



Strål
säkerhets
myndigheten

Swedish Radiation Safety Authority

Författare: Wolfram Leitz
Anja Almén

2010:14

Patientdoser från
röntgenundersökningar i Sverige
– utveckling från 2005 till 2008

Titel: Patientdoser från röntgenundersökningar i Sverige – utveckling från 2005 till 2008.
Rapportnummer: 2010:14
Författare: Wolfram Leitz och Anja Almén
Datum: april 2010

Abstrakt

Strålsäkerhetsmyndigheten begärde 2008 rapportering av diagnostiska standarddoser från sjukvården för de röntgenundersökningar för vilka diagnostiska referensnivåer har fastlagts. Denna kartläggning kan ses som en uppföljning av en tidigare gjord kartläggning 2006. Data har sammanställts och analyserats och jämförts med den tidigare rapporteringen. Stråldoserna har testats för eventuella samband med olika parametrar (t.ex. typ av röntgenutrustning, bildregistrerande system, olika teknikfaktorer). För konventionella röntgenundersökningar var stråldoserna för utrustningar med direktdigitala bildmottagare i genomsnitt 30 % lägre än för dem med bildplattor. Mammografidoserna var, med ett undantag, lika för alla typer av utrustning och bildmottagare. Sectra hade i genomsnitt två gånger lägre dos än de andra tillverkarna. Vid datortomografi-undersökningar fanns en liten trend för högre doser för nya utrustningar jämfört med äldre. Användning av exponeringsautomatik påverkade inte stråldoserna. Siemens utrustningar hade i snitt lägre stråldoser än andra tillverkare

Jämfört med 2006 har doserna för de konventionella undersökningarna minskat med i snitt 21 %. En tredjedel av denna dosminskning kan hänföras till införandet av direktdigitala system vars användning ökade med ca 30 %. Större delen av dosminskningen kan dock tillskrivas åtgärder som genomförts bl.a. för att sänka dosen under referensnivån. Doserna för DT-undersökningarna visade endast en svag nergående trend. Mammografidoser minskade med i snitt drygt 10 %, en stor del beroende på ökade antal Sectrautrustningar.

Systemet med diagnostiska referensnivåer har igen visat sig ha positiv inflytande på stråldosnivån vid röntgenundersökningar, detta är mest uttalat för konventionella röntgenundersökningar. Det finns fortfarande ett stort potential för dosminskningar, och en åtgärd för att åstadkomma detta är att sänka de nuvarande referensnivåerna. Ytterst få diagnostiska standarddoser är högre än referensnivån. En sänkning av referensnivåerna till motsvarande 3:e kvartilen av dosfördelningen skulle kunna leda till ytterligare dosminskningar på 10 – 20 %. Motsvarande dosminskning borde åstadkommas även för DT och mammografiundersökningar när man sänker referensnivåerna, det är endast få standarddoser som är högre än de nuvarande referensnivåerna

Innehåll

1 Sammanfattning	3
2 Inledning	4
3 Material och metoder	5
4 Resultat	6
4.1 Konventionella undersökningar	6
4.2 Datortomografi	7
4.3 Mammografi	11
5 Jämförelse med tidigare data	13
5.1 Konventionella undersökningar	13
5.2 Datortomografi	17
5.3 Mammografi	23
5.4 Effektiv dos	26
6 Diskussion	29
6.1 Konventionella undersökningar	29
6.2 Datortomografi	30
6.3 Mammografi	31
7 Slutsatser och sammanfattning	32
8 Referenser	33
9 Annex	34
9.1 Diagram för konventionella undersökningar.....	34
9.2 Diagram för DT-undersökningar	36
9.3 Diagram för mammografiundersökningar.....	38

1 Sammanfattning

Strålskyddsmyndigheten har begärt in och analyserat diagnostiska standarddoser från hela landet. Syftet var att få en överblick över dosläget inom medicinsk röntgendiagnostik i Sverige samt att sjukvården ska kunna jämföra sina egna stråldoser med andras och få uppslag om hur doserna kan minskas vid det enskilda undersökningsstället. Sammanlagt har ca 1350 standarddoser rapporterats, för ca 80 % av dessa har även den tidigare bestämda standarddosen rapporterats.

Sedan föregående bestämning har doserna minskat betydligt, med 21 respektive 11 %, för konventionella respektive mammografiundersökningar. Däremot var ändringarna för doserna för datortomografi små. En del av reduktionen vid konventionella undersökningar kan tillskrivas byte av bildmottagare: från film-skärm system och bildplattor till direktdigitala system. Spridningen av värdena för standarddoserna har minskat något sedan den tidigare bestämningen men är fortfarande stor för konventionella och datortomografiundersökningar, däremot mycket snävare för mammografi.

Genomgående för alla undersökningstyper, även för datortomografiundersökningar, gällde att få standarddoser överskred den diagnostiska referensnivån. De diagnostiska referensnivåerna måste snarast sänkas för att systemet med standarddoser och referensnivåer ska kunna fungera som avsedd, dvs. så att doserna minskar för alla undersökningstyper. I synnerhet för datortomografiundersökningar måste också definitionen av undersökningarna ses över, det finns indikationer för att en del standarddoser baserades på andra undersökningar än avsedd, dvs. undersökningar som genomförs med andra undersökningsprotokoll vilket medför en annan dos.

2 Inledning

Strålsäkerhetsmyndighetens målsättning för medicinsk röntgendiagnostik är att den är säker för patienter. Detta innebär att undersökningar ska vara berättigade och optimerade. Ett verktyg för optimering är diagnostiska standarddoser och referensnivåer, och sedan 2002 finns föreskrifter om dem för tolv olika typer av röntgenundersökningar (1). För att kunna bedöma effekten av föreskriften och för att ge återkoppling till sjukvården har myndigheten upprepade gånger begärt rapportering av diagnostiska standarddoser från sjukvården. Första gången sedan föreskrifterna trädde i kraft var för åren 2004-2006. Stråldosen analyserades och jämfördes med dem från en pilotstudie som genomfördes 1999 (2). För samtliga konventionella undersökningar minskade dosen betydligt, för mammografi blev det en liten dossänkning och för datortomografi ingen minskning alls.

År 2008 begärde myndigheten att data från den bestämningen av standarddoser skulle rapporteras på nytt. Tillsammans med de nya värden för standarddoserna skulle även värden från den föregående bestämningen rapporteras. Dessutom skulle även anges vilka åtgärder med syfte att minska stråldosen som hade vidtagits mellan dessa bestämningar.

Sammanställning och utvärdering av de inrapporterade standarddoserna tjänar flera syften. Sammanställning av dosdata ger nyttig information till enskilda uppgiftslämnare. De kan se hur de ligger till i förhållande till andra sjukhus och kan då prioritera eventuella utredningar eller åtgärder. En trendanalys om hur patientdoserna förändras kan göras, och orsakerna för dessa dosförändringar, t.ex. den tekniska utvecklingen eller riktade optimeringsåtgärder, kan identifieras. Man kan se om och vilka dossänkande åtgärder som har genomförts och vilken effekt de har haft. Slutligen utgör de rapporterade data ett viktigt underlag för kommande revidering av föreskrifterna om diagnostiska referensnivåer och standarddoser.

3 Material och metoder

Föreskrifterna om diagnostiska standarddoser (DSD) och referensnivåer (DRN) omfattar sex konventionella undersökningar (lungor, bäcken, ländrygg, urografi, kolon och koronarangiografi), fyra datortomografiundersökningar (hjärna, thorax, buk och ländrygg) samt screening och klinisk mammografi. För alla röntgenstativ där en eller flera av dessa undersökningar genomförs ska den diagnostiska standarddosen bestämmas som medelvärde för ca 20 normalstora patienter. År 2008 begärde SSI in rapportering av standarddoser för andra gången.

Data rapporterades enligt en fastställd mall, där standarddoserna tillsammans med bl.a. uppgifter om röntgenutrustning och det bildgivande systemet, medelvärden av patienternas vikt och längd (för mammografi genomsnittlig bröstjocklek) skulle anges. För DT-undersökningar angavs också maximala antalet snitt som kan fås simultant under en rotation, typ och användningsfrekvens av automatisk exponeringskontroll och om spiral eller axial teknik används.

Även uppgifter om föregående DSD redovisades. Förutom DSD skulle också vilka dossänkande åtgärder som genomfördes mellan de bägge bestämmelserna anges, t.ex., ändrade exponeringsdata (rörspänning, filtrering, rörladdning), utbildning i strålskydd, minskat antal projektioner per undersökning eller byte av hela eller delar av utrustningen.

4 Resultat

4.1 Konventionella undersökningar

De diagnostiska standarddoserna för de sex undersökningarna visas i tabell 4.1. Man kan se att spridningen av doserna (mellan min- och maxvärden) varierar mycket mellan de olika undersökningarna: från en faktor sex för kolon och koronarangiografi till en faktor drygt 25 för lungor och bäcken. Medianvärden skiljer sig från medelvärden med mellan 3 och 15 %, i genomsnitt med 7 %. Detta innebär att fördelningen av DSD för vissa undersökningar inte är symmetriskt, vissa sjukhus ligger långt från medelvärdet.

Tabell 4.1: Diagnostiska standarddoser för sex konventionella röntgenundersökningar. Om inte annat har indikerats är enheten Gy-cm².

Undersökning	medel	min	median	3:e kvartil	max	max/min	DRN	Antal	Antal>DRN
Lungor	0,29	0,04	0,26	0,38	1,03	26	0,6	220	10
Bäcken	1,3	0,18	1,1	1,7	4,9	27	4	213	3
Ländrygg	5,0	1,2	4,6	6,4	18,5	15	10	225	4
Urografi	12	3	12	15	29	10	20	59	3
Kolon	20	7,7	18	25	46	6	50	67	0
Koronarangiografi	33	11	34	41	61	6	80	35	0

Andelen DSD som överskrider den diagnostiska referensnivån är liten, som mest är det 5 % (för lungor och urografi) och den är noll för kolon och koronarangiografi. Tredje kvartilen av DSD-värden för de olika undersökningarna underskrider motsvarande diagnostisk referensnivån med mellan 25 och 58 %.

DSD grupperade efter de olika typerna av bildmottagare visas i tabell 4.2. Den relativa andelen som de olika bildmottagarna står för vid de olika undersökningstyperna anges i tabell 4.3. För en del av kolonundersökningar används både bildförstärkare (för genomlysning) och bildplattor eller direktdigitala system (för exponering) vid en och samma undersökning. För dessa undersökningar valdes modaliteten för exponering i tabellerna 4.2 och 4.3. Koronarangiografi har inte tagits med i tabell 4.3.

Man kan konstatera att film-skärm system inte används längre (ligger till grund för endast 4 av totalt 819 standarddoser). För de olika undersökningstyperna ligger DSD-medelvärden mellan 14 och 45 % lägre för direktdigitala system än för bildplattor, i genomsnitt med 27 %.

Tabell 4.2: Genomsnittlig diagnostisk standarddos (Gycm²) för sex konventionella röntgenundersökningar för olika typer av bildmottagare

Undersökning	Direktdigital	Bildplattor	Bildförstärkare	Film-skärm	Alla
Lungor	0,22	0,41	-	0,42	0,29
Bäcken	1,1	1,6	-	-	1,3
Ländrygg	4,3	6,1	-	9,0	5,0
Urografi	11	13	12	-	12
Kolon	17	22	21	-	20
Koronarangiografi	30	-	34	-	33

Tabell 4.3: Relativ användning av olika typer av bildmottagare (%) för fem konventionella röntgenundersökningar

Undersökning	Direktdigital	Bildplattor	Bildförstärkare	Film-skärm
Lungor	63	36	0	1
Bäcken	57	43	0	0
Ländrygg	58	41	0	1
Urografi	49	41	10	0
Kolon	19	15	66	0
Medelvärde	49	35	15	<1

4.2 Datortomografi

Tabell 4.4 visar standarddoserna för DT-undersökningar. Andelen DSD som överskrider DRN är mellan 0 och 4 % för thorax- och bukundersökningar, högre för undersökning av hjärnan (8-11 %) och högst för DT ländrygg (25 %). För alla DSD är tredje kvartilen väl under motsvarande DRN, med mellan 10 och 50 %. Kvoten mellan max och min värden uppgår till i storleksordningen fem. DT ländrygg är en undersökning som görs med mycket lägre frekvens än de tre övriga undersökningarna. Medianvärden är genomgående mindre än medelvärden, med mellan 0 och 10 %, i genomsnitt med 5 %.

