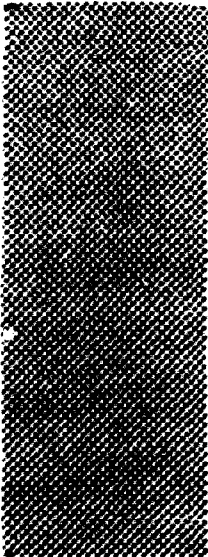
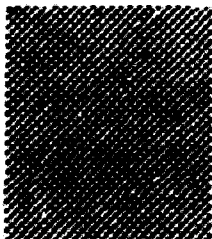


RECEIVED

STRÅLSKYDDSIKSTITUTET INFORMERAR OM
STRÅLDOSER OCH STRÅLRISKER VID
SKÄRMBILD



STATENS STRÅLSKYDDSIKSTITUT
Fack, 104 01 STOCKHOLM



Maj 1975

STRÅLSKYDDSinSTITUTET INFORMERAR OM
STRÅLDOSER OCH STRÅLRISKER VID SKÄRMBILD

SAMMANFATTNING

Föreliggande rapport ger en sammanställning av data beträffande doser och risker vid röntgenundersökningar av lungor. Dosuppskattningarna grundas huvudsakligen på mätningar utförda 1974 av strålskyddsinstitutet. Några resultat framgår av följande tabell som också ger jämförelse med stråldoser från andra källor.

Bestrålad del av kroppen	Genomsnittlig stråldos i denna del av kroppen			
	vid en typisk skärmbildning för en patient	Årligt genomsnitt från skärmbildning	Årligt genomsnitt från annan medicinsk röntgen	Årligt genomsnitt från naturlig strålning
	mrad	mrad/år	mrad/år	mrad/år
Lungor	490	40	20	100
Bröstkörtlar	300	20	30	100
Benmärg	120	10	25	100
Sköldkörtel	150	10	20	100

Vid lungröntgen med fullformatbild var stråldoserna ungefär femtedelen av skärmbildsdoserna.

Doserna vid skärmbildning är av sådan storleksordning att risken för akuta strålskador är helt obefintlig. Vid dessa låga stråldoser har man inte heller kunnat påvisa att strålningen ger någon långsiktig strålningsverkan, såsom arvsförändringar eller sent uppträdande cancer.

Vid väsentligt högre doser, över många tiotusentals mrad, har man påvisat en risk för att cancer kan uppträda hos en liten andel av alla bestrålade personer. Den internationella strålskyddsverksamheten grundar sig på antagandet att cancer kan förekomma även vid låga stråldoser och att cancerrisken är proportionell mot stråldosen. Sannolikt över-skattas därmed strålningsriskerna. Om detta antagande tillämpas på skärmbildningen i Sverige 1974 erhålls som en övre gräns för möjliga skador ett tjugotal framtida cancerfall.

Den eventuella strålningsrisken är bara en av flera faktorer att överväga när det gäller att ta ställning till röntgenundersökningar av lungor. För nödvändiga röntgenundersökningar av den enskilda patienten är strålningsrisken av helt underordnad betydelse. Däremot kan den be- höva beaktas när det gäller massundersökningar. Socialstyrelsen på- började våren 1975 en revidering av tidigare avväganden av fördelar och nackdelar beträffande utforaningen av hälsokontroller av lungor, där skärmbildningen hitills spelat en dominerande roll.

INLEDNING

I Sverige företogs år 1974 ca 0,9 miljoner skärmbildsundersökningar och ca 4 miljoner övriga röntgenundersökningar. En mycket stor del av de stråldoser som befolkningen därvid erhöll lämnades vid skärm- bildningarna. Ur strålskyddssynpunkt är det därför betydelsefullt med en omsorgsfull granskning av skärmbildningarnas omfattning och utförande.

Efter hand som tuberkulosfrekvensen avtagit har också motiveringen för skärmbild minskat. Detta är en bidragande orsak till att socialstyrel- sen vid sammanträde 1975-02-19 beslöt att utreda nya riktlinjer för hälsoundersökningar av lungor. Tidigare finns ett flertal råd och an- visningar presenterade i medicinalförfattningar. Även Svensk lung- medicinsk förening har presenterat rekommendationer i ämnet (Läkar- tidningen nr 5, 1974). I frågeställningarna ingår hur ofta undersök- ningen behöver företas och om det är lämpligt med övergång till full- formatröntgen i vissa fall.

