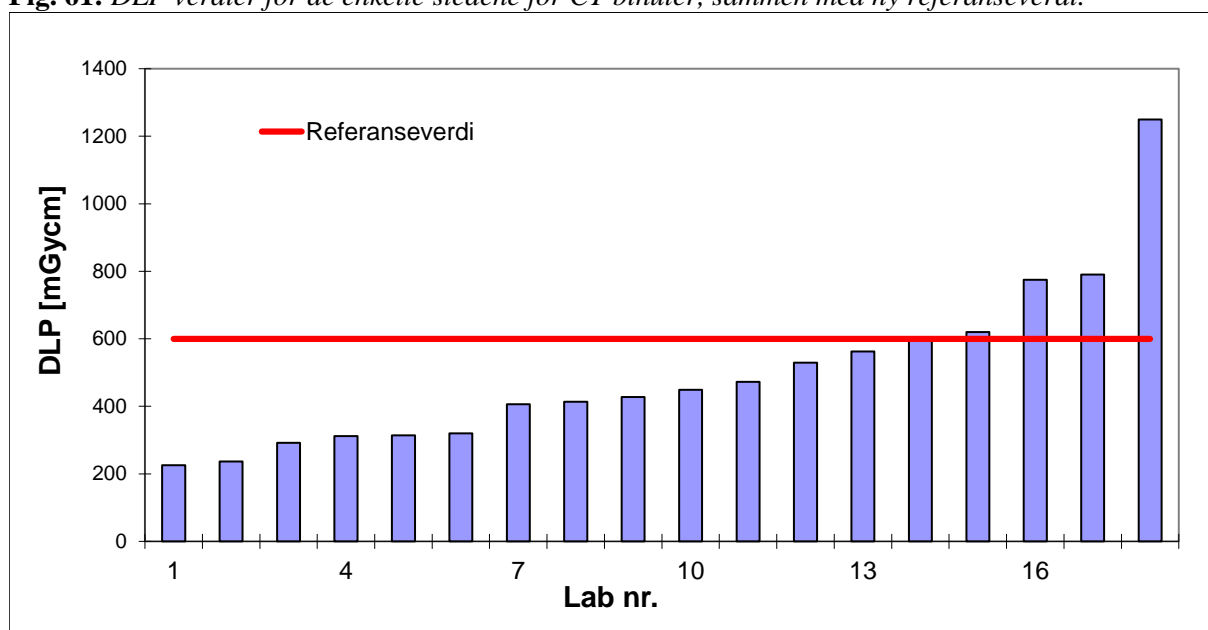


Fig. 61: DLP verdier for de enkelte stedene for CT bihuler, sammen med ny referanseverdi.



8.2.7 Cervicalcolumna (CTCC)

Fig. 62: $CTDI_{vol}$ verdier for de enkelte stedene for CT cervicalcolumna, sammen med ny referanseverdi.