Utrustningar från Siemens, General Electrics och Philips svarar i genomsnitt för 45, 47 respektive 24 standarddoser för vardera av de tre undersökningarna. Genomsnittet av DSD-värden skiljer sig något mellan utrustningar från dessa tillverkare, se tabell 4.5. Ländryggsundersökningar har inte tagits med eftersom de bara utförs på ett fåtal ställen. Inte heller övriga tillverkare utöver de tre nämnda då dessa endast svarar för mellan 0 och 3 % av undersökningarna. För undersökningar av hjärnan skiljer sig värdena mycket litet, däremot för buk och thorax har utrustningarna från General Electrics och Philips mellan 16 och 43 % högre värden än de från Siemens.

Tabell 4.4: Standarddoser CTDI_{vol} (mGy) och DLP (mGycm) för fyra olika typer av DT-undersökningar

Undersökning	DSD	medel	stdav	min	median	3:e kvartil	max	DRN	Antal	Antal>DRN
Hjärna	CTDI_{vol}	59	17	21	56	65	153	75	124	10
	DLP	959	240	336	915	1082	1789	1200	124	18
Buk	CTDI_{vol}	11	3	3,2	11	13	18,8	25	120	0
	DLP	646	218	172	636	778	1263	na	111	na
Thorax	CTDI_{vol}	10	4	3	9	12	17	20	115	0
	DLP	354	123	173	317	428	936	600	116	4
Ländrygg	CTDI_{vol}	29	10	14	27	36	51	55	16	0
	DLP	516	163	253	495	619	928	600	16	4

Tabell 4.5: Relativa standarddoser (%) $CTDI_{VOL}$ och DLP för utrustningar från olika tillverkare. Medelvärden av standarddoser för Siemensutrustningar har satts till 100 för respektive undersökningstyp och DSD.

Undersökning	DSD	Siemens	General Electric	Philips
Hjärna	$CTDI_{VOL}$	100	101	100
	DLP	100	100	104
Buk	$CTDI_{VOL}$	100	129	116
	DLP	100	117	123
Thorax	$CTDI_{VOL}$	100	126	131
	DLP	100	116	143

Andra faktorer utöver tillverkaren som kan påverka stråldosen systematiskt är val av detektorkonfiguration (maximala antal snitt som kan fås simultant under en rotation) och val av scan-teknik (spiral vs axial, med eller utan automatisk exponeringskontroll, AEC).

Tabell 4.6: Genomsnittsvärden för DSD för DT utrustningar med olika antal snitt. Värdena är normerade till medelvärdet för DSD för 1 & 2-snittsutrustningar för respektive undersökning, vilket har satts till 100. Även antalet DSD för respektive undersöknings- och utrustningstyp anges.

Undersökning		Antal snitt					
		1&2	4	8	16	24/40	64
$CTDI_{VOL}$	Hjärna	100	97	105	104	93	95
DLP	Hjärna	100	124	110	121	154	130
Antal DSD	Hjärna	11	23	16	32	6	35
$CTDI_{VOL}$	Buk	100	110	128	109	114	116
DLP	Buk	100	116	144	123	132	121
Antal DSD	Buk	9	24	12	34	6	35
$CTDI_{VOL}$	Thorax	100	138	128	108	132	122
DLP	Thorax	100	117	114	108	127	120
Antal DSD	Thorax	9	23	12	32	5	35

Tabell 4.6 visar DSD-värden för DT hjärna, thorax och buk för DT utrustningar med olika antal snitt. DT ländrygg har inte tagits med p.g.a. det låga antalet DSD-värden för denna undersökning. Med undantag av $CTDI_{VOL}$ för DT hjärna har utrustningar med 4 och fler snitt högre doser (mellan 9 och 54 %) än 1- och 2-snittsutrustningar. Detta kan bero på ”overbeaming” och/eller ”overscanning”. Med ”overbeaming” menas att man hos multi-snitt utrustningar har extra marginal på strålfältet i z-riktning (vinkelrätt mot snittplanet) för att säkerställa att alla detektorer ligger helt och hållet i primärstrålfältet. Effektens storlek är relaterad till totala bredden av strålfältet, den är i.a. större ju mindre strålbredden är.

”Overscanning” sker vid användning av spiralteknik och innebär att man måste bestråla en större längd än det området man vill avbilda, typiskt ett halvt varv vid början och vid slutet. ”Overscanning” påverkar bara DLP medan ”overbeaming” påverkar både $CTDI_{VOL}$ och DLP.

En jämförelse mellan spiral och axial teknik är bara meningsfull för DT undersökningar av hjärnan eftersom axial teknik nästan aldrig används för de övriga undersökningarna. Tabell 4.7 visar DSD värden för DT hjärnundersökningar för spiral respektive axial teknik, grupperat efter utrustningens snittantal. Dessutom visas kvoten mellan DLP-värden och $CTDI_{VOL}$ -värden för respektive teknik (kvoten relaterar till scanlängden) samt hur mycket kvoterna för axial och spiral teknik skiljer sig från varandra.

Att ”overscanning” påverkar DLP stöds av resultaten i tabell 4.7. DLP för spiralteknik är genomgående större än värden för axialteknik, samma gäller för kvoterna mellan DLP och $CTDI_{VOL}$ som också är större för spiral undersökningar, med mellan 3 och 19 %

Tabell 4.7: DT-undersökning av hjärnan. Genomsnittsvärden för DSD ges för axial respektive spiralteknik för DT utrustningar med olika antal snitt som relativa värden (medelvärden för respektive axiala teknik för 1 & 2 snittutrustningar har satts till 100).

		Antal snitt					
		1&2	4	8	16	24/40	64
$CTDI_{VOL}$ (rel enheter)	Axial	100	96	107	100	92	94
	Spiral	98	90		103	84	92
DLP (rel enheter)	Axial	100	125	118	121	140	132
	Spiral	105	128		132	157	134
DLP/$CTDI_{VOL}$ (rel enheter)	Axial	100	130	110	121	152	141
	Spiral	107	142		128	186	146
”Spiral” – ”axial” (%)		7	9		5	23	3

Syftet med automatisk exponeringskontroll (AEC) är att dosen bättre ska anpassas till patientens anatomi och därmed leder till lägre doser. Men, som visas i tabell 4.8, är skillnaderna för de flesta DSD mycket små ($\leq 1\%$ för de flesta) och för $CTDI_{VOL}$ vid DT-buk till och med 6 % högre vid användning av AEC.

Tabell 4.8: DSD för tekniker med och utan användning av automatisk exponeringskontroll (AEC)

	Undersökning	Med AEC	Utan AEC
$CTDI_{VOL}$	Hjärna	100	101
	Buk	100	94
	(rel enheter, med AEC = 100)	Thorax	100
DLP	Hjärna	100	101
	Buk	100	101
	(rel enheter, med AEC = 100)	Thorax	100

4.3 Mammografi

Tabell 4.9 visar diagnostiska standarddoser för mammografi. Storheten är genomsnittlig absorberad dos i bröstkörtelvävnad (average glandular dose, AGD) i enheten mGy. Faktorn mellan max och min värden är för de flesta DSD i storleksordning 4. För de patientrelaterade DSD överskrider 0 – 9 % DRN, för fantombaserade DSD överskrider 20 % DRN för nettosvärtning 1,0 och ingen för kliniskt använt svärtning/digitala bildmottagare. Tredje kvartilen för patientbaserade DSD ligger omkring 10 % lägre än motsvarande DRN förutom för hela undersökningen klinisk mammografi där det är ca 30 % lägre.

Förklaring för DSD inom mammografien:
PAT_{EXP}: AGD för patienter per exponering
PAT_{UND}: AGD för patienter per undersökning
FAN_{KLI}: AGD för fantom för kliniskt använd svärtning /digitala utrustningar
FAN_{1,0}: AGD för fantom för nettosvärtning 1,0

Tabell 4.9: Diagnostiska standarddoser (AGD), för mammografi (mGy).

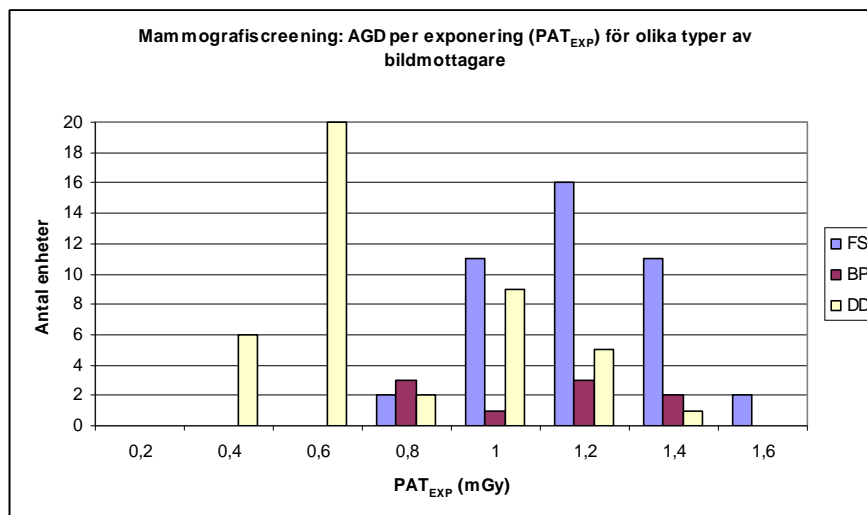
Undersökning	DSD	medel	min	max	3:e kvartil	DRN	Antal	Antal>DRN
Screening	PAT _{EXP}	0,90	0,34	1,53	1,18	1,3	95	4
Screening	PAT _{UND}	1,78	0,68	3,1	2,21	2,5	95	8
Screening	FAN _{KLI}	0,94	0,27	1,47	1,1	1,5	51	0
Screening	FAN _{1,0}	0,94	0,6	1,2	1,0	1,0	21	4
Klinisk	PAT _{EXP}	0,98	0,41	1,6	1,21	1,3	55	5
Klinisk	PAT _{UND}	2,39	0,88	3,75	2,72	4	55	0
Klinisk	FAN _{KLI}	0,94	0,46	1,96	1,17	1,5	51	0
Klinisk	FAN _{1,0}	0,94	0,65	1,46	1,0	1,0	21	4

Tabell 4.10: Diagnostiska standarddoser för olika bildmottagare och olika tillverkare. Värden ges som genomsnittlig absorberad dos i körtelvävnaden (average glandular dose, AGD) i mGy.

	Direktdigitala system				Bildplattor	Film-skärm	total
	Sectra	General Electrics	övriga	alla			
Screening PAT _{EXP}	0,48	0,95	0,97	0,64	1,00	1,11	0,90
Screening PAT _{UND}	0,95	1,87	1,96	1,29	1,99	2,19	1,78
Klinisk PAT _{EXP}	0,52	1,02	1,04	0,87	0,94	1,09	0,98
Klinisk PAT _{UND}	1,02	2,70	2,62	2,32	2,28	2,52	2,39

Tabell 4.10 visar DSD för olika typer av bildmottagare, för direktdigitala även separat för olika tillverkare. Sectra ger i storleksordningen halva dosen

jämfört med de övriga system, vilka sinsemellan är lika inom $\pm 10\%$. En grafisk presentation av dessa data visas i figur 4.1 där fördelningen av DSD för olika typer av bildmottagare visas, film-skärm-system (FS), bildplattor (BP) och direktdigitala (DD).



Figur 4.1: Mammografiscreening – AGD per exponering för olika typer av bildmottagare

Tabell 4:11 visar den relativa fördelningen av de olika typerna bildmottagare. För direktdigitala system redovisas även en subgruppering med avseende på tillverkare av dessa system.

Tabell 4.11: Fördelning av olika typer av bildmottagare vid mammografi

		Direktdigital				BP	FS
		Sectra	GE	Övriga	Totalt DD		
Screening	Antal	26	14	3	43	9	43
Screening	Rel. Andel (%)	27	15	3	45	9	45
Klinisk	Antal	4	7	5	16	15	24
Klinisk	Rel. Andel (%)	7	13	9	29	27	44
All mammografi	Antal	30	21	8	59	24	67
All mammografi	Rel. Andel (%)	20	14	5	39	16	45

5 Jämförelse med tidigare data

Sjukvården inrapporterade denna gång förutom de senast bestämda diagnostiska standarddoser även tidigare DSD. Detta tillåter en direkt jämförelse av diagnostiska standarddoser mellan två mätomgångar och på detta sätt kan en bedömning av vilken effekt systemet med diagnostiska standarddoser och referensnivåer har. Uppgifter om vilka åtgärder som genomförts lämnades i vissa fall, åtgärder som åtminstone delvis syftade till att minska stråldosen.

5.1 Konventionella undersökningar

Tabell 5.1 visar DSD för konventionella röntgenundersökningar från de två bestämningarna, här kallat ”2006” och ”2008”. Alla rapporterade värden har tagits med, även de för vilka uppgifter saknas om den tidigare bestämningen (vilket var fallet för ca 20 % av DSD från ”2008”). För nästan samtliga dosimetriska storheter är värdena från 2008 lägre än de för 2006. Andelen DSD som överstiger DRN minskade från 7,7 % 2006 till 2,4 % 2008. Det kan också noteras att standardavvikelsen minskade med 19 % i genomsnitt från 2006 till 2008, en indikation för att optimeringsarbete har genomförts.

