

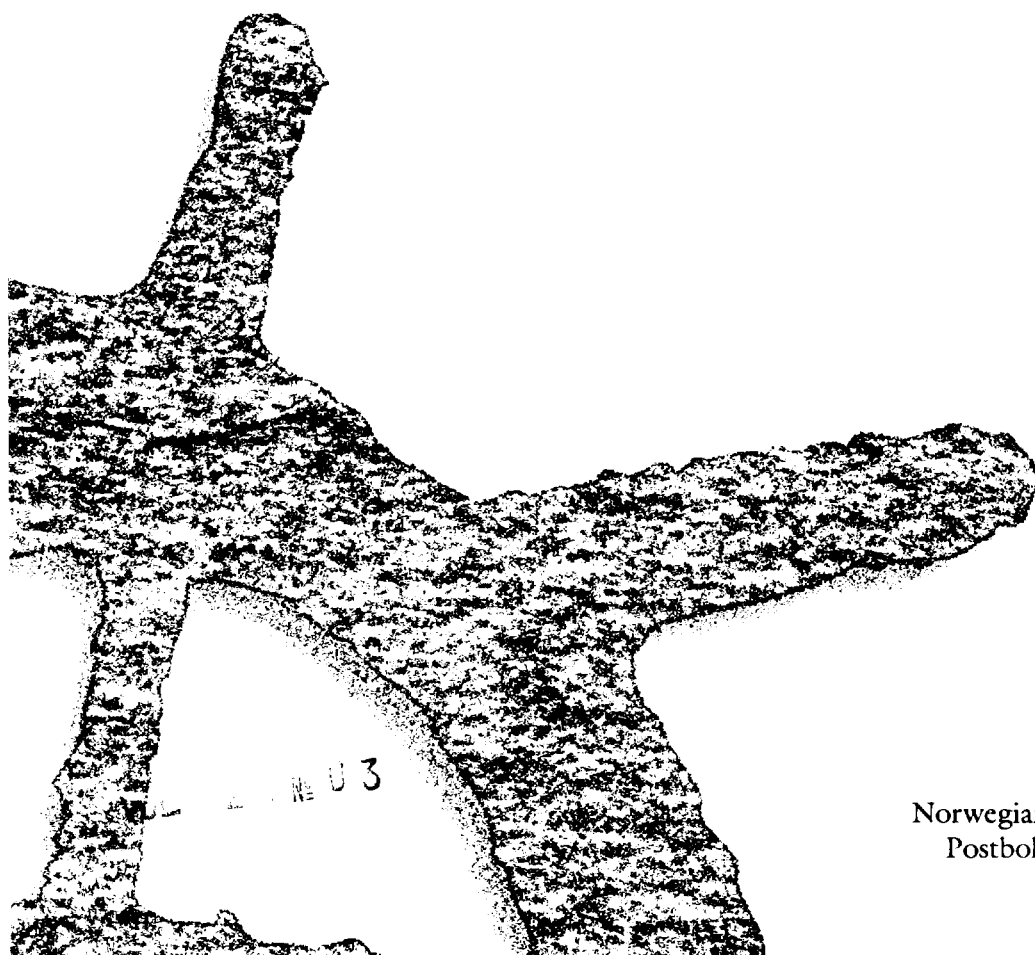


NO9600027

Mammografivirksomhet i Norge

Tekniske resultater

Anders Widmark – Jan B. Olsen



Statens
strålevern

Norwegian Radiation Protection Authority
Postboks 55 · N-1345 Østerås · Norway

Mammografivirksomhet i Norge

Tekniske resultater

Anders Widmark - Jan B. Olsen

Referanse:

Widmark A, Olsen JB. Mammografivirksomhet i Norge: Tekniske resultater. StrålevernRapport 1995:5. Østerås: Statens strålevern, 1995.

Emneord:

Mammografi. Utstyr. Kvalitetskontroll.

Resymé:

Samtlige 45 mammografiapparater som var i bruk i tidsrommet desember 1993 til mars 1994 har blitt vurdert. I tillegg til å vurdere utstyrets funksjon og ytelse er den kliniske bruken av utstyret evaluert. Rapporten presenterer resultatene fra de tekniske målingene.

Reference:

Widmark A, Olsen JB. Mammography in Norway: Technical performance. NRPA Report 1995:5. Østerås: Norwegian Radiation Protection Authority, 1995. Language: Norwegian.

Key words:

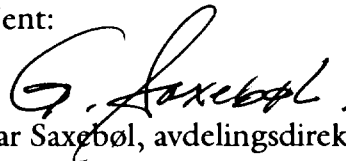
Mammography. Equipment. Quality Control.

Abstract:

All the 45 units in use between December 1993 and March 1994 were included in the survey. The performance and the clinical use of the equipment were assessed. The report presents the results of the technical measurements from the survey.

Prosjektleder: Jan B. Olsen.