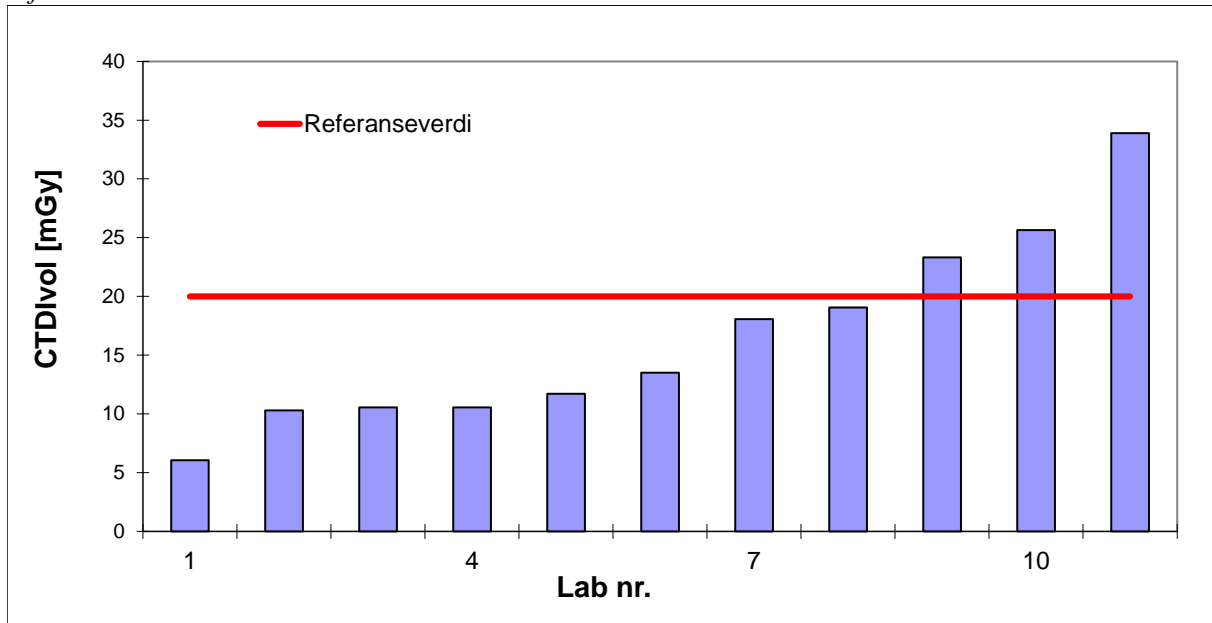
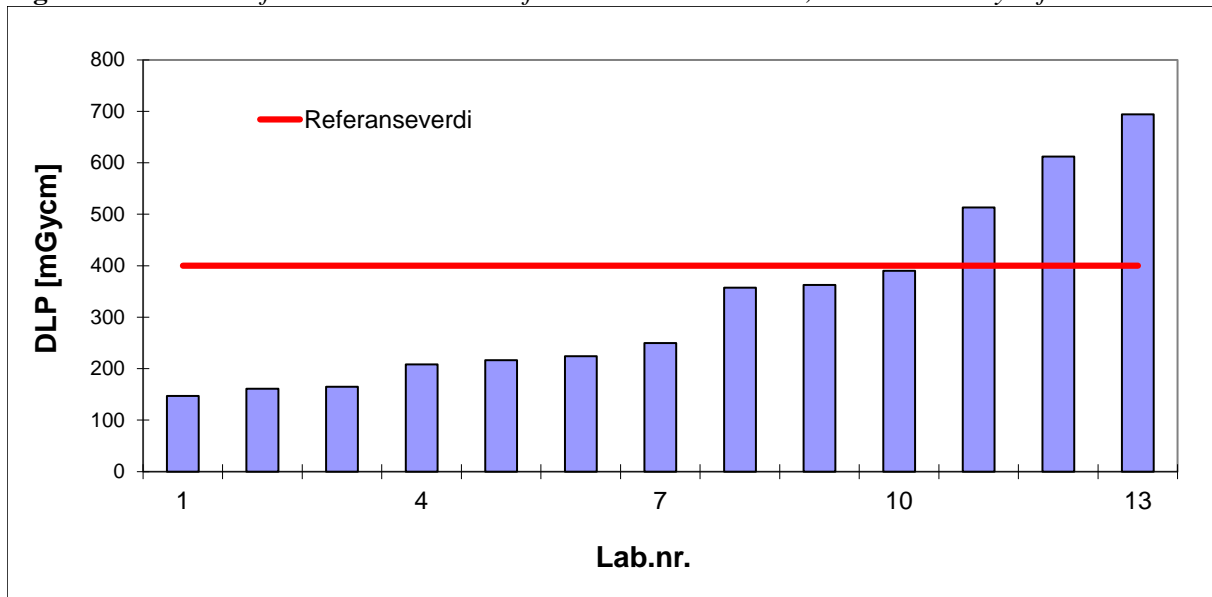


Fig. 63: DLP verdier for de enkelte stedene for CT cervicalcolumna, sammen med ny referanseverdi.



8.2.8 Urografi (3 serier) (CTUR)

Fig. 64: $CTDI_{vol}$ verdier for de enkelte stedene for CT urografi utredning, sammen med ny referanseverdi.