I tabell 5.2 jämförs data för DSD där man har vidtagit åtgärder mellan de två senaste bestämningar med dem där man inte har gjort så. Ändringen av DSD mellan 2006 och 2008 har uttryckts på två olika sätt: Som den procentuella ändringen av respektive medelvärde och som medelvärdet över de enskilda procentuella ändringarna. De förstnämnda är genomgående lägre på en absolut skala, dvs. indikerar en större dossänkning än medelvärdet av de procentuella ändringarna. Detta betyder att en stor del av dosminskningen kan tillskrivas åtgärder som gav en både relativ och absolut stor minskning, dvs. där de tidigare DSD värden var höga.

I figurerna 5.1 till 5.3 ges exempel om hur ändringar i DSD mellan 2006 och 2008 ser ut i detalj för tre undersökningar. Som jämförelse visar figur 5.4 ett histogram med förändringar av DSD för kolonundersökningar mellan 2006 och 2008 i absoluta termer. Förändring av doserna borde vara nära noll för de DSD där man inte har gjort några åtgärder mellan de bägge bestämningarna av DSD. Att det trots detta finns delvis stora skillnader kan dels bero på att man felaktigt har ifyllt ”ingen åtgärd”, dels i den inbyggda osäkerheten av bestämningen av DSD.

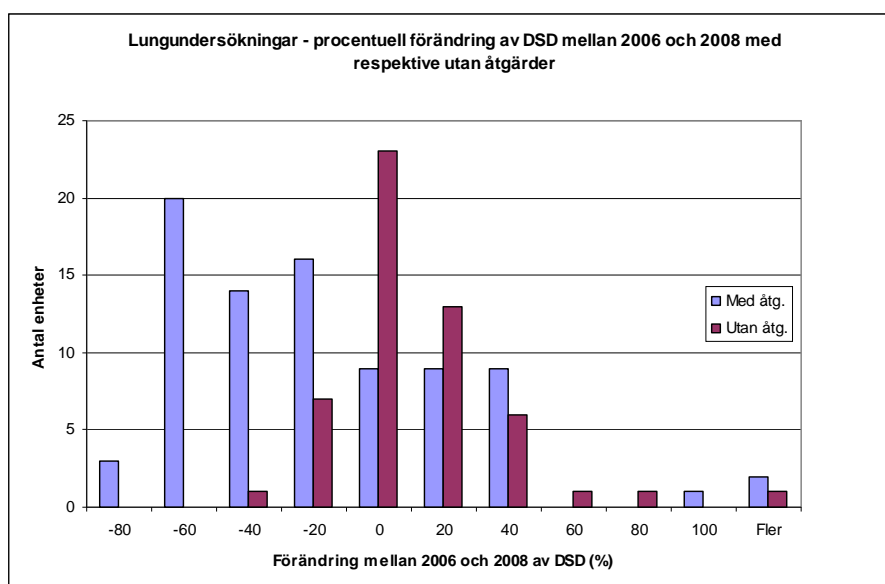
Tabell 5.1: Diagnostiska standarddoser för konventionella röntgenundersökningar – resultat för de två senaste bestämningar 2006 och 2008.

Värdena är i enheten Gy cm^2 om inte annat angivits i tabellen.

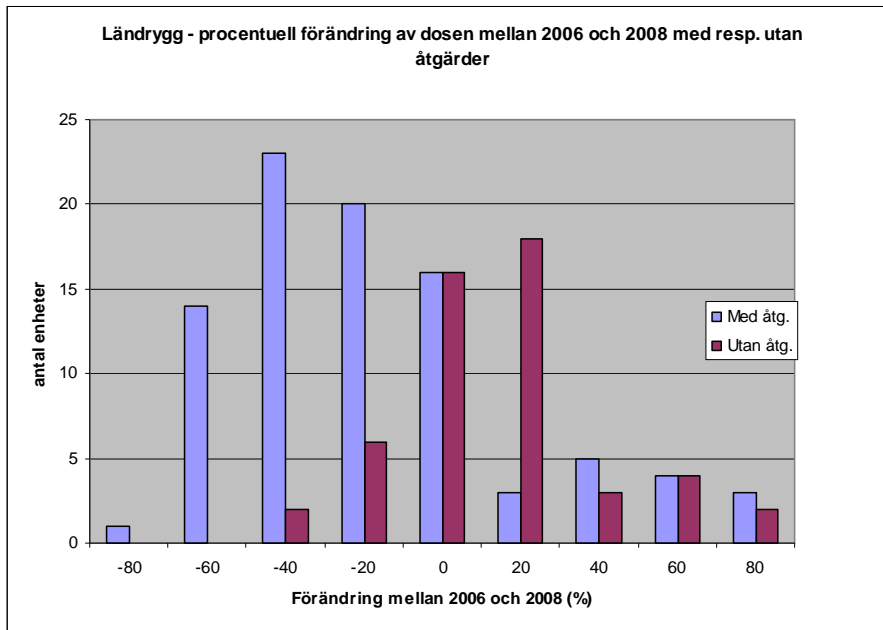
	Undersökning	medel	stdav	min	median	3:e kvartil	max	DRN	Antal	Antal>DRN
2008	Lungor	0,29	0,18	0,04	0,26	0,38	1,03	0,6	220	10
2006		0,38	0,20	0,07	0,36	0,50	1,19	0,6	171	21
Skillnad (%)		-23	-7	-43	-29	-24	-13			
2008	Bäcken	1,3	0,81	0,18	1,1	1,7	4,9	4	213	3
2006		1,7	0,95	0,3	1,5	2,3	4,8	4	170	1
Skillnad (%)		-20	-14	-40	-27	-24	3			
2008	Ländrygg	5,0	2,4	1,2	4,6	6,4	19	10	225	4
2006		6,4	3,2	1,8	5,8	7,9	18	10	170	17
Skillnad (%)		-21	-26	-31	-21	-19	3			
2008	Urografi	12	5,1	3	12	15	29	20	59	3
2006		14	6,7	3	13	18	29	20	48	9
Skillnad (%)		-15	-24	-3	-9	-21	0			
2008	Kolon	20	10	7,7	18	25	46	50	67	0
2006		28	13	7,6	29	34	63	50	57	2
Skillnad (%)		-29	-26	1	-37	-26	-27			
2008	Koronar-angiografi	33	12	11	34	41	61	80	35	0
2006		41	14	16	42	49	65	80	31	0
Skillnad (%)		-18	-16	-34	-19	-15	-6			
Skillnad (%)		Medel av alla us.	-21	-19	-25	-24	-22	-7		

Table 5.2: Senast bestämda DSD-värden ("2008") och värden som bestämdes dessförinnan ("2006") för två subgrupper av data: där man har gjort åtgärder mellan de två bestämningar och där man uttryckligen har indikerat att inga åtgärder har gjorts. Enheten är Gycm² om inte annat angivits.

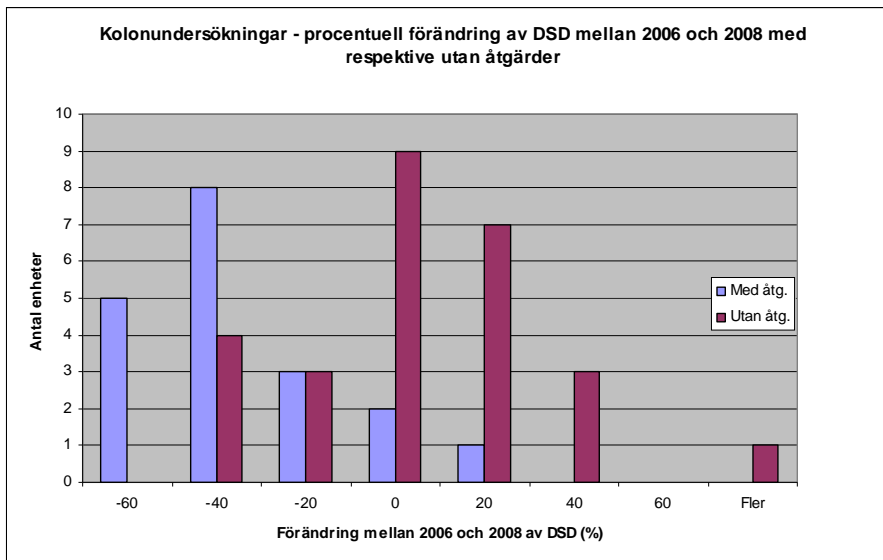
Undersökning	Åtgärder mellan 2006 och 2008?	Medelvärde 2008	Medelvärde 2006	Ändring medeldos (%)	Medelvärde av procentuella ändringar
Lungor	Ja	0,29	0,44	-34	-25
	Nej	0,31	0,32	-3	2
Bäcken	Ja	1,3	2,0	-37	-27
	Nej	1,4	1,4	5	9
Ländrygg	Ja	5,0	7,5	-33	-27
	Nej	5,3	5,4	-1	4,2
Urografi	Ja	12	19	-38	-35
	Nej	13	12	4	8
Kolon	Ja	17	35	-50	-45
	Nej	21	23	-8	-2
Koronarangiografi	Ja	35	47	-27	-22
	Nej	30	33	-9	-8
Medelvärde totalt	Ja			-36	-30
	Nej			-2	2



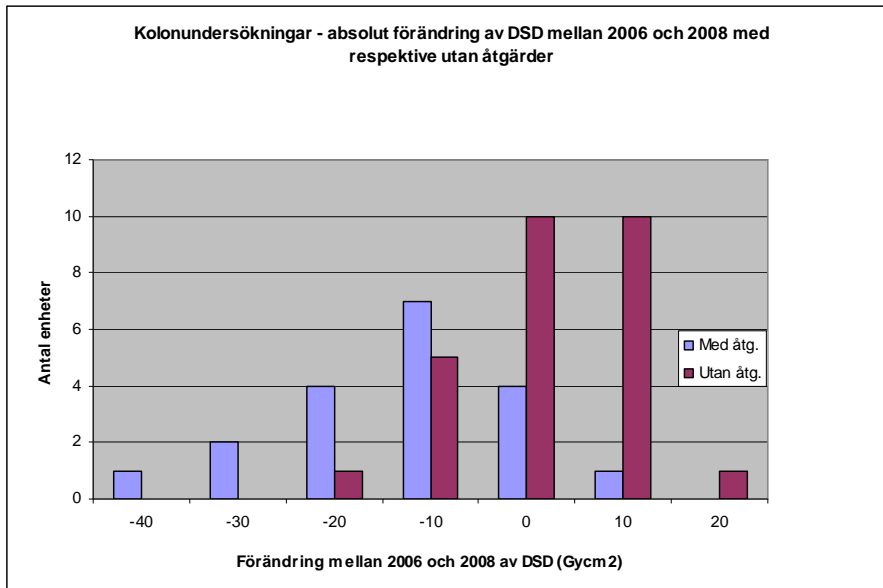
Figur 5.1: Procentuell förändring av DSD för lungundersökningar mellan 2006 och 2008 med respektive utan åtgärder däremellan



Figur 5.2: Procentuell förändring av DSD för ländryggsundersökningar mellan 2006 och 2008 med respektive utan åtgärder däremellan



Figur 5.3: Procentuell förändring av DSD för kolonundersökningar mellan 2006 och 2008 med respektive utan åtgärder däremellan



Figur 5.4: Absolut förändring av DSD för kolonundersökningar mellan 2006 och 2008 med respektive utan åtgärder däremellan

5.2 Datortomografi

Tabell 5.3 och 5.4 visar DSD värdena $CTDI_{VOL}$ (mGy) respektive DLP (mGycm) för DT-undersökningarna från de två senaste bestämningar, här benämnt "2006" och "2008". Alla rapporterade värden har tagits med, även de för vilka det saknas uppgifter om det tidigare värdet (vilket var fallet för ca 20 % av DSD-värden för 2008). Stråldoserna är praktiskt taget detsamma, även om det finns en liten tendens till minskade stråldoser för DSD-medelvärden mellan 2006 och 2008. Andelen DSD som överskrider DRN har också minskat marginellt, från 7 % till 5 %. I tabell 5.5 jämförs data för DSD där man har vidtagit åtgärder mellan de två senaste bestämningar med dem där man inte har gjort så. Ändringen av DSD mellan 2006 och 2008 har uttryckts på två olika sätt: Som den procentuella ändringen av respektive medelvärde och som medelvärdet över de enskilda procentuella ändringarna. De förstnämnda är genomgående lägre på en absolut skala, dvs. indikerar en större dossänkning än medelvärdet av de procentuella ändringarna. Detta betyder att en stor del av dosminskningen kan tillskrivas åtgärder som gav en både relativ och absolut stor minskning för de höga DSD värden jämfört med de låga.