Godkjent:



Gunnar Saxebøl, avdelingsdirektør, Avdeling Tilsyn.

Anders Widmark, Avdeling Tilsyn, Statens strålevern, Postboks 55, 1345 Østerås.

Jan Bjørnulf Olsen, Avdeling for medisinsk fysikk og teknikk, Det Norske Radiumhospital, Montebello, 0310 Oslo og Avdeling Tilsyn, Statens strålevern, Postboks 55, 1345 Østerås.

58 sider. Utgitt 1995-07-21. Opplag 500

Form, omslag: Graf, Oslo

Trykk: Grüner & Jebsen A/S, Østerås

Bestilles fra:

Statens strålevern, Postboks 55, 1345 Østerås.

Telefon 67 16 25 00, telefax 67 14 74 07

ISSN 0804-4910

INNHALDSFORTEGNELSE

	<u>Side</u>
Sammendrag	1
Summary	2
1. Innledning	3
2. Metode	4
2.1. Database	4
2.2. Tekniske målinger	5
2.3. Absorbert stråledose til brystkjertelvevet	8
2.4. Vurdering av resultatene	9
3. Resultater	10
3.1. Tekniske målinger	11
3.1.1. Kassettenes følsomhet og film-folie-kontakt	11
3.1.2. Rørspenning - kV_p	11
3.1.3. Kurveformer	13
3.1.4. Eksponeringstider	14
3.1.5. Strålekvalitet	15
3.1.6. Dosehastighet	16
3.1.7. Automatisk eksponeringskontroll - AEC	17
3.1.8. Dose til registrerende system	19
3.2. Framkalling	20
3.3. Absorbert stråledose til brystkjertelvevet	22
3.4. Betraktningforhold	23
4. Diskusjon	24
5. Konklusjon	28
Ordliste	29
Referanser	31
Appendiks I:	Fylkesvis oversikt over mammografivirksomheten i Norge
Appendiks II:	Mammografiapparater
Appendiks III:	Framkalling og registrerende system
Appendiks IV:	Inntastings skjema for database
Appendiks V:	Eksempel på teknisk rapport til stedene
Appendiks VI:	Resultater ved anvendt teknikk
Appendiks VII:	Resultater ved referanseteknikk
Appendiks VIII:	Resultater ved forstørrelsesteknikk
Appendiks IX:	Filmsensitometri og absolutt sensitometri

Appendiks X:	Eksponeringstider
Appendiks XI:	Den automatiske eksponeringskontrollens funksjon og svertningskorreksjon
Appendiks XII:	Parametre vurdert som ikke godkjent

SAMMENDRAG

Statens strålevern har i samarbeid med Det Norske Radiumhospital foretatt en gjennomgang av samtlige mammografianlegg som var i bruk mellom desember 1993 og mars 1994 (45 apparater ved 41 steder). Formålet med prosjektet var å skaffe erfaring med og evaluere ulike metoder for vurdering av bildekvalitet, samt få et oppdatert bilde av virksomheten i forkant av prøveprosjektet med mammografiscreeing som starter i løpet av høsten 1995.

I tillegg til tekniske målinger og vurdering av bildekvalitet ved hjelp av ulike bildekvalitetsfantomer, er det også foretatt en totalytelsestest basert på såkalt Receiver Operating Characteristics (ROC) analyse. Målingene ble gjort ved både anvendt og referanseteknikk. Ved anvendt teknikk får man mer klinisk relevante data, der det er mulig å sammenligne bruken av utstyret, mens man ved referanseteknikk kan sammenligne apparatens ytelse og funksjon, samt få et inntrykk av optimaliseringsnivået til det enkelte anlegg.

Det har vært en kraftig økning i antall mammografiundersøkelser i Norge det siste tiåret, fra 10.000 i 1983 til 220.000 i 1993. Halvparten av utstyret disponeres av private institutter, som utførte ca. 70% av undersøkelsene i 1993. Antallet undersøkelser som gjennomføres på hvert sted varierer fra mindre enn 100 undersøkelser pr. år til 20.000 pr. år. Få undersøkelser pr. år medfører problemer med stabiliteten til framkalleren og gjør det vanskelig å bygge opp/opprettholde kompetansen på stedet ved bl. a. eksponeringsteknikk, bildetaking, kvalitetskontroll og tyding. Bruken av forstørrelses-teknikk for utredning av suspekterte mammografifunn varierte mellom de forskjellige stedene.

Det er store variasjoner i hvordan utstyret brukes og dette kan påvirke bildekvaliteten og sannsynligvis også den diagnostiske sikkerheten. Mange av stedene hadde eksponeringstider lengre enn det som anbefales. Den innstilte filmsvertningen varierte betraktelig mellom stedene, og hvert tredje laboratorium hadde lavere filmsvertning enn anbefalt, med redusert kontrast som følge.