Strålskyddsinstitutet håller dessutom på att genomföra ett nytt krav på skärmbildsutrustningar. De utrustningar som medför de högsta strål- doserna kommer att justeras. Den genomsnittliga skärmbildningsdosen i landet väntas därmed minska till kanske 70 % av 1974 års nivå.

Många förfrågningar har gjorts om stråldoser och strålrisker vid skärm- bildsundersökningar. I denna rapport har därför sammanställts en del mätresultat och beräkningar. Tänkbara strålningsrisker presenteras också.

UNDERSÖKNINGSTEKNIK VID LUNGUUNDERSÖKNINGAR

Hälsokontroll av lungor kan utföras med vanlig lungröntgenteknik eller med skärmbildsteknik. Av dessa ger vanlig lungröntgen väsentligt lägre stråldoser.

Vid lungröntgen används i regel röntgenapparater med högre spänning och hårdare strålning. Vidare är filmen försedd med dubbla emulsioner och exponeras i direkt kontakt med dubbla förstärkningsskärmar. Bilden blir obetydligt förstörd. Exponeringstiden är av storleksordningen en hundradels sekund.

Vid skärmbildning fotograferas ljuset från en bildskärm med en kamera. Trots att bilden är mindre än lungröntgenbilden blir den ljussvagare vid samma stråldos. Därför krävs högre stråldos än vid lungröntgenundersökning. Exponeringstiden är av storleksordningen en tiondels sekund. För att den inte skall bli för lång har man röntgenröret närmare patienten. Vid det kortare avståndet får patienten något högre stråldos. Eftersom skärmbildsutrustningarna är utformade för att kunna transporteras använder man ofta mindre röntgenapparater med relativt låg högspänning och svag tillsatsfiltrering som ger mindre genomträngande strålning. Detta bidrar också till att höja patientdoserna. Situationen kompliceras av att bildskärmens känslighet är störst för mindre genomträngande strålning.

Vid lungundersökningar används huvudsakligen två projektioner. Vid frontaltbild infaller strålningen mot patientens rygg sida medan framsidan är vänd mot filmen eller bildskärmen. Vid sidobild vrids patienten i rätt vinkel från frontalläget. Sidobilden ger flera gånger högre stråldos till patienten. Ibland förekommer också att man regelmässigt tar två bilder med kroppen lätt vriden i förhållande till frontalläget. Naturligtvis förekommer dessutom individuella variationer som beror på den kliniska frågeställningen för den enskilde patienten.

I Norge tar man vid skärmbildning i regel endast en frontaltbild. I Sverige förekommer i många fall enbart frontaltbild, men ofta tas också en sidobild. Strålskyddsinstitutet har inte någon noggrann information om förekomsten av olika undersökningstyper men uppskattar

att ca 40 % av alla skärmbildsundersökningar omfattar endast frontalbild, medan ca 60 % omfattar frontalbild och sidobild. Bara några procent av undersökningarna utförs på annat sätt. Om lungröntgen med fullformat skulle användas i stället för skärmbild skulle troligen samma slags bilder tas, med undantag betingade av att man har större möjligheter att variera fullformatfilmens storlek.

En teknisk utveckling pågår för både skärmbild och vanlig lungröntgen. Med en nyligen framtagen skärmbildsfilm kan patientdosen sänkas till hälften, men samtidigt ändras andra egenskaper hos bilden. Utvärdering av filmen pågår. För vanlig lungröntgen har det kommit fram förstärkningsskärmar som sänker patientdosen till ca fjärdedelen. Detta medför vissa problem, bl a därför att exponeringstiden kan bli alltför kort för den befintliga röntgenutrustningen. De nya skärmarna håller på att tas i bruk på många svenska sjukhus.

TYPISKA STRÅLDOSER

Strålskyddsinstitutet gjorde 1974 mätningar på apparatur som svarade för ca hälften av alla skärmbildsundersökningar i landet. Medelvärde per undersökning från dessa mätningar presenteras i bilaga 1 tillsammans med en del beräkningar grundade på mätningar vid institutet, på litteraturuppgifter och på mätresultat från andra institutioner.