Tabell 5.3: Diagnostiska standarddoser $CTDI_{VOL}$ i mGy för DT-undersökningar – resultat för de två senaste bestämningar 2008 och 2006.

	Undersökning	DSD	medel	stdav	min	median	3:e kvartil	max	DRN	Antal	Antal<DRN
2008	DT Hjärna	$CTDI_{VOL}$	59	17	21	56	65	153	75	124	10
2006	DT Hjärna	$CTDI_{VOL}$	65	16	33	60	73	115	75	94	17
Skillnad (%)			-10	10	-37	-7	-11	33			
2008	DT Thorax	$CTDI_{VOL}$	10	4	3	9	12	17	20	115	1
2006	DT Thorax	$CTDI_{VOL}$	10	3	4	9	12	17	20	87	0
Skillnad (%)			3	32	-36	0	1	0			
2008	DT Buk	$CTDI_{VOL}$	11	3	3	11	13	19	25	120	0
2006	DT Buk	$CTDI_{VOL}$	12	4	5	11	14	37	25	92	1
Skillnad (%)			-6	-31	-36	0	-5	-49			
2008	DT Ländrygg	$CTDI_{VOL}$	29	10	14	27	36	51	55	16	0
2006	DT Ländrygg	$CTDI_{VOL}$	32	5	20	32	33	40	55	9	0
Skillnad (%)			-7	86	-31	-16	-9	25			

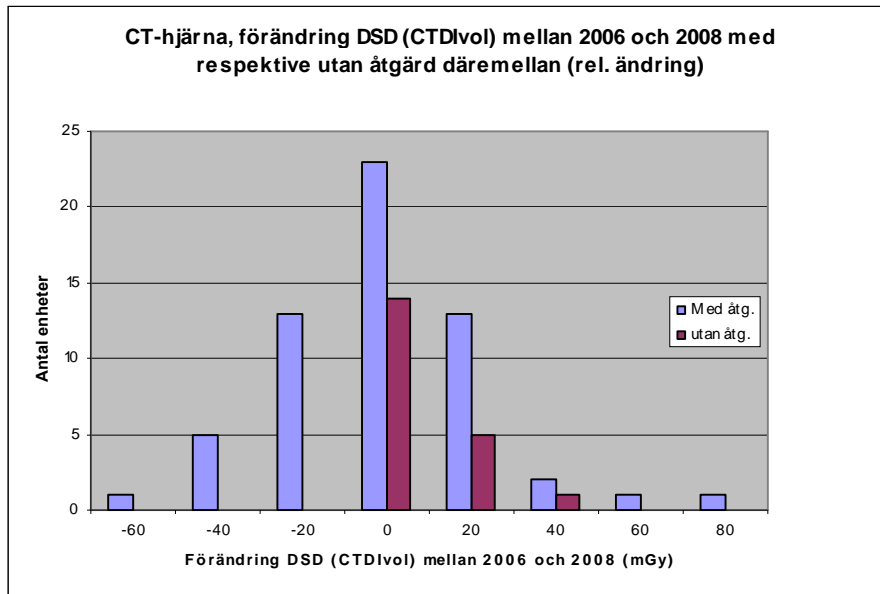
Tabell 5.4: Diagnostiska standarddoser DLP i mGycm för DT-undersökningar – resultat för de två senaste bestämningar 2008 och 2006

	Undersökning	DSD	medel	stdav	min	median	3:e kvartil	max	DRN	Antal	Antal<DRN
2008	DT Hjärna	DLP	959	240	336	915	1082	1789	1200	124	18
2006	DT Hjärna	DLP	1006	253	447	997	1143	1816	1200	95	15
Skillnad (%)			-5	-5	-25	-8	-5	-2			
2008	DT Thorax	DLP	354	123	173	317	428	936	600	116	4
2006	DT Thorax	DLP	372	147	138	343	464	816	600	88	6
Skillnad (%)			-3	-3	25	-7	8	41			
2008	DT Buk	DLP	650	218	172	636	778	1263	na	111	
2006	DT Buk	DLP	655	209	170	661	757	1313	na	91	
Skillnad (%)			-1	4	1	-4	3	-4			
2008	DT Ländrygg	DLP	516	163	253	495	619	928	600	16	4
2006	DT Ländrygg	DLP	473	112	296	492	532	658	600	9	1
Skillnad (%)			9	46	-15	1	16	41			

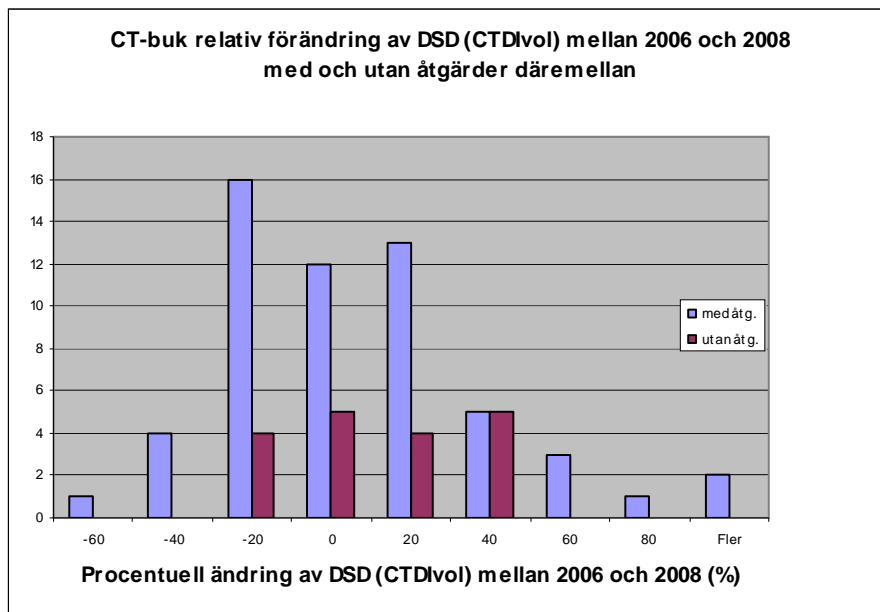
Tabell 5.5: Senast bestämda DSD-värden ("2008") och värden som bestämdes dessförinnan ("2006") för två subgrupper av data: där åtgärder har vidtagits mellan de två bestämningar och där det uttryckligen har indikerats att inga åtgärder har gjorts. Enheten för medelvärden är mGy för CTDIvol och mGycm för DLP

Undersökning	DSD	Åtgärder mellan 2006 och 2008?	Medelvärde 2008	Medelvärde 2006	Ändring medeldos (%)	Medel av procentuell ändring
CT-Thorax	CTDIvol	Ja	8,8	9,4	-6,1	1,9
CT-Thorax	CTDIvol	Nej	10,1	10,5	-3,3	-1,6
CT-Thorax	DLP	Ja	340	371	-8,4	6,4
CT-Thorax	DLP	Nej	383	402	-4,9	-0,1
CT-Hjärna	CTDIvol	Ja	59,5	67,5	-11,8	-10,4
CT-Hjärna	CTDIvol	Nej	62,8	61,6	2,0	2,2
CT-Hjärna	DLP	Ja	964	1023	-5,8	-1,8
CT-Hjärna	DLP	Nej	986	985	0,1	1,4
CT-buk	CTDIvol	Ja	10,6	11,5	-8,4	-2,1
CT-buk	CTDIvol	Nej	12,7	12,9	-1,7	3,1
CT-buk	DLP	Ja	631	626	0,9	7,1
CT-buk	DLP	Nej	737	778	-5,2	-0,3
Alla	CTDIvol	Ja			-8,8	-3,5
Alla	CTDIvol	Nej			-1,0	1,2
Alla	DLP	Ja			-4,4	3,9
Alla	DLP	Nej			-3,3	0,3

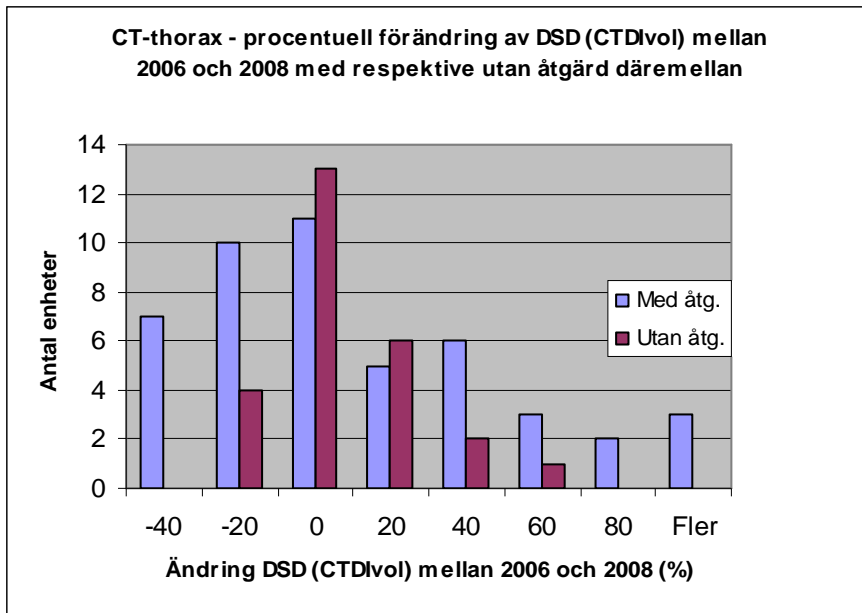
Figureerna 5:5 till 5.9 visar exempel om hur ändringarna är fördelade för de olika undersökningarna. De uppvisar en stor spridning, både i den grupp där åtgärder har vidtagits och i den där det inte skett. Anmärkningsvärt är att ändringarna går åt båda hållen och att de kan vara så stora som plus eller minus 80 %. Efter "inga åtgärder" hade man förväntat sig att ändringarna skulle vara små, motsvarande den inbyggda onoggrannheten för bestämning av DSD som är i storleksordningen ± 30 %, och att man efter åtgärder genomgående skulle få dosminskningar



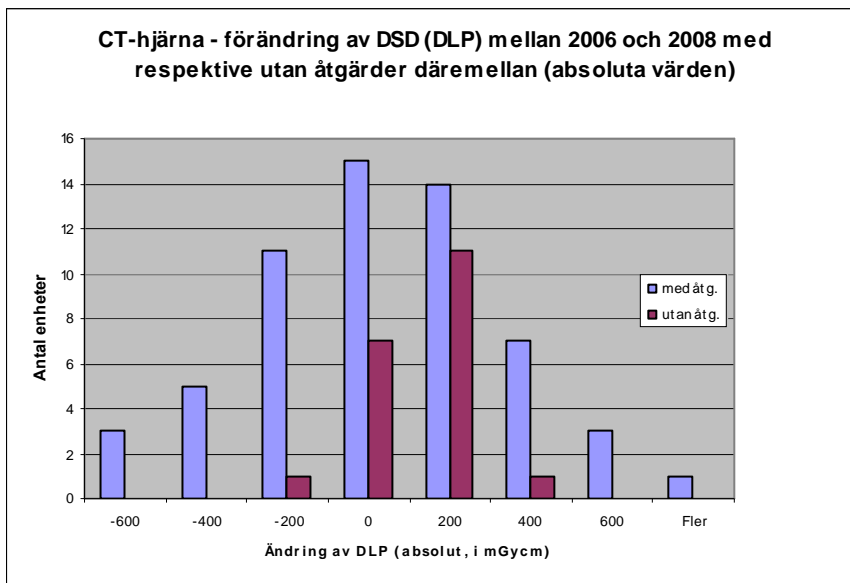
Figur 5.5: Relativ förändring av DSD (CTDI_{vol}) för CT-undersökningar av hjärnan mellan 2006 och 2008 med respektive utan åtgärder däremellan



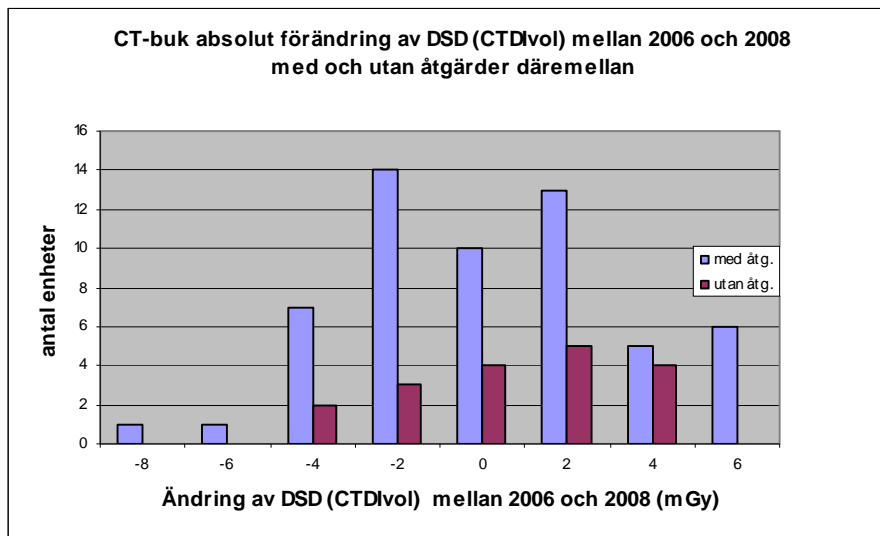
Figur 5.6: Procentuell förändring av DSD (DLP) för CT-undersökningar buken mellan 2006 och 2008 med respektive utan åtgärder däremellan



Figur 5.7: Procentuell förändring av DSD (CTDIvol) för CT-undersökningar av thorax mellan 2006 och 2008 med respektive utan åtgärder sinsemellan



Figur 5.8: Absolut förändring av DSD (DLP) i mGycm för CT-undersökningar av hjärnan mellan 2006 och 2008 med respektive utan åtgärder däremellan



Figur 5.9: Absolut förändring av DSD (CTDI_{vol}) i mGy för CT-undersökningar buken mellan 2006 och 2008 med respektive utan åtgärder däremellan

5.3 Mammografi

Tabell 5.6 visar diagnostiska standarddoser för mammografi för åren 2006 och 2008, tillsammans med statistiska uppgifter rörande fördelning av DSD. Samtliga värden har en nedåtgående tendens mellan 2006 och 2008 (FAN_{KLI} för screening undantaget). De patientrelaterade DSD minskar med i genomsnitt 12 %, fantomrelaterade med knappt 9 %. Antalet DSD som överskrider DRN minskar från i genomsnitt 14 % 2006 till 6 % 2008..