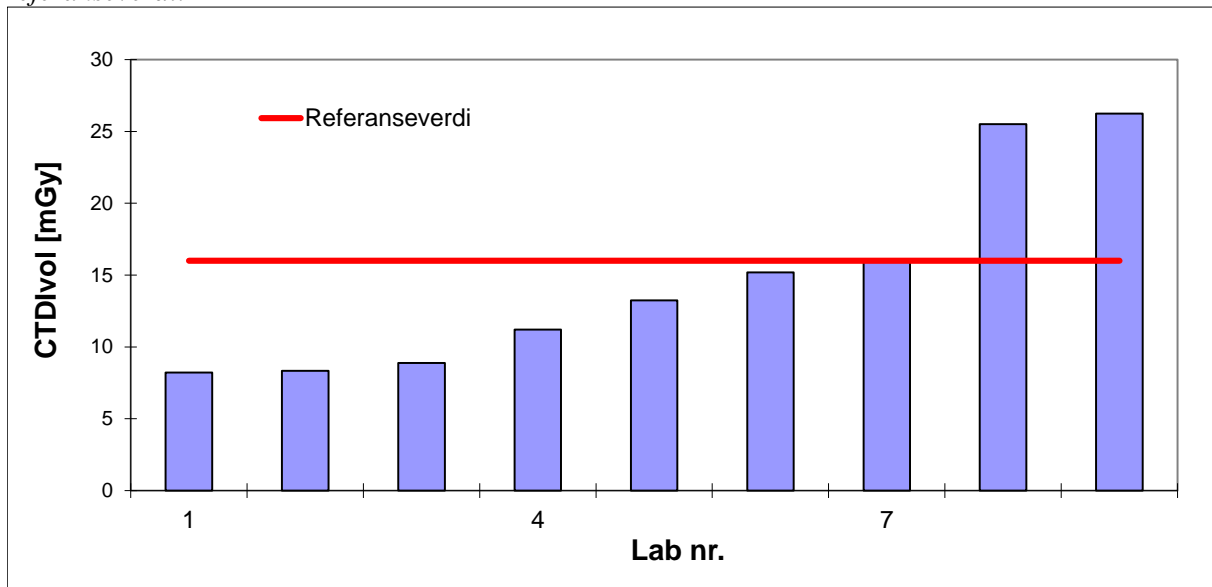
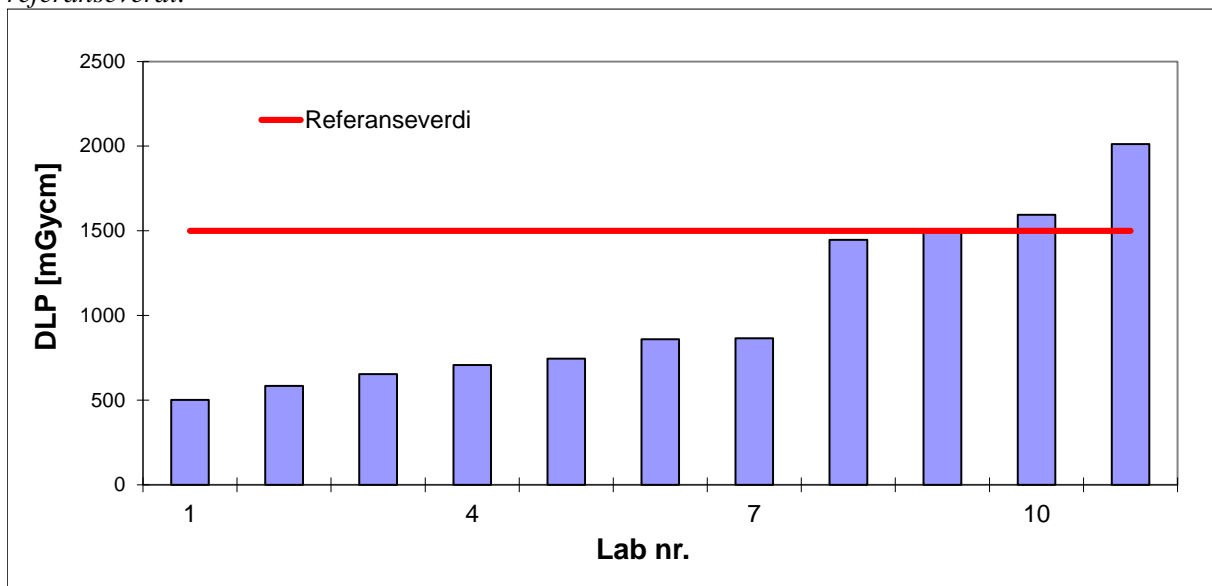


Fig. 65: DLP verdier for de enkelte stedene for CT urografi utredning, sammen med ny referanseverdi.



8.2.9 Urografi (1 serie) (CTUR)

Fig. 66: $CTDI_{vol}$ verdier for de enkelte stedene for CT urografi steinproblematikk, sammen med ny referanseverdi.