Man måste vara medveten om att beräkningarna är ganska ungefärliga. De skall emellertid först och främst användas när man vill minska stråldoserna på olika sätt. Då räcker det ofta med ett jämförelsevärde som beskriver hur en viss utrustning ligger i förhållande till dem som ger de lägsta stråldoserna.

I bilagan ges några exempel på felkällor som gör att patientdosen uppskattas ha en felmarginal av \pm 50 %. Ytterligare osäkerheter kan belysas med ett par exempel. Mätningar med termoluminiscensdosimetrar visar att den genomsnittliga bröst-dosen kan vara många tiotals procent lägre vid tjocka bröstajukdelar än vid tunna. Sköldkörteln ligger i regel i primärfältet vid en frontalskärmbild och just utanför fältgränsen vid en sidobild. Några centimeters justering av fältgränsen kan ändra den genomsnittliga sköldkörteldosen en faktor två.

Resultaten i bilaga 1 kan sammanfattas med följande dosangivelser för typiska skärmbildsundersökningar 1974. Undersökningen antas bestå av en frontal- och en sidobild. Den genomsnittliga dosen till olika delar av kroppen anges i millirad per undersökning.

Del av kroppen	Dos, mrad	Kvoten mellan dosen vid sido- bild och dosen vid frontalbild
Lunga	490	2
Bröstkörtlar	300	8
Sköldkörtel	150	4
Benmärg	120	2
(Äggstockar	10)	
(Testiklar	1-5)	

Stråldoserna vid fullformatröntgen var ungefär en femtedel av doserna vid skärmbildning.