I tabell 5.7 jämförs data för DSD där man har vidtagit åtgärder mellan de två senaste bestämningar med dem där man inte har gjort så. Ändringen av DSD mellan 2006 och 2008 har uttryckts på två olika sätt: Som den procentuella ändringen av respektive medelvärde och som medelvärdet över de enskilda procentuella ändringarna. De förstnämnda är genomgående lägre på en absolut skala, dvs. indikerar en större dossänkning än medelvärdet av de procentuella ändringarna. ”Med åtgärder” minskar doserna med i snitt 23 %, ”utan åtgärder” ökar de med 5 %.

Tabell 5.6: Diagnostiska standarddoser för mammografi – resultat för de två senaste bestämmingar 2006 och 2008

	Undersökning	DSD	medel	stdav	min	median	3:e kvartil	max	DRN	Antal	Antal<DRN
2008	Klinisk	PAT _{EXP}	0,98	0,29	0,41	0,98	1,21	1,60	1,3	55	5
2006	Klinisk	PAT _{EXP}	1,10	0,39	0,47	1,04	1,20	2,26	1,3	47	8
Skillnad (%)			-11	-25	-13	-6	0	-29			
2008	Klinisk	PAT _{UND}	2,39	0,78	0,88	2,48	2,72	3,75	4,0	55	0
2006	Klinisk	PAT _{UND}	2,65	0,99	1,10	2,60	3,06	6,21	4,0	47	4
Skillnad (%)			-10	-21	-20	-5	-11	-40			
2008	Klinisk	FAN _{KLI}	0,94	0,28	0,37	0,90	1,10	1,48	1,5	51	0
2006	Klinisk	FAN _{KLI}	1,08	0,32	0,46	1,06	1,17	1,96	1,5	42	3
Skillnad (%)			-13	-12	-20	-15	-6	-24			
2008	Klinisk	FAN _{1,0}	0,94	0,15	0,60	0,97	1,00	1,20	1,0	21	4
2006	Klinisk	FAN _{1,0}	1,01	0,22	0,65	0,98	1,00	1,46	1,0	25	6
Skillnad (%)			-7	-32	-8	-1	0	-18			
2008	Screening	PAT _{EXP}	0,90	0,31	0,34	0,95	1,18	1,53	1,3	95	4
2006	Screening	PAT _{EXP}	1,05	0,31	0,40	1,10	1,23	1,97	1,3	72	9
Skillnad (%)			-14	-1	-15	-13	-4	-22			
2008	Screening	PAT _{UND}	1,78	0,61	0,68	1,88	2,21	3,10	2,5	95	8
2006	Screening	PAT _{UND}	2,07	0,66	0,32	2,11	2,46	3,96	2,5	72	14
Skillnad (%)			-14	-8	113	-11	-10	-22			
2008	Screening	FAN _{KLI}	0,92	0,33	0,27	0,99	1,10	1,47	1,5	89	0
200608	Screening	FAN _{KLI}	1,05	0,28	0,40	1,03	1,20	1,95	1,5	65	2
Diff (%)			-13	18	-33	-4	-8	-5			
2008	Screening	FAN _{1,0}	0,95	0,14	0,60	0,97	1,00	1,20	1,0	39	9
2006	Screening	FAN _{1,0}	0,99	0,17	0,70	0,99	1,04	1,60	1,0	46	12
Skillnad (%)			-4	-21	-14	-2	-4	-25			
Skillnad (%)			Genomsnitt								
Skillnad (%)			-11	-14	-2	-6	-5	-23			

Tabell 5.7: Mammografi: Senast bestämda DSD-värden ("2008") och värden som bestämdes dessförinnan ("2006") för två subgrupper av data: där åtgärder har vidtagits mellan de två bestämningarna och där det uttryckligen har indikerats att inga åtgärder har gjorts. Medelvärden avser genomsnittlig dos till bröstkörtelvävnad (AGD) i enheten mGy.

Undersökning	DSD	Åtgärder		Medelvärde 2006 (mGy)	Medelvärde 2008 (mGy)	Ändring medeldos (%)	Medel av procentuell ändring
		mellan 2006 och 2008					
Screening	PAT _{EXP}	Ja		0,75	1,02	-26	-20
Screening	PAT _{EXP}	Nej		1,02	1,03	-0,3	0,3
Screening	PAT _{UND}	Ja		1,52	2,06	-26	-17
Screening	PAT _{UND}	Nej		2,07	1,96	5,9	6,9
Klinisk	PAT _{EXP}	Ja		0,89	1,12	-21	-11
Klinisk	PAT _{EXP}	Nej		1,13	1,05	8	7
Klinisk	PAT _{UND}	Ja		2,17	2,70	-20	-11
Klinisk	PAT _{UND}	Nej		2,55	2,40	6	7
Alla		Ja				-23	-15
Alla		Nej				5	5

Figurerna 5:10 till 5.12 visar exempel på hur ändringarna är fördelade för de olika undersökningarna.

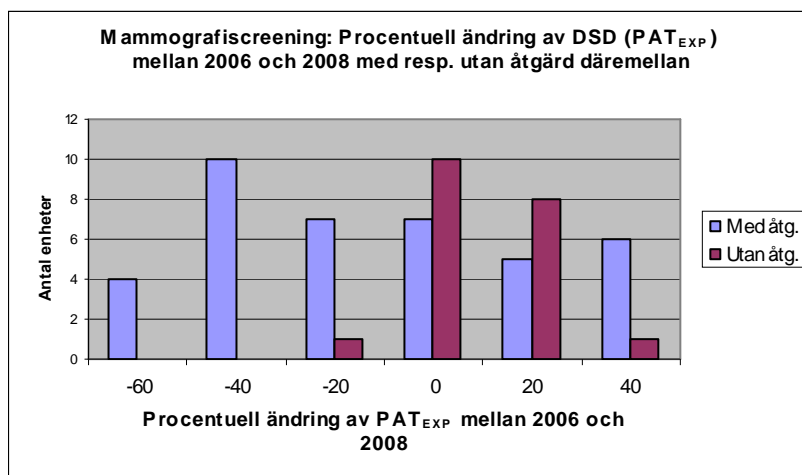


Figure 5.10: Procentuell förändring av DSD (PAT_{EXP}) för mammografiscreening mellan 2006 och 2008 med respektive utan åtgärder däremellan

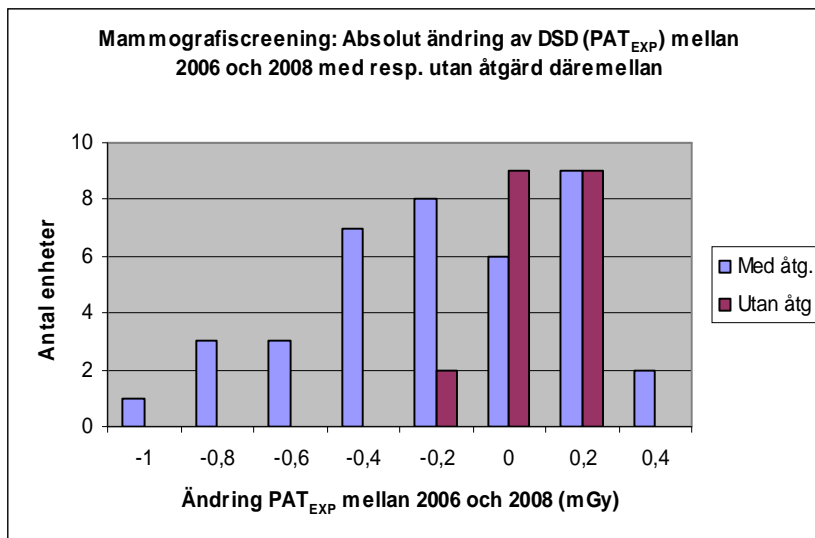


Figure 5.11: Förändring av DSD (PAT_{EXP}) för mammografiscreening mellan 2006 och 2008 med respektive utan åtgärder däremellan i absoluta termer (mGy)

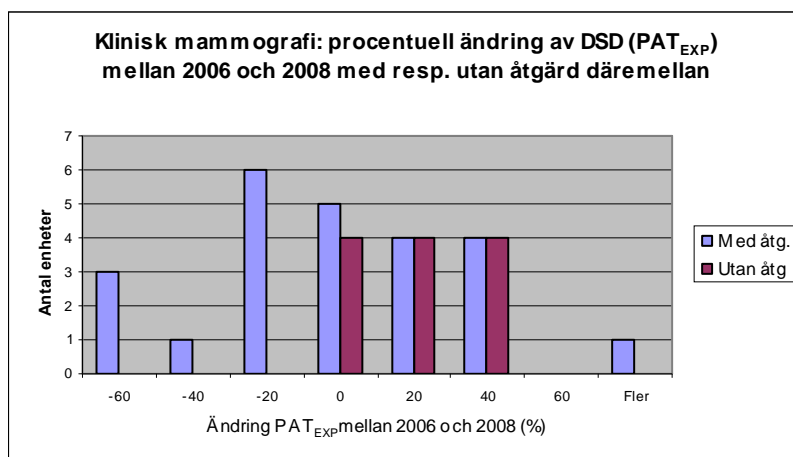


Figure 5.12: Procentuell förändring av DSD (PAT_{EXP}) för klinisk mammografi mellan 2006 och 2008 med respektive utan åtgärder däremellan.

5.4 Effektiv dos

Effektiv dos kan med beräknas utifrån DSD-värden. På så vis kan man uppskatta effekten som förändringar av DSD-värden har fört med sig i riskhänseende. Tabell 5.8 visar den kollektiva dosen från de 12 undersökningstyperna som omfattas av diagnostiska standarddoser. Undersökningsfrekvenserna gäller för året 2005 och har hämtats ur ref (3). Även skillnaden av kollektiva dosen per undersökningstyp mellan 2006 och 2008 har beräknats. För medelvärden för år 2006 har data från den tidigare rapporteringen används. Dessa kan anses vara mera representativa för kollektivdosen under detta år än de värden som rapporterades tillsammans med 2008-värden. Där saknas

nämligen dosuppgifter för de undersökningsställen som har lagts ner mellan 2006 och 2008. I beräkningen av kollektivdosen har inte tagits hänsyn till att frekvensen av undersökningarna kan ha ändrats mellan 2006 och 2008. De konventionella undersökningarna står för den största delen av dosreduktionen, och de är statistiskt säkerställda. Även för mammografi är reduktionen signifikant. Däremot uppvisar DT-undersökningarna endast mycket små skillnader, vilket är anmärkningsvärt med tanke på att ändringar av DSD för många DT-utrustningar är mycket stora, men de mot högre och mot lägre värden tar ut varandra.

Tabell 5.8: Kollektiv dos och dess ändring (mellan 2006 och 2008) för de 12 undersökningarna för vilka standarddoserna har bestämts.