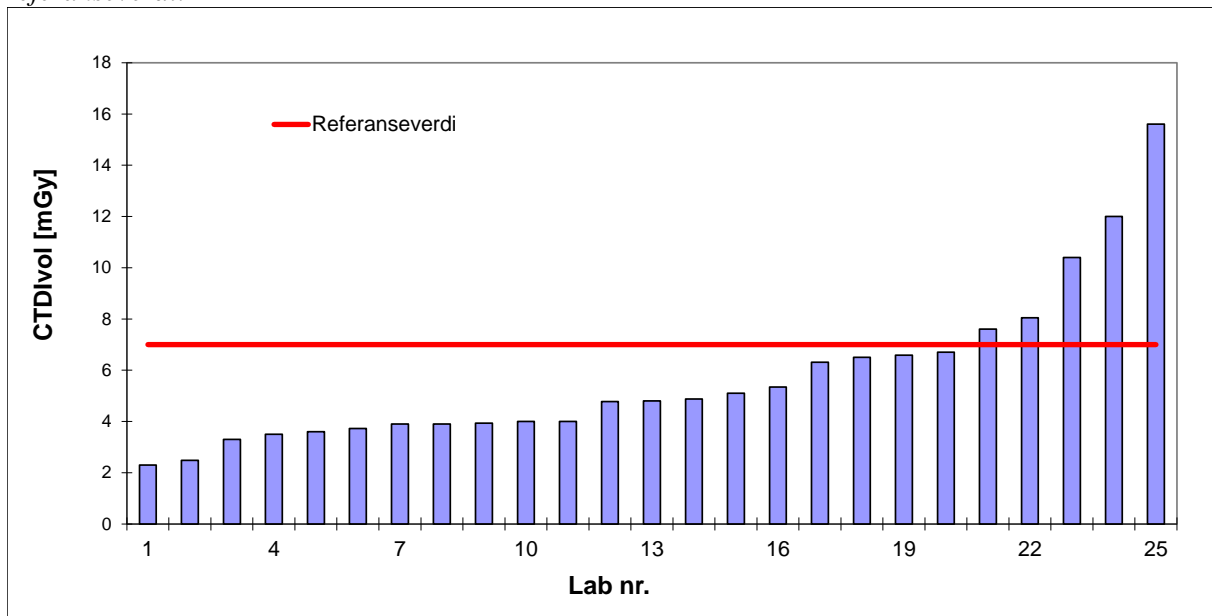
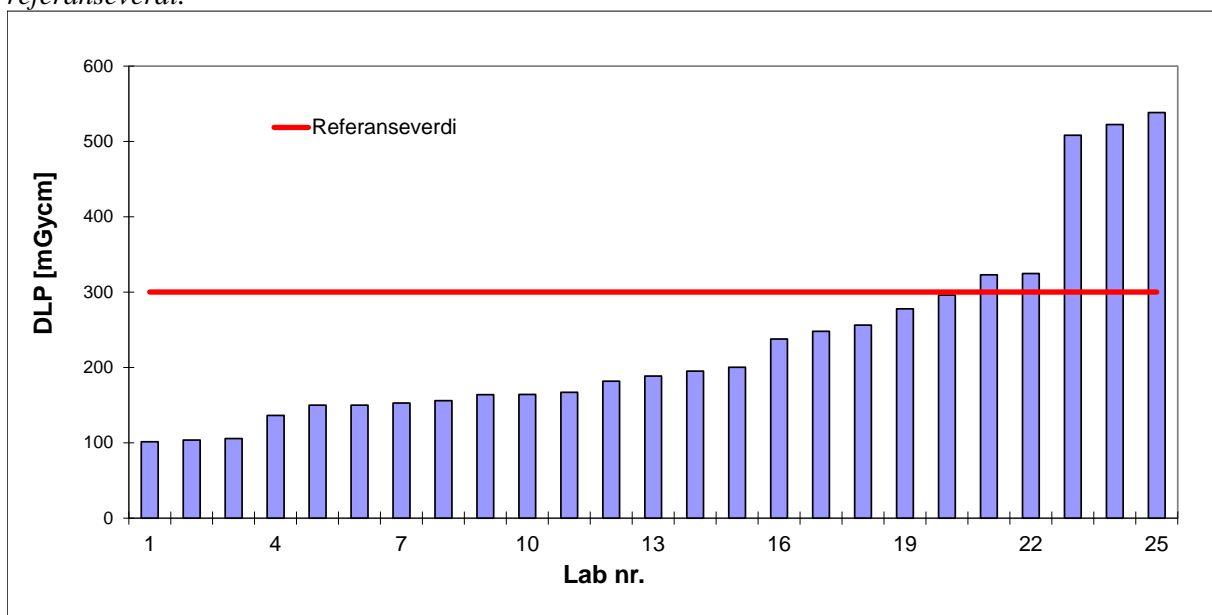


Fig. 67: DLP verdier for de enkelte stedene for CT urografi steinproblematikk, sammen med ny referanseverdi.