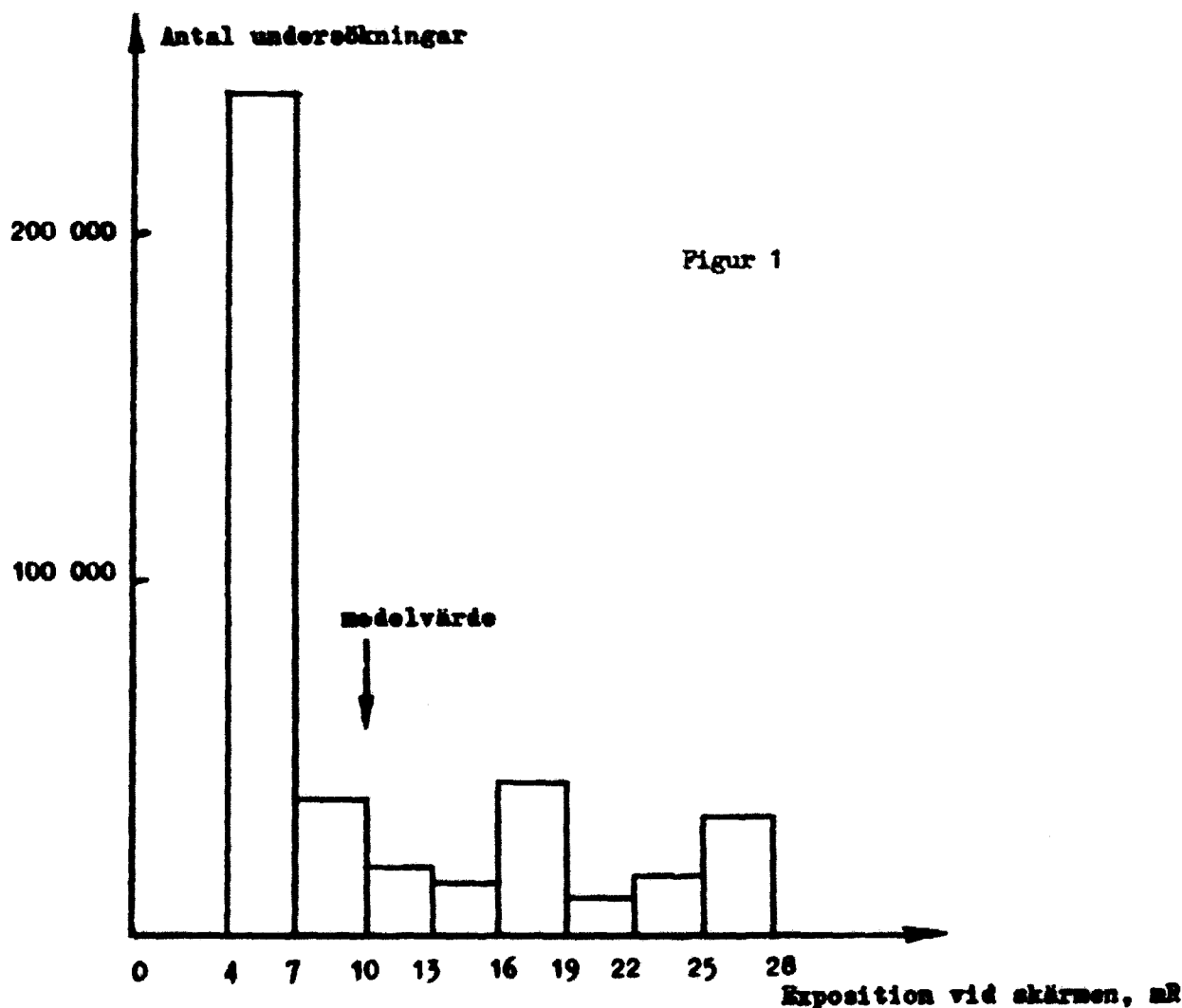
VARIATIONER I STRÅLDOSER

Stråldoserna vid en viss utrustning är onödigt höga om man med enkla åtgärder kan minska dem utan att undersökningsresultatet försämras. Man kan få en god vägledning om vilka stråldoser som är rimligt låga genom att jämföra resultat från olika anläggningar. Figur 1 ger en sådan jämförelse som berör knappt hälften av alla patienter som skärmbildades 1974. Där anges exposition vid skärmen, vilket ungefär är proportionellt mot patientdosen. (Expositionen är mätt med en 1 mm kopparplåt i patientens ställe).

Man ser att flertalet undersökningar ger relativt låga patientdoser. Medelvärdet ligger dubbelt så högt som det lägsta värdet, och det högsta värdet är ungefär 5 gånger så högt som det lägsta.

Strålskyddsinstitutet kräver nu att alla utrustningar skall justeras så att patientdosen där blir mindre än medelvärdet för 1974. Detta väntas medföra att den genomsnittliga patientdosen från skärmbildning

i landet minskar med ca 30 %. En tydlig minskning har redan märkts för ett flertal anläggningar.



FÖRVÄNTAD UTVECKLING AV PATIENTDOSERNA

Det är svårt att spå, särskilt om framtiden. Trots osäkerheterna ges här en gissning om hur patientdoserna väntas utveckla sig. För alla ändringar måste en gemensam reservation göras: Man får sällan något gratis. En dosminskning köps ofta till priset av t ex ändrad skärpa eller ändrad kontrast i bilden. Det är svårt att bedöma om det sammanlagda resultatet av ändringen verkligen blir till patientens bästa. Bland annat kan den bedömningen bli olika beroende på vilken sorts sjukdom man vill upptäcka.

Strålskyddsinstitutet har redan påbörjat ett åtgärdsprogram för skärmbildning. Inom något år bör detta leda till den nämnda dosminskningen med ca 30 %. Om ett par år kan den nya snabbare filmen ha slagit igenom och lett till ytterligare minskning med ca 40 %. Det är svårt att nu förutse någon ytterligare utveckling, men bättre bildskärmar är tänkbara.

Vid all slags avbildning med röntgenstrålning sätts en teoretisk gräns för minskningen av stråldosen av det s k kvantbruset. Detta gör att bilderna blir suddiga när en alltför liten mängd strålning träffar det känsliga materialet. Vid skärmbildning får man ljusförluster genom att filmen inte ligger direkt intill skärmen. Detta medför att den nämnda teoretiska gränsen nås vid högre dosvärden än för vanlig lung-röntgen.