Undersökning	DSD	Enhet	"2008"	"2006"	Diff	Konv. Fakt. (mSv/"En-het")	Dosreduktion (mSv/us.)	Antal us. (2005)	Dosreduktion per us.- typ (manSv)	Årlig kollektiv dos (manSv per us. Typ)
Lungor	DAP	Gycm ²	0,29	0,42	0,13	0,18	-0,023	840000	-19	45
Pelvis	DAP	Gycm ²	1,33	1,7	0,37	0,29	-0,108	420000	-45	162
Ländrygg	DAP	Gycm ²	5,04	6,6	-1,6	0,21	-0,33	174000	-57	184
Urografi	DAP	Gycm ²	11,90	15,2	-3,3	0,18	-0,59	43000	-26	92
Kolon	DAP	Gycm ²	20	29,6	-9,6	0,28	-2,7	38000	-102	213
Koronarangiografi	DAP	Gycm ²	33	44	10,8	0,18	-1,95	30000	-58	179
Total konventionella									-307	875
DT hjärna	DLP	mGycm	1006	972	34	0,0023	0,078	250000	20	578
DT buk	DLP	mGycm	657	667	-10	0,015	-0,150	150000	-23	1478
DT thorax	DLP	mGycm	372	390	-18	0,017	-0,306	97000	-30	613
DT ländrygg	DLP	mGycm	473	510	-37	0,017	-0,629	12000	-8	96
Total DT									-40	2767
Mammo screening	PAT _{UND}	mGy	1,80	2,04	-0,24	0,05	-0,012	530000	-6	48
Mammo klinisk	PAT _{UND}	mGy	2,39	2,65	-0,26	0,05	-0,013	260000	-3	31
Total mammo									-10	79

6 Diskussion

6.1 Konventionella undersökningar

Jämfört med den tidigare bestämningen av DSD har medelvärden minskat för alla sex undersökningstyper, i genomsnitt med 21 % (se tabell 5.1). En del av dosminskningen har åstadkommit genom att bildplattor och film-skärm system har ersatts av direktdigitala system. Hur mycket kan uppskattas enligt följande: År 2006 var fördelningen av bildmottagande system för fem av de sex undersökningstyperna följande (2): Direkt-digitala 20 %, bildplattor 57 %, film-skärm system 9 % och bildförstärkare 15 %. För 2008 var motsvarande fördelning 48, 29, <1 och 27 % (se tabell 4.3). Både enligt den aktuella studien och den i referensen (2) är standarddoserna i genomsnitt 27 % lägre för direkt-digitala system jämfört med bildplattor och film-skärm system. Den ökning med 30 procentenheter av användandet av direktdigitala system skulle då stå för en dosminskning räknat på alla DSD-värden på $0,27 \times 30 \% = 8 \%$.

Riktade åtgärder som genomfördes på sjukhusen mellan de två bestämningar av DSD utgör en stor del av dosminskningen. Den uppgår till 36 % i genomsnitt (tabell 5.2) för de undersökningarna för vilka åtgärder har vidtagits. Eftersom antalet DSD ”med åtg.” motsvarar 30 till 50 % av det totala antalet DSD för de olika undersökningarna kan man dra slutsatsen att huvudandelen av dosminskningen kommer från åtgärder som medvetna genomförts mellan de två bestämningarna av DSD. Byte av bildmottagare från film-skärm eller bildplattor till direktdigitala system är ju en åtgärd som genomförts och hamnar således i kategorin ”med åtg.”, även om syftet där kanske inte primärt var att minska stråldosen.

Fördelningen av förändringarna av standarddoserna mellan de två senaste bestämningarna är relativt bred, både när den anges i absoluta som i relativa tal (figurer 5.1 – 5.4). T.ex. för ländryggsundersökningar är förändringarna efter åtgärd mellan -80 och + 80 % och utan åtgärd mellan - 40 och + 80 % (figur 5.2). Detta stämmer inte överens med vad man skulle kunna förvänta sig, dvs. dosminskning efter åtgärd och ingen ändring av dosen när inga åtgärder har gjorts. Utöver rena felregistreringar kan anledningen vara:

- De oundvikliga skillnader av DSD när man upprepar bestämningen med ett annat grupp patienter
- Vid granskning av undersökning fann man att bildkvaliteten behövdes förbättras med en dosökning som följde.
- Uppgiftslämnaren var inte medveten om ändringar som införts.
- Åtgärder har gjorts utan att påverkan på stråldosen analyserats, dvs ingen optimering är utförd.

Medelvärden av de procentuella ändringarna är genomgående mindre (i absoluta tal) än den procentuella ändringen av medeldosen. Det betyder att minskningen av de högre doserna inte bara innebär en större absolut sänkning av dosen utan också en större relativ sänkning jämfört med de för lägre doser i linje med förväntningarna att insatserna riktas främst till de undersökningsställen som har de högsta stråldoserna.

Endast 20 av 819 DSD överstiger motsvarande DRN, hälften av dessa är lungundersökningar (tabell 5.1). För att systemet med DRN och DSD ska fungera är det viktigt att justera de numeriska värdena för DRN. Om man följer det allmänt vedertagna pragmatiska tillvägagångssätt att välja 3:e kvar-tilen som DRN skulle man sänka nuvarande nivåerna med drygt 20 % i snitt om man antar att alla DSD-värden som är högre än de nya DRN värden minskas till medianvärdet av dosfördelningen, och med drygt 10 % om de minskas till de nya DRN-värden.

6.2 Datortomografi

Medelvärdet av DSD-värden har inte, som de för konventionella undersökningar, minskat sedan föregående mätning, de uppvisar både ökning och minskningar dock alla ändringar håller sig inom $\pm 10\%$. Fyra faktorerens möjliga påverkan på stråldosnivån har undersökts: Maximala snittantal per rotation, användning av exponeringsautomatik, spiral vs. axial teknik och vilken tillverkare DT utrustningen har. Utvecklingen av DT har gått mot allt fler snitt per rotation, ökad användning av exponeringsautomatik. Spiralteknik används numera till nästan hundra procent vid undersökningar av bålen och till 50 % vid undersökning av hjärnan.

Tabell 4.5 visar att DT-utrustningar från Siemens i genomsnitt har 10 % lägre doser än de från Philips och 16 % lägre jämfört med de från General Electrics. Av tabell 4.6 framgår att 1 - och 2-snittsutrustningar – med undantag av $CTDI_{VOL}$ för hjärnundersökningar – har 8 – 30 % lägre DSD-värden än flersnittsutrustningar. Endast vid DT-undersökningar av hjärnan används axialteknik i någon större utsträckning. Enligt tabell 4.7 är DLP för dessa undersökningar med spiralteknik systematiskt högre än med axialteknik, troligen en följd av ”överscanning”. Enligt tabell 4.8 verkar användning av exponeringsautomatik (AEC) inte ha påverkat doserna nämnvärt.

Vid analys av dosutvecklingen mellan 2006 och 2008 måste hänsyn tas till den tekniska utvecklingen som skedde och hur den eventuellt har påverkat dosnivåerna. Av det som sägs ovan kan man dra slutsatsen att införandet av flerskiktutrustningar har inneburit en viss doshöjning pga. överscanning och overbeaming. Användning av AEC har ökat under denna period, dock har den inte bidragit till en minskning av dosen som man hade förväntat sig.

För de undersökningar för vilka angetts att åtgärder har vidtagits blev dosminskningen 6 % i genomsnitt (tabell 5.5). Anmärkningsvärt är att förändringar i dos både ”med” och ”utan” åtgärd har en så stor spridning, mellan - 60% och $+>100\%$ och ändå är de bägge medelvärdena i stort sätt lika (se figurer 5.5 – 5.9). För några av de DSD-värden som ökade kraftigt efter åtgärder har vidtagits är förklaringen att man har gått över till protokoll för undersökningarna som används vid ett annat (universitets-)sjukhus vilket gav väsentligt högre doser än det man använde tidigare. Andra ändringar vid t.ex. DT-buk, där man gick från DLP-värdet 800 till 170 och vice versa kan rimligen bara förklaras med att det rör sig om olika undersökningar. Undersökningarna som ingår i systemet med DRN måste nog definieras tydligare och noggrannare så att doserna verkligen kan jämföras med varandra.

Med undantag för undersökning av hjärnan ligger få DSD-värden högre än motsvarande DRN. För DT thorax och buk borde DRN sänkas med mellan

30 och 50 % och för DT hjärnan med ungefär 10 %. Frekvensen av DT ländrygg undersökningar har minskat markant och är nu så låg (endast 16 DSD rapporterades) att det är tveksamt att upprätthålla en DRN för denna undersökning.

6.3 Mammografi

Relativt få DSD-värden överstiger motsvarande diagnostiska referensnivån. Detta indikerar att DRN-värden borde justeras neråt. För de flesta DRN-värden skulle det innebära en relativ liten minskning (10-20 %) om man tar 3:e kvartilen som riktvärde, undantaget är DRN för hela undersökningen per patient (PAT_{UND}) vid klinisk mammografi som skulle minskas med 30 %. Användning av film-skärm system minskar nu också vid mammografi, och i den kommande revideringen av föreskrifterna kommer troligen referensnivån för fantommätning med filmsvärtning 1,0 att exkluderas.

Även för mammografi ökar användning av digitala bildmottagare och den av film-skärm system minskar. DSD-värden är inom $\pm 10\%$ lika för alla typer av bildmottagare, undantagen Sectra som ligger i snitt på halva dosen jämfört med andra.

De patientrelaterade standarddoserna minskade mellan 2006 och 2008 med i snitt 12 % (tabell 5.6). Även standardavvikelsen minskade, med 15 %, fördelningen av doserna har blivit smalare. En betydande del av dosminskningen får uppenbarligen tillskrivas introduktionen av Sectra-utrustningarna, 2006 fanns endast två utrustningar mot 26 stycken 2008.

Kvoterna mellan max och min-värden är mellan 2 och 5, alltså betydligt mindre än för t.ex. konventionella undersökningar. Om man exkludera SECTRA-utrustningar som står för de lägsta doserna blir kvoterna för screeningverksamhet för alla DSD mindre än 2,5 – en i sammanhanget mycket snäv dosfördelning.

7 Slutsatser och sammanfattning

Utifrån utvärderingen av de inrapporterade data om diagnostiska standarddoser kan följande slutsatser dras. Utfallet och konklusionerna skiljer sig mellan konventionella, DT- och mammografiundersökningarna.

Konventionella röntgenundersökningar:

Här har standarddoserna fortsatt att minska liksom bredden av dosfördelning Uppskattningsvis en tredjedel av denna minskning kan tillskrivas den ökande användningen av direktdigitala system. Endast få standarddoser överskrider referensnivån. Skillnader mellan min och max värden är dock fortfarande mycket stora (med en faktor upp till 25) så det är motiverat att fortsätta med diagnostiska standarddoser och referensnivåer Referensnivåerna bör dock sänkas, t.ex. till värdet för tredje kvartilen i dosfördelningarna. Då är det realistiskt att doserna minskar med ytterligare 20 %. Det är också viktigt att optimeringsarbete görs även där standarddoserna ligger under referensnivån.

DT-undersökningar

Olikt de konventionella undersökningarna visade DT-undersökningar inga samstämmiga resultat i trenden av doserna. Förändringarna var små, och somliga minskade, andra ökade. Den tekniska utvecklingen mellan de bägge mätillfällen har gått från singel- och fåsnitts- till multisnitts-(64-utrustningar. Dessutom har system med automatisk exponeringskontroll (AEC) införts och spiralteknik blev allt vanligare, även för undersökningar av hjärnan. Effekterna på stråldosen visade sig vara små: något högre dos för multi-snitt utrustningar jämfört med singel- och fåsnitts utrustningar, doser vid hjärnundersökningar med spiralteknik ökade och ingen skillnad mellan användning och icke-användning av AEC.

För de flesta undersökningstyper är det få DSD som överskrider referensnivån. En sänkning av DRN skulle stimulera till ökade insatser för optimering av undersökningarna. Därtill måste undersökningarna definieras mera entydigt. De stora ändringarna av DSD som har observerats, både mot högre och lägre doser, kan ha sin förklaring i att det rör sig om olika undersökningstyper med vitt skilda undersökningsprotokoll.

Mammografi

En stor del av dosminskningar kan tillskrivas att användning av direktdigitala bildmottagare har ökat kraftigt, och då särskilt introduktion av SECTRA apparater. Film-skärm system utgör fortfarande ca 45 % av alla undersökningar, dock har säkerligen inom snar framtid ersatts av digitala system. Då blir DRN för fantom och nettosvärtning 1,0 inte användbar. Dosfördelningen är relativt smal och få DSD överstiger DRN. DRN borde därför sänkas något för att stimulera optimeringsarbetet.