8.2.10 Colon (CTIC)

Fig. 68: $CTDI_{vol}$ verdier for de enkelte stedene for CT colon, sammen med ny referanseverdi.

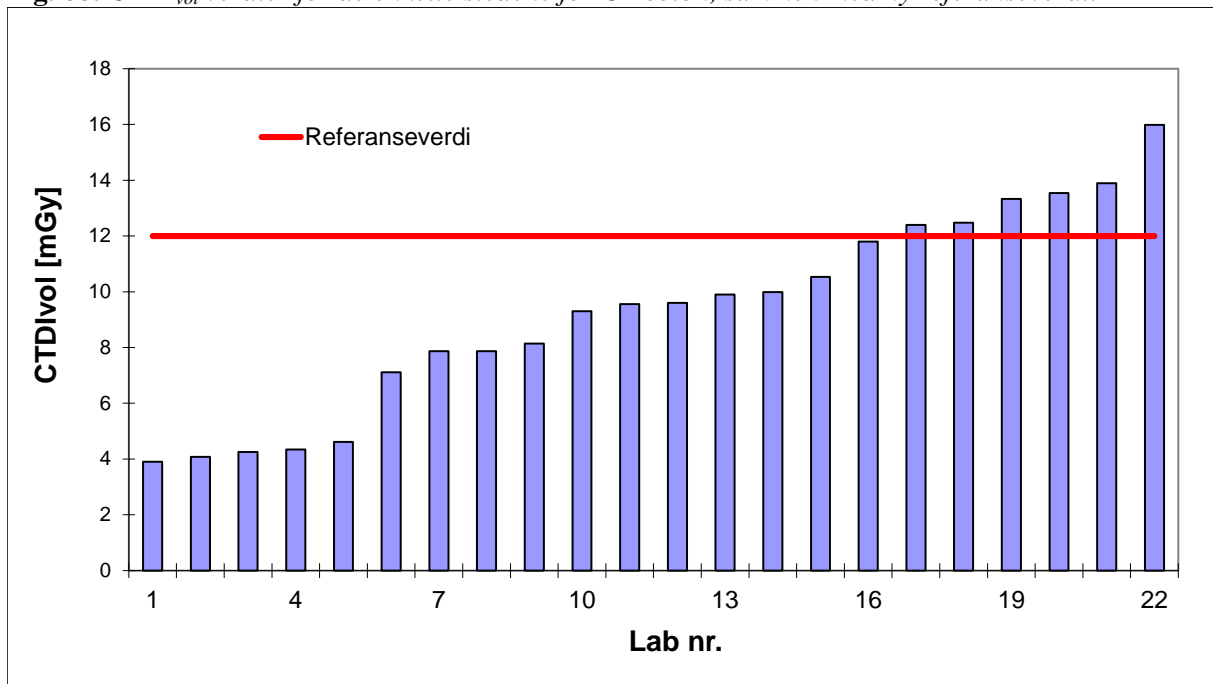
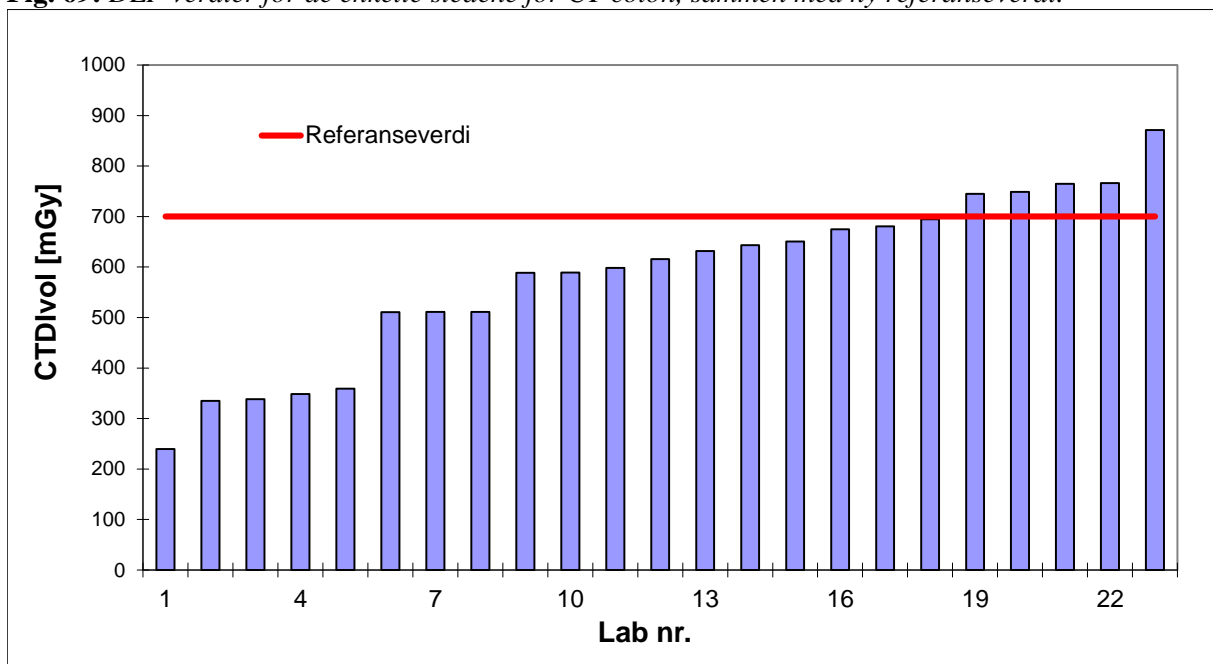