Med nuvarande bildskärmsmaterial finns troligen inga väsentliga vinster i patientdos att hämta genom användning av kraftigare röntgenapparater med högre spänning och starkare filtrering. Visserligen skulle då strålningen tränga genom patienten bättre, men bildskärmen skulle i ungefär motsvarande grad kräva högre stråldos eftersom dess ljusutbyte minskar då röntgenspänningen och filtreringen ökar.

Däremot skulle man kunna minska patientdosen ca 20 % genom att använda ett större avstånd mellan röntgenrör och patient. Med nuvarande röntgenutrustning skulle exponeringstiderna då behöva mer än fördubblas.

För fullformatröntgen (och för övriga medicinska röntgenundersökningar) planerar strålskyddsinstitutet ett intensivare åtgärdsprogram som skall påbörjas 1976. Om nuvarande förstärkningsskärmar bibehålls bör genomsnittsdosen vid lung-röntgen kunna sänkas med några tiotal procent på några år. Kan de nya skärmarna införas, vilket i så fall också bör ta några år, kan detta medföra en ytterligare minskning med ca 60 %. Med de nya skärmarna har man kommit mycket nära gränsen för den acceptabla oskärpan i bilden, och ytterligare utveckling kan därefter väntas bli mycket långsam.

En tänkbar framtida utveckling som också kan nämnas är användning av

bildförstärkare för hälsokontroll av lungor. Bildförstärkare används i begränsad omfattning för att ge röntgenbilder vid andra röntgenundersökningar. Patientdosen vid en bildförstärkarbild av lungorna skulle kanske kunna bli tiondelen av nuvarande dosen vid fullformatbild.

STRÅLNINGSRISKER

Stråldoserna vid skärmbildning är så låga att inga som helst risker för någon akut strålskada finns, inte ens vid de anläggningar som gett de största stråldoserna. Man kan dock inte utesluta en liten risk för sent uppträdande strålskador.

Som en grundval för det internationella strålskyddsarbetet antar man nämligen, än så länge utan bevis, att det kan finnas en viss risk för långsiktig strålningspåverkan även vid låga doser. De förmodade strålningsriskerna gäller dels att en liten andel av de undersökta kan få cancer i framtiden, dels att det kan bli skador på arvsmassan som kan överföras till kommande generationer.

Arvsrisker

Arvsriskerna förutsätter att könskörtlarna (testiklar och äggstockar) blivit bestrålade. Vid skärmbildning ligger dessa utanför strålfältet och den genomsnittliga stråldosen kan uppskattas till ca 10 mrad till äggstockarna och några få mrad till testiklarna. För arvskadorna är den genomsnittliga stråldosen till befolkningen avgörande. Den blir från skärmbildning mindre än 1 mrad årligen. Den naturliga stråldosen är ca 100 mrad per år, och skiljer sig med flera tiotals mrad per år beroende på var i landet man bor, vilken sorts hus man bor i m m. Vidare uppskattar man att mer än 1000 mrad per år (30 000 mrad per generation) krävs för att åstadkomma en fördubbling av de arvsförändringar som normalt förekommer. Skärmbildningsdoser kan därför anses vara låga ur arvsrisksynpunkt.

Cancerrisker

Vid skärmbildning bestrålas flera av de organ för vilka höga stråldoser har visats orsaka cancer: bröstkörtlar, lungor, benmärg och sköldkörtel. Organen bestrålas dock ojämnt vilket förmodligen minskar cancerrisken. Vidare har det inte påvisats att cancer kan åstadkommas vid de låga stråldoser det är fråga om. Man kan få en uppfattning om den största möjliga cancerrisken om man antar att risken är förhållandevis lika stor vid ojämn bestrålning och låga stråldoser som den är vid jämn bestrålning och höga stråldoser. Man får inte glömma att sådana risksiffror kan utgöra en kraftig överskattning - det kan tänkas att risken är obefintlig.

Egentligen är det också missvisande att tala om en sorts cancer knuten till en viss del av kroppen. Det finns t ex lungcancer av många typer med olika sjukdomsbild. Detta understryker ytterligare att den bild som här ges är förenklad.