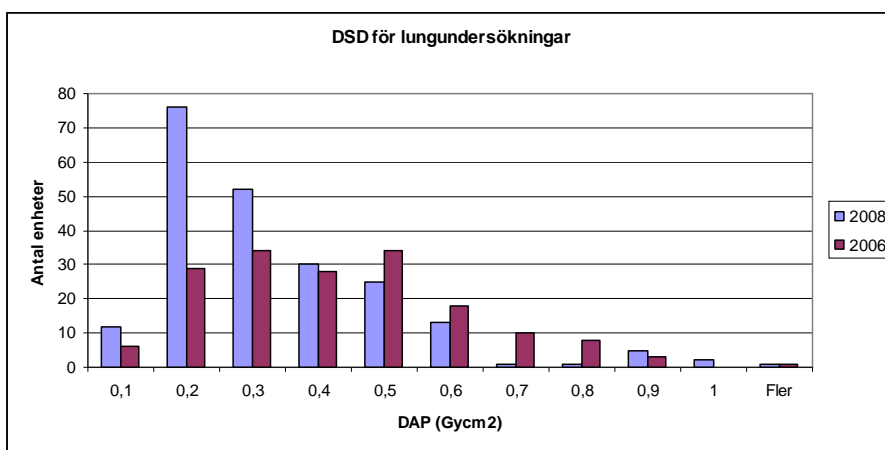
8 Referenser

1. Statens strålskyddsinstitutets författningssamling.. Statens strålskyddsinstitutets föreskrifter och allmänna råd om diagnostiska standarddoser och referensnivåer inom medicinsk röntgendiagnostik. SSI FS 2002:2 (2002). Har ersatts av:
Strålsäkerhetsmyndighetens författningssamling, Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter om diagnostiska standarddoser och referensnivåer inom medicinsk röntgendiagnostik; Strålsäkerhetsmyndighetens allmänna råd om tillämpningen av föreskrifterna (SSMFS 2008:20) om diagnostiska standarddoser och referensnivåer inom medicinsk röntgendiagnostik; SSMFS 2008:20 (2008)
2. Leitz W och Almén A. Patientdoser vid röntgendiagnostik I Sverige – 1999 och 2006. Statens strålskyddsinstitut, SSI-rapport 2008:2 (2008)
3. Almén A, Richter S och Leitz W. Radiologiska undersökningar i Sverige under 2005. Statens strålskyddsinstitut, SSI-rapport 2008:03 (2008)

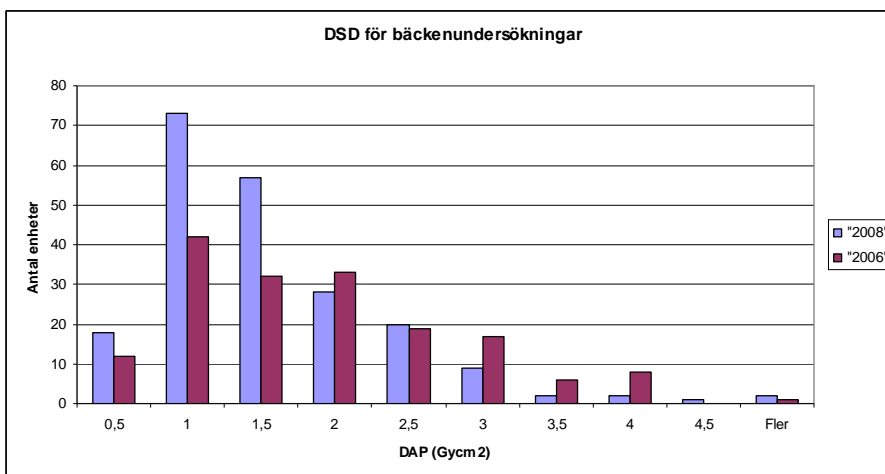
9 Annex

Främsta syfte med detta annex är att visa uppgiftslämnarna hur DSD fördelas i landet. Man kan se ”hur man ligger till” med sina egna data och blir då förhoppningsvis stimulerat att vidta åtgärder om man befinner sig i den övre delen av dosfördelningen.

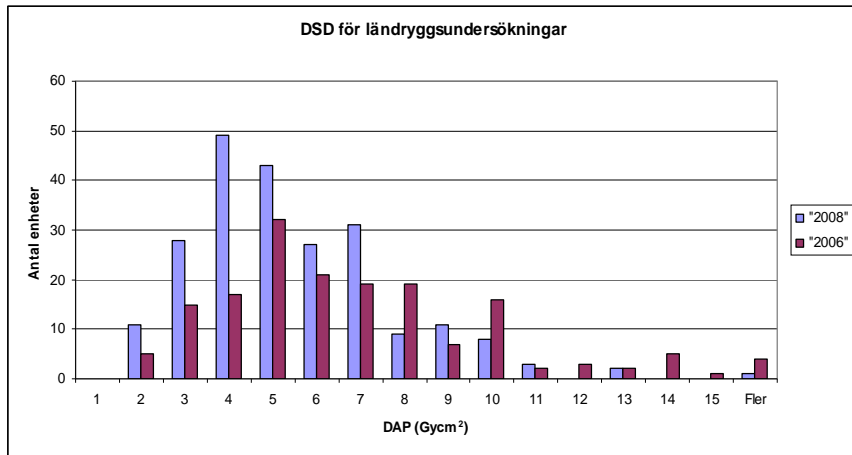
9.1 Diagram för konventionella undersökningar



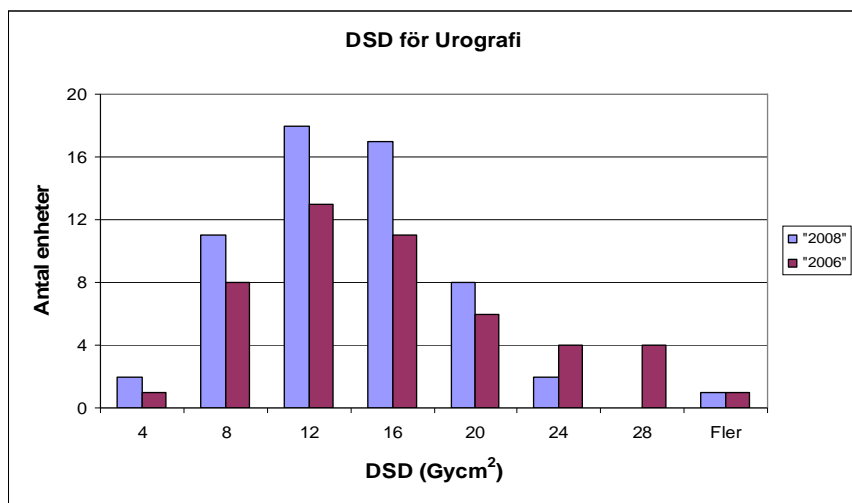
Figur A1: Fördelning av diagnostiska standarddoser för konventionella lungundersökningar



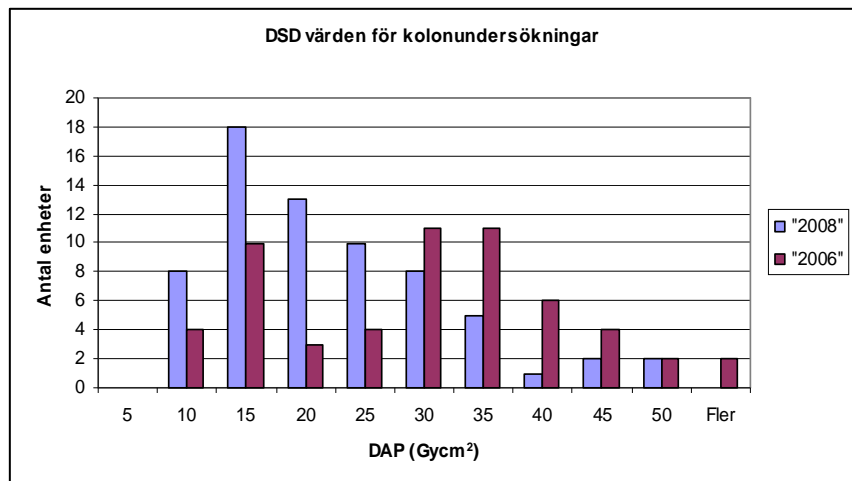
Figur A2: Fördelning av diagnostiska standarddoser för bäckenundersökningar



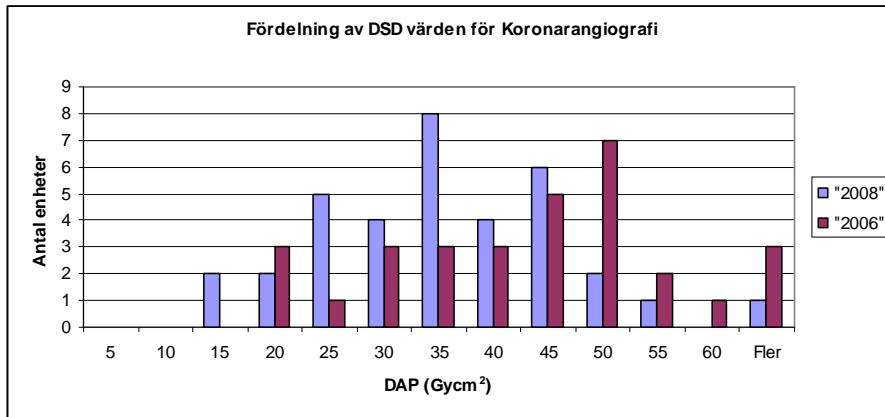
Figur A3 Fördelning av diagnostiska standarddoser för ländryggsundersökningar