Fig. 69: DLP verdier for de enkelte stedene for CT colon, sammen med ny referanseverdi.



9 Referanser

- ¹ 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. <http://www.nrpa.no/dav/dc3ba89a7a.pdf> (29.7.2014)
- ² Forskrift 29. oktober 2010 nr. 1380 om Strålevern og bruk av stråling (strålevernforskriften). Oslo 2010. <http://www.lovdata.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-20101029-1380.html> (29.7.2014)
- ³ Avset Sundby B, Widmark A. Representative doser i Helse Øst: representative doser for røntgendiagnostikk rapportert fra virksomhetene i Helse Øst høsten 2006. StrålevernRapport 2007:2. Østerås: Statens strålevern, 2007. <http://www.nrpa.no/dav/516eff785e.pdf> (29.7.2014)
- ⁴ Widmark A, Friberg EG, Olerud HM, Silkoset RD, Solberg M, Wikan K, Tynes T, Saxebøl G, Kofstadmoen H. Veileder om medisinsk bruk av røntgen- og MR-apparatur underlagt godkjenning. Veileder til forskrift om strålevern og bruk av stråling. Veileder 5. Østerås: Statens strålevern, 2005 (revidert august 2014). <http://www.nrpa.no/dav/bac3c61794.pdf> (1.8.2014)
- ⁵ Widmark A, Friberg EG. Veileder om representative doser for røntgenundersøkelser. Veileder til forskrift om strålevern og strålebruk. Veileder 5b. Østerås: Statens strålevern, 2007. <http://www.nrpa.no/dav/5184774fe5.pdf> (29.7.2014)
- ⁶ The 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. Annals of the ICRP. Vol. 21, No. 1-3. Elsevier 1991.
- ⁷ The 2007 recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP publication 103. Annals of the ICRP. Vol. 37; No. 2-4. Elsevier 2007.
- ⁸ Hart D, Hillier MC, Wall BF, Shrimpton PC, Bungay D. Doses to patients from medical X-ray examination in the UK – 1995 review. NRPB Report 289. Chilton: National Radiological Protection Board (NRPB), 1996.
- ⁹ Olerud HM. Røntgenundersøkelser i Norge - optimalisert strålebruk og strålevern. Tidsskrift for Den Norske Lægeforening 1999; 119(9): 1322-1325.
- ¹⁰ Jönsson H, Leitz W. Patientdoser från röntgenundersökningar i Sverige – uppföljning av åtgärder. SSI Rapport 2002:05. Stockholm; Statens strålskyddsinstitut, 2002.
- ¹¹ Guidance on diagnostic reference levels (DRLs) for medical exposures. Radiation Protection 109. Brussels: European Commission 1999. http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radiation_protection/medical/publications_en.htm (29.7.2014)
- ¹² International Commission on Radiological Protection publication 73. (Annals of the ICRP vol. 26, no. 2, 1996). Radiological Protection and Safety in Medicine; Pergamon Press, Oxford 1996.
- ¹³ Nordic guidance levels for patient doses in diagnostic radiology. The radiation protection and nuclear safety authorities in Denmark, Finland, Iceland, Norway and Sweden. Report on Nordic radiation protection co-operation 5. Østerås: Statens strålevern, 1996.
- ¹⁴ Leitz W, Almén A. Patientdoser från röntgenundersökningar i Sverige – Utveckling från 2005 til 2008. SSI Rapport 2010:14. Strålsäkerhetsmyndigheten, Stockholm 2010. <http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Global/Publikationer/Rapport/Stralskydd/2010/SSM-Rapport-2010-14.pdf> (29.7.2014)
- ¹⁵ Friberg EG, Widmark A, Ryste Hauge IH. National collection of local diagnostic reference levels in Norway and their use in optimization of X-ray examinations. 12th International Radiation Protection Association. Buenos Aires, 2008.
- ¹⁶ Norsk Radiologisk Kode – NORAKO. Norsk Radiologisk Forening, 2004. https://www.nav.no/Forsiden/_attachment/1073749908?_ts...true (5.8.2014)
- ¹⁷ European Commission, 2008. European guidance on estimating population doses from medical X-ray procedures. Radiation Protection 154. European Commission, Luxembourg. http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radiation_protection/publications_en.htm (29.7.2014)