Risksiffror vid höga stråldoser har sammanställts bl a av internationella strålskyddskommissionen, Förenta Nationernas strålningskommitté och amerikanska vetenskapsakademien. Riskuppskattningarna varierar och det är inte ovanligt att man kan finna en risksiffra som skiljer sig en faktor två från en annan. För korrekta uppskattningar bör man bl a ta hänsyn till åldersfördelningen hos dem som bestrålats, tiden det tar innan cancer uppträder och andra faktorer. Den riskuppskattning som presenteras nedan är mycket grov. Den utgår från amerikanska vetenskapsakademiens risksiffror (BEIR-rapporten) och bygger på att den eventuella strålningsorsakade cancer efter en viss fördröjningstid uppträder med konstant årlig förekomst under 20 år. Efter höga stråldoser har man observerat cancer under tiotals år efter bestrålningen, men tidsförhållandena är mycket osäkra. De är ännu osäkrare vid de låga stråldoser som diskuteras här.¹⁾

¹⁾ Risksiffrorna är inte jämförbara med risksiffrorna för bestrålning under lång tid, t ex från naturlig strålning. I det senare fallet antas riskerna vara lägre, kanske tredjedelen av riskerna då stråldosen ges vid ett enda tillfälle.

Tabellen ger övre gräns för antalet framtida cancerfall som orsakats vid bestrålning av en befolkning bestående av hälften män och hälften kvinnor. Benmärgsbestrålning är förknippad med uppkomst av leukemi.
1 rad = 1000 millirad.

	Bestrålad del av kroppen				Sammanlagd
	Bröstkörtlar	Lungor	Benmärg	Sköldkörtel	
Antal cancerfall per miljon som bestrålats med 1 rad vardera	60	20	30	10	120
Antal cancerfall från skärmbildning i Sverige 1974 (antaget 40 % enbart frontal, 60 % frontal + sida, se UNDERSÖKNINGSTEKNIK)	10	7	2	1	20
Naturlig årlig förekomst av nya cancerfall i Sverige per miljon innevånare	400	200	100	30	-

Den sammanlagda risksiffran 20 kan jämföras med 25 - 60 per miljon skärmbildningar som angivits av professor Kurt Lidén och grundats på hans egna dosuppskattningar och på riskuppskattningar ur andra källor. Att riskuppskattningarna är relativt samstämda betyder att man ganska väl kan uppskatta en övre gräns för risken. Det måste igen betonas att risken kan vara obefintlig.

Som exempel på osäkerheterna diskuteras i bilaga 2 riskuppskattningar för sköldkörtelbestrålning.

I bilaga 2 diskuteras också tillämpning av riskuppskattningen för en enskild anläggning.

Risk och nytta

Det kan tänkas att det finns en viss cancerrisk från bestrålningen vid skärmbildsundersökning. Undersökningen görs bl a för att man skall kunna upptäcka och bota tuberkulos i tid samt förhindra smittospridning. Det är mycket svårt att avväga hur man på effektivast möjliga

sätt skall nå detta mål och samtidigt hålla de eventuella strålningsriskerna nere. Till bilden hör möjligheten att upotäcka andra sjukdomar än tuberkulos, möjligheterna med andra metoder än skärbildning, möjligheten att göra undersökningar i stor skala, kostnader m m. En sammanjämföring av de olika synpunkterna görs av socialstyrelsen under dess pågående arbete med rekommendationer för hälsokontroll av lungor.

TYPISKA VÄRDEN FÖR STRÅLDOSER VID SKÄRMBILD OCH FULLFORMATRÖNTGEN 1974

Observera att det finns stora variationer mellan olika anläggningar. För beräkning av utgångs- och detektorexposition har patienten antagits motsvara en tjocklek av 20 cm vid frontaltbild och 30 cm vid sidobild. Materialet i strålningens väg är ganska lätt på grund av luften i lungorna och har antagits motsvara 12 cm resp 17 cm plexiglas (ett vanligt antagande). Bokstäverna till vänster visar hur värdet erhållits.