Figur A4 Fördelning av diagnostiska standarddoser för urografier

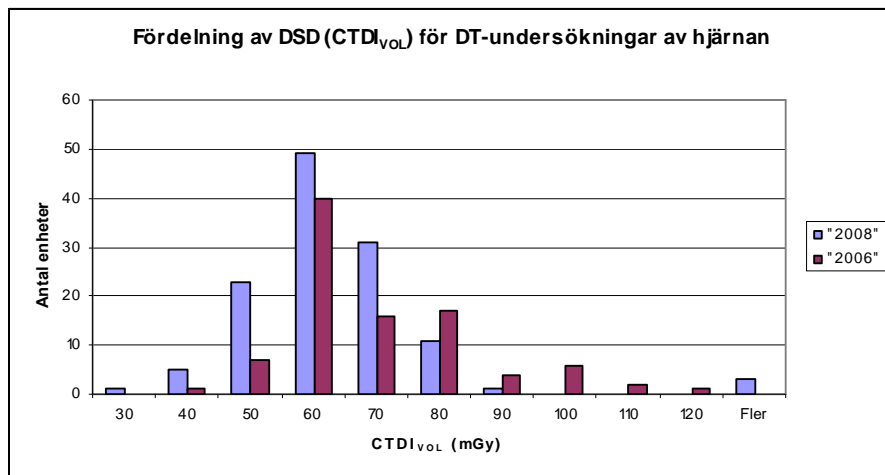


Figur A5 Fördelning av diagnostiska standarddoser för kolonundersökningar

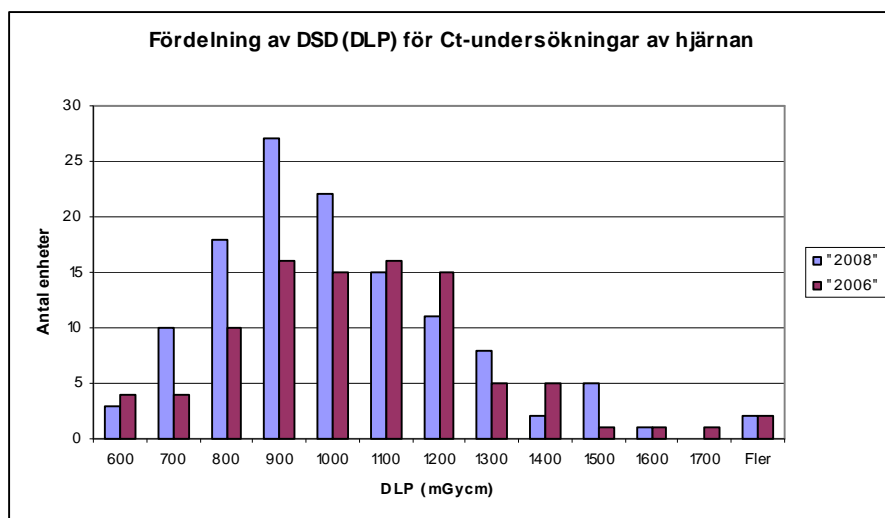


Figur A6 Fördelning av diagnostiska standarddoser för koronarangiografier

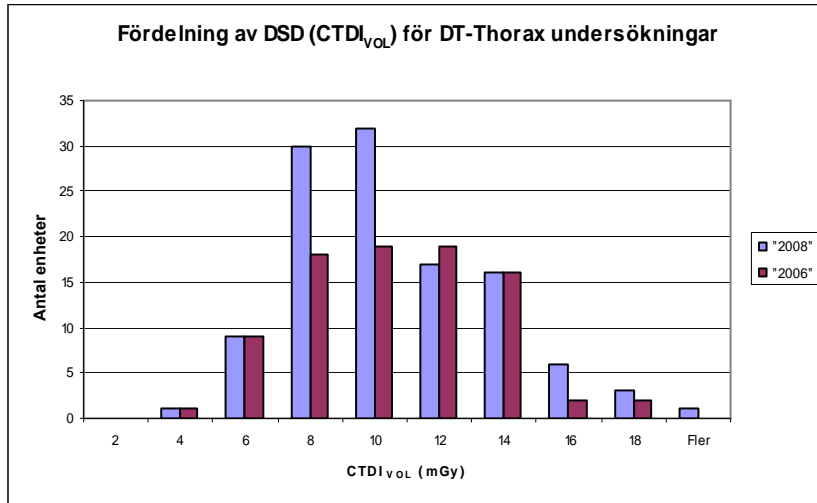
9.2 Diagram för DT-undersökningar



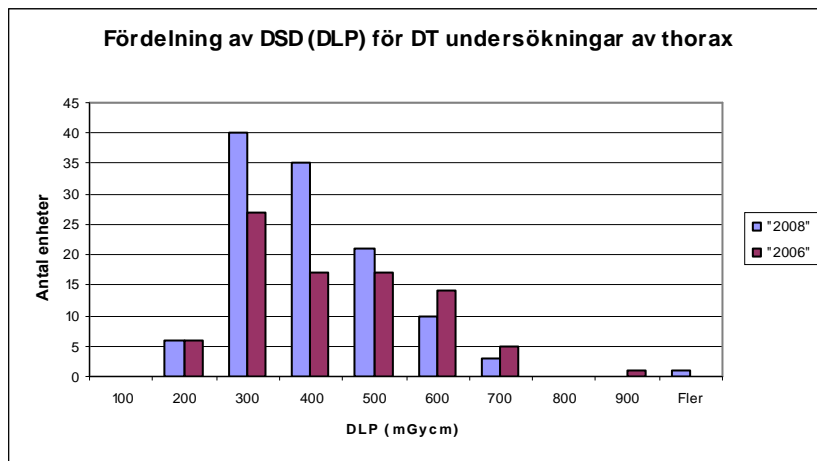
Figur A7 Fördelning av diagnostiska standarddoser (CTDI_{vol}) för DT-hjärnundersökningar



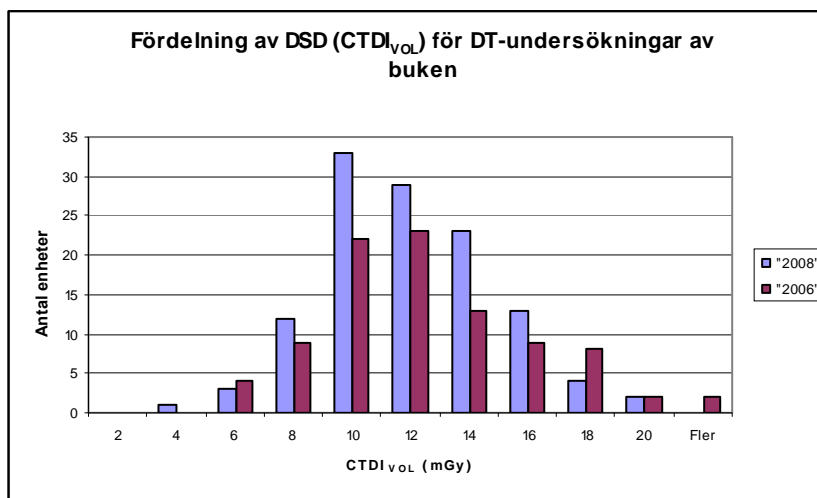
Figur A8 Fördelning av diagnostiska standarddoser (DLP) för DT-hjärnundersökningar



Figur A9 Fördelning av diagnostiska standarddoser (CTDI_{VOL}) för DT-undersökningar av thorax

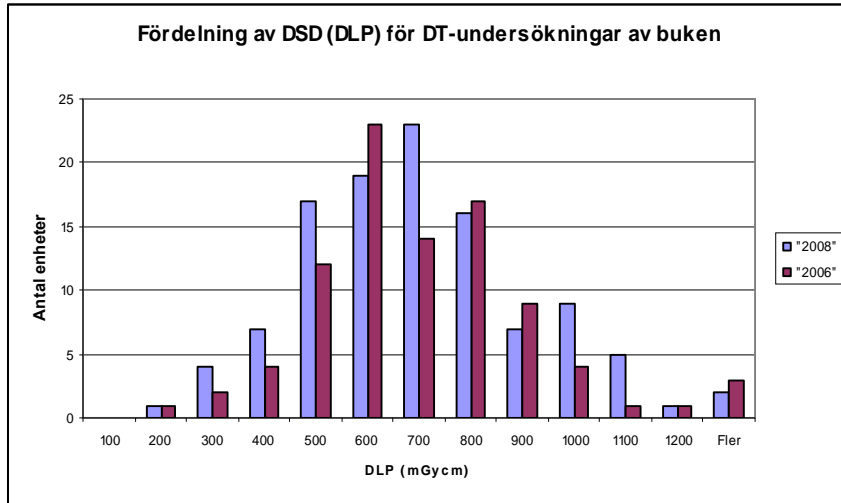


Figur A10 Fördelning av diagnostiska standarddoser (DLP) för DT-undersökningar av thorax



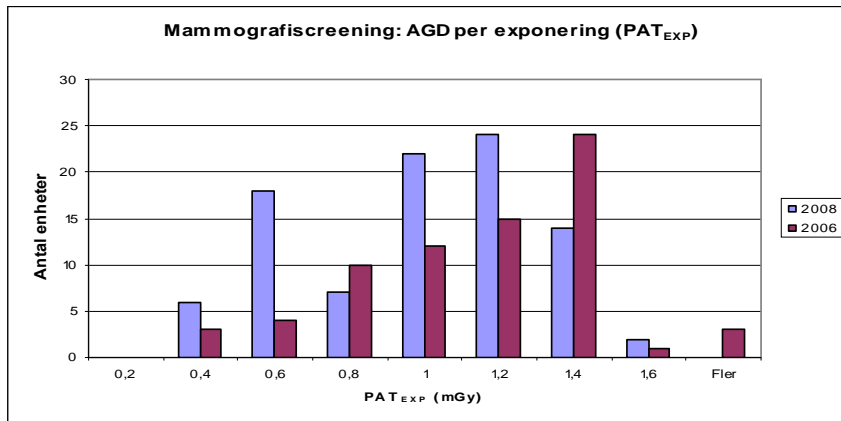
Figur

Figur A11: Fördelning av diagnostiska standarddoser (CTDI_{VOL}) för DT-undersökningar av buken

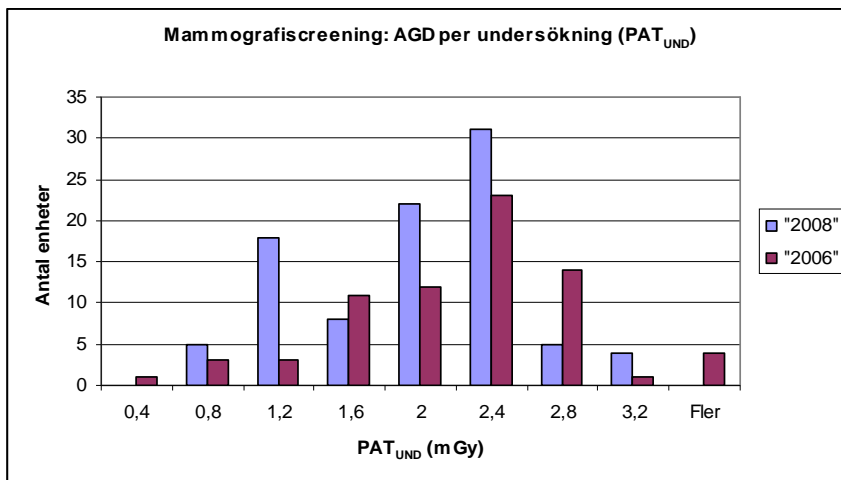


Figur A12: Fördelning av diagnostiska standarddoser (DLP) för DT-undersökningar av thorax

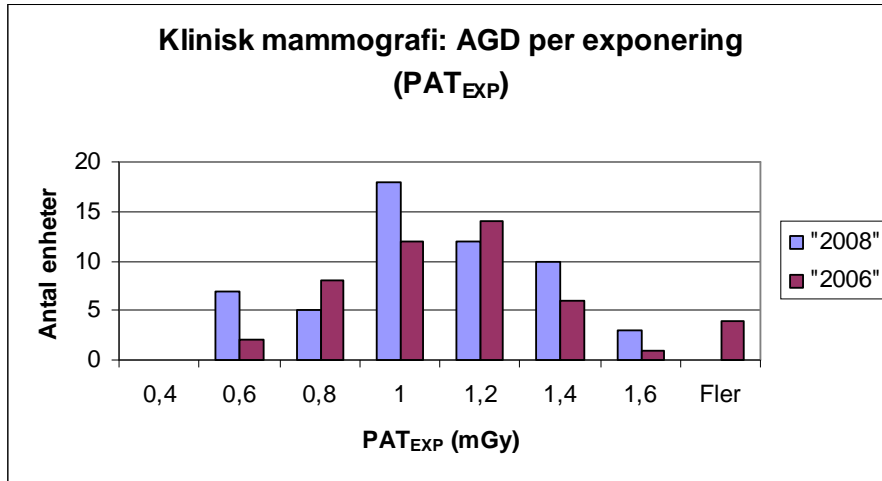
9.3 Diagram för mammografiundersökningar



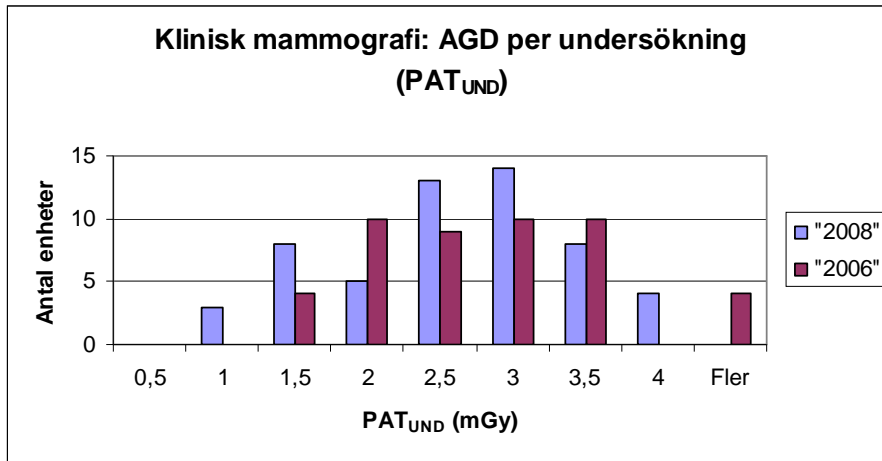
Figur A13 Fördelning av diagnostiska standarddoser PAT_{EXP} för mammografiscreening (AGD per exponering)



Figur A14: Fördelning av diagnostiska standarddoser PAT_{UND} för mammografiscreening (AGD per undersökning)



Figur A15 Fördelning av diagnostiska standarddoser för klinisk mammografi – AGD per exponering



Figur A16 Fördelning av diagnostiska standarddoser PAT_{UND} för klinisk mammografi – AGD per undersökning



2010:14

Strålsäkerhetsmyndigheten har ett samlat ansvar för att samhället är strålsäkert. Vi arbetar för att uppnå strålsäkerhet inom en rad områden: kärnkraft, sjukvård samt kommersiella produkter och tjänster. Dessutom arbetar vi med skydd mot naturlig strålning och för att höja strålsäkerheten internationellt.

Myndigheten verkar pådrivande och förebyggande för att skydda människor och miljö från oönskade effekter av strålning, nu och i framtiden. Vi ger ut föreskrifter och kontrollerar genom tillsyn att de efterlevs, vi stödjer forskning, utbildar, informerar och ger råd. Verksamheter med strålning kräver i många fall tillstånd från myndigheten. Vi har krisberedskap dygnet runt för att kunna begränsa effekterna av olyckor med strålning och av avsiktlig spridning av radioaktiva ämnen. Vi deltar i internationella samarbeten för att öka strålsäkerheten och finansierar projekt som syftar till att höja strålsäkerheten i vissa östeuropeiska länder.

Strålsäkerhetsmyndigheten sorterar under Miljödepartementet. Hos oss arbetar drygt 250 personer med kompetens inom teknik, naturvetenskap, beteendevetenskap, juridik, ekonomi och kommunikation. Myndigheten är certifierad inom kvalitet, miljö och arbetsmiljö.

Strålsäkerhetsmyndigheten
Swedish Radiation Safety Authority

SE-171 16 Stockholm
Solna strandväg 96

Tel: +46 8 799 40 00
Fax: +46 8 799 40 10

E-post: registrator@ssm.se
Webb: stralsakerhetsmyndigheten.se