¹⁸ StrålevernInfo 2010:2. Reviderte og nye nasjonale referanseverdier for røntgendiagnostiske undersøkelser per 2010. Statens strålevern, Østerås 2010. <http://www.nrpa.no/dav/d49db9aeb1.pdf> (30.7.2014)

¹⁹ Nasjonale referanseverdier for røntgenundersøkelser, gjeldende fra 27.4.2010. <http://www.nrpa.no/fakta/91047/nasjonale-referanseverdier-for-roentgenundersoekelser-gjeldende-fra-27-4-2010> (30.7.2014)

²⁰ Kramer R, Houry HJ, Vieira JW. CALDose_X - A software tool for the assessment of organ and tissue absorbed doses, effective dose and cancer risks in diagnostic radiology. Physics in Medicine and Biology Vol. 53 No. 22, 2008. [doi:10.1088/0031-9155/53/22/011](https://doi.org/10.1088/0031-9155/53/22/011) (29.7.2014)

²¹ Doses to Patients from Radiographic and Fluoroscopic X-ray Imaging Procedures in the UK – 2010 Review. D Hart, M C Hillier and P C Shrimpton. Health Protection Agency. Chilton, 2012. <http://www.hpa.org.uk/Publications/Radiation/CRCEScientificAndTechnicalReportSeries/HPACRCE034/> (29.7.2014)

²² Vejledning om patientdoser og referencedoser for røntgenundersøgelser. Konventionelle røntgenundersøgelser. Sundhedsstyrelsen, Copenhagen 2012. <http://sundhedsstyrelsen.dk/~media/206E0F8F3F104A63A738E0268B964109.ashx> (29.7.2014)

²³ Leitz W., Almén A. Patientstråldoser vid röntgendiagnostik i Sverige – 1999 och 2006. SSI-Rapport 2008:2. Strålsäkerhetsmyndigheten, Stockholm 2008. <http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Global/Publikationer/Rapport/Stralskydd/2008/ssi-rapp-2008-02.pdf> (29.7.2014)



Statens strålevern
Norwegian Radiation Protection Authority

StrålevernRapport 2014:1

Virksomhetsplan 2014

StrålevernRapport 2014:2

Strålebruk i Norge

StrålevernRapport 2014:3

Nordisk-baltisk atomberedskapsøvelse: NB 8 Nuclear Emergency Exercise 2013

StrålevernRapport 2014:4

Overvaking av radioaktivitet i omgivnadene 2013

StrålevernRapport 2014:5

Strålevern i utdanningene for helsepersonell

StrålevernRapport 2014:6

Representative doser i Norge – 2006–2009