	Skärmbild		Fullformatröntgen		
Spänning kV	110		140		
Filter, mm Al	3		4		
Fokus-detektoravstånd, cm	95		150		
A Fokus-rasteravstånd	90		150		
Rasterratio	5		12		
	Frontal	Sida	Frontal	Sida	
B Bestrålad yta vid skärmen, dm ²	16	14	14	12	
C Bestrålad ingångsyta vid patienten, vinkelrätt mot strålriktningen, dm ²	9,7	6,2	11	7,7	
D Ytexpositionsprodukt, R dm ²	2,5	5,9	0,5	1,3	
E Bakåtspridningsfaktor	1,4	1,4	1,4	1,4	
F=DE/C Ingångsexposition, mR	360	1300	67	240	
G Dämpningsfaktor i centralstrålen	0,08	0,015	0,14	0,034	
H=FG Utgångsexposition, mR	29,0	19,5	9,4	8,2	
I Rasterdämpningsfaktor	0,40	0,40	0,17	0,17	
K=HI Detektorexposition, mR	11,6	7,8	1,6	1,4	
<u>Genomsnittliga organdoser, mrad</u> (inom parentes procent av ingångsdos)					
Lunga närmast detektor	0,9 rad/R	162 (50)	59 (5)	36 (60)	22 (10)
Lunga närmast röntgenrör	"		590 (50)		119 (55)
Bröst närmast detektor	"	32 (10)	59 (5)	12 (20)	22 (10)
Bröst närmast röntgenrör	"		470 (40)		97 (45)
Sköldkörtel	"	32 (10)	118 (10)	9 (15)	22 (10)
Bemärg, medelvärde över hela kroppens bemärg 1,0 rad/R		40	80	9	17

Yterpositionsprodukten är mätt vid bildtagning på patienter. Den erhållna ingångsexpositionen ger därför ett ganska gott värde på patientens typiska ingångsexposition. Organdoserna är i stort sett erhållna genom att en djupdosfaktor lagts på ingångsexpositionen. Denna djupdosfaktor blir ganska oberoende av antaganden om patienternas kroppsbyggnad så länge den är 40 % eller däröver. För lägre djupdosfaktorer blir osäkerheten större. Detta betyder att särskilt sköldkörteldosen är osäker, men även bröstdosen vid frontalbild.

En kontroll kan emellertid göras med hjälp av detektorexpositionen, som mätts för ett stort antal anläggningar. Det mätta värdet har i genomsnitt varit ca 7 mR för skärmbild (omräknat från mätningar gjorda före rastret) och ca 1 mR för fullformatröntgen. Detta är i genomsnitt ca 30 % under det beräknade värdet. Med tanke på felmarginalerna är denna skillnad inte märkvärdig. Den kan tänkas indikera att de antagna genomsnittstjocklekarna motsvarande 12 cm resp 17 cm plexiglas är något för små och i stället borde varit 13 cm resp 18 cm. Den ekvivalenta genomsnittstjockleken bör för övrigt kunna skilja sig en del för olika slags exponeringsautomatik och för olika strålkvalitet. Dessa hypoteser stöds av ur enskilda patientmätningar beräknade dämpningsfaktorer.

Avvikelsen motsvarar alternativt 15 kV fel i högspänningsantagandet. Så kraftigt borde inte felet i högspänningen vara, även om det blir en hel del felaktigheter på grund av att man låter ett medelvärde av 110 kV representera ett spänningsomfång av ungefär 90 - 130 kV.

Det uppges vara normalt att sidobilden ger något mindre svärtning än frontalbilden vid samma automatikinställning. Skillnaden i beräknad detektorexposition mellan frontal- och sidobild kan därför tänkas återspegla detta, även om felmarginalerna i dosberäkningen kan vara större än denna skillnad.

För de flesta av organdoserna är ingångsexpositionen mer representativ än utgångsexpositionen. Detta visas bl a av att organdoserna vid en undersökning med frontal- och sidobild i genomsnitt är 4,6 gånger högre vid skärmbild än vid fullformatröntgen. För ingångsexpositionen är motsvarande kvot 5,4 medan den för utgångsexpositionen är 2,8. För

jämförelse av organdosor under olika betingelser bör man alltså inte använda ingångs- eller utgångsexposition om man vill undvika att införa ett fel på åttekilliga tiotal procent. Detektorexpositionen bör inte heller användas för jämförelser eftersom den påverkas kraftigt av rasterdämpningsfaktorn.

I enstaka fall kan utgångsexpositionen ge en god kontroll av organdosen. Sålunda bör vid frontalbild bröst dosen vara något högre än utgångsexpositionen, vilket bekräftas av tabelluppgifterna.

Mot bakgrunden av vad som ovan sagts är det uppenbart att organdoserna kan vara felaktiga med tiotals procent, men att det rätta medelvärdet förmodligen ligger inom $\pm 50\%$ från det angivna. Dock måste det observeras att det gäller typiska värden härledda ur knappt hälften av alla skärbildsundersökningar. Urvalet av anläggningar för mätning har inte gjorts på vetenskaplig grundval. Det finns därför en risk att urvalet kan ha varit snedvridet.

NÅGRA DETALJER BETRÄFFANDE RISKUPPSKATTNINGAR

Sköldkörtelcancer

Frågan om strålningorsakad cancer är mycket komplicerad. Som exempel på motsägande data, starkt inverkanse faktorer och liknande refereras här kortfattat vad den amerikanska vetenskapsakademien sammanställt om strålningorsakad sköldkörtelcancer i den s k BEIR-rapporten. Man hänvisar där till tidigare sammanställningar samt till 22 vetenskapliga arbeten presenterade sedan 1962.

Vid bestrålning av sköldkörteln på barn med höga stråldoser (mer än 1000 rad) har man funnit att nästan alla får tumörer, mest godartade men i en del fall elakartade (dvs cancer). Det finns en studie av tre grupper av barn bestrålade med olika stråldoser som antyder att tumörförekomsten direkt följer stråldosen ned till den lägsta studerade stråldosen, 20 rad. Totalantalet tumörer är ca 1000 per miljon bestrålade barn per rad.

Man är osäker om vilken betydelse det har om stråldosen är utsträckt under kortare eller längre tid. En teori är att det inte spelar någon roll, men i ett fall grundar man denna gissning på ett enda inträffat sköldkörtelcancerfall.

Man har funnit stora mängder kromosomavvikelser i sköldkörtlarna hos vuxna personer som bestrålats som barn med 400 - 800 rad, men inga avvikelser då man kort tid efter bestrålning studerat sköldkörtelvävnad som fått ca 100 rad.

Från djurförsök vet man att sköldkörtelstimulerande hormon har stark inverkan på förekomsten av sköldkörtelcancer. Celldelningsprocesserna kan också vara viktiga, och den snabbare celldelningen hos ungdomar kan förklara att de lättare än vuxna får strålningorsakade tumörer.

Man vet att normalt förekommande sköldkörteltumörer brukar vara mer elakartade hos äldre än hos yngre individer. Man vet inte om samma förhållande gäller för strålningorsakade sköldkörteltumörer.

Om man antar att cancerrisken följer stråldosen finner man en risk av 40 - 250 cancerfall per miljon bestrålade barn per rad. Det finns antydningar om att cancer efter bestrålning inte är jämnt fördelad på alla åldrar.

För personer som bestrålats vid mer än 20 års ålder är cancerförekomsten mycket mindre än för barn och ungdomar. Ett par undersökningar visar ingen ökning i cancerförekomsten. I en av dessa borde man ha upptäckt om det funnes en risk av mer än 10 cancerfall per miljon bestrålade vuxna per rad.

Skärmbildningen gäller framför allt vuxna för vilka ingen ökad cancerförekomst har påvisats. Därför har den senare risksiffran använts i denna rapport.

Riskuppskattning för en bestämd anläggning

I fortsättningen beräknas skärmbildsdoserna komma att ligga inom ett relativt begränsat intervall. För riskberäkning kan man därför anta att stråldosen är mindre än den genomsnittsdos som ges i tabellen på sid 5. Den eventuella cancerrisken per miljon undersökningar kommer därför att ligga under följande värden:

	Enbart frontal	Frontal+sida
Skärmbildning	4	20
Fullformatröntgen	1	4

Om man till exempel för en grupp på 1000 personer företar 2 skärmbildningar årligen under 30 år, med frontal- och sidobild vid varje tillfälle så blir den totala risken mindre än $1000 \cdot 2 \cdot 30 \cdot 20 / 1\ 000\ 000 = 1,2$. Detta massiva skärmbildningsprogram skulle alltså möjligen kunna leda till att en av de tusen personerna fick en strålningsorsakad cancer, men det är också möjligt att ingen skulle få det.