Det ble funnet betydelige forskjeller i ytelse og funksjon mellom apparatene. Måling av dosehastigheten viste store variasjoner mellom de forskjellige apparatene, og selv ved relativt nytt utstyr ble det funnet lav dosehastighet. Mer enn halvparten av apparatene tilfredsstilte ikke anbefalingene (norske og nordiske) for den automatiske eksponeringskontrollen (tykkelseskompensasjon). Hver tiende kassett hadde utilfredsstillende film-folie-kontakt. Det ble funnet store variasjoner i de innstilte parametrene for framkallingsmaskinene for en og samme type film, med tilsvarende variasjoner for kontrast og følsomhet (filmdose).

En tredjedel av alle stedene utførte en form for regelmessig kvalitetskontroll. Kompetanshevedende tiltak og innføring av enkle og billige kvalitetskontrollrutiner kan bidra til en forbedret bildekvalitet og sikrere diagnostikk.

SUMMARY

The Norwegian Radiation Protection Authority and the Norwegian Radium Hospital have in collaboration, carried out a survey of the mammography centres in use between December 1993 and March 1994 Norway (45 units at 41 sites). The scope of the project was to gain experience with, and to evaluate different methods for assessment of image quality, and to get an overview of the mammography practice in Norway prior to the mammography screening to commence in October 1995.

Technical measurements and assessments of image quality were done with different types of image quality phantoms, and also with an anthropomorphic phantom, which images were evaluated by means of the Receiver Operating Characteristics (ROC) method. Measurements were performed with the exposure settings used in the daily practice for the unit, and also under reference conditions. By means of the clinical conditions, the use of the equipment were taken into account, whilst reference conditions gave a mean for comparing the performance of the units.

It has been a significant increase in the number of mammographic examinations in Norway over the last decade. The number of examinations have increased from 10.000 in 1983 to 220.000 in 1993. One half of the units were operated by private institutions, which carried out approximately 70% of all examinations in 1993. The number of examinations performed per site varied from less than 100 per year to 20.000 per year. A low number of examinations per year increase the problems with the film processing, and makes it difficult to establish and maintain the necessary level of competence regarding positioning and radiographic technique, quality control and image reading skills of the radiologists. The use of magnification technique for follow-up of suspect lesions varied between the sites.

There were large variations in the utilisation of the equipment, which influence the image quality and probably also the diagnostic accuracy. Many sites had exposure times exceeding those recommended. The optical film density varied considerably between the units. One third of the units gave too low optical film density leading to loss of contrast and film speed.

Substantial differences in equipment performance were found. The radiation output varied significantly, and low output were found even for newer units. Less than 50% of the units passed the recommendations (Norwegian and Nordic) for AEC-performance regarding breast thickness compensation. Nearly 10% of the cassettes had poor screen-film contact. Large variations in the film processing parameters for the same type of film were found. This resulted in differences in film contrast and sensitivity.

One third of the sites carried out some sort of quality control on a regular basis. Efforts to increase local competence, and implementation of simple and low-cost quality control routines should improve image quality and diagnostic confidence.

1. INNLEDNING

Den første publiserte studien av røntgenbilder tatt av bryst, ble gjort av den tyske kirurgen Albert Salomon 1913 (1) som avfotograferte ca. 3000 amputerte bryst. I 1951 publiserte Leborgne en serie artikler om forkalkninger (2). Han eksperimenterte også med bruk av kompresjon, lav rørspenning og standardisering av projeksjoner. Egan beskrev i 1960 en teknikk med Wolfram-anode, lav rørspenning og industrifilm (3). Han tok bildene med 26-28 kV, 300 mA og 6 sekunders eksponeringstid. Bildene ble tatt med et 2 mm fokus for å begrense eksponeringstidene, men det var likevel store problemer med bevegelsesuskarpheter. Den tekniske utviklingen skjøt fart og Gros introduserte i 1966 det første røntgenapparat dedikert for mammografi (4). Det hadde to viktige forbedringer; 1) molybdenanode som gav høy kontrast ved lave rørspenninger, og 2) en integrert kompresjonsplate. Stråledosene var imidlertid høye, da det ble brukt industrifilm uten folier. I 1972 kom den første film-folie-kombinasjonen for mammografi.

I Norge ble mammografi tatt i bruk av daværende overlege Kjell Liverud ved Det Norske Radiumhospital allerede i 1957. På 80-tallet økte bruken av mammografi og metoden fikk større anerkjennelse, spesielt pga. mammografiscreening som ble startet i flere land. I dag utføres mammografi ved de fleste større sykehus og røntgeninstitutter i Norge. Det har vært en kraftig økning i antall mammografiundersøkelser det siste tiåret, mer enn en 20-dobling. Antall undersøkelser har økt fra 10.000 i 1983 og 80.000 i 1988 til 220.000 i 1993. Halvparten av utstyret disponeres av private institutter, som i 1993 utførte ca. 70% av undersøkelsene (appendiks I). Av fylkene er det bare Finnmark som ikke disponerer mammografiutstyr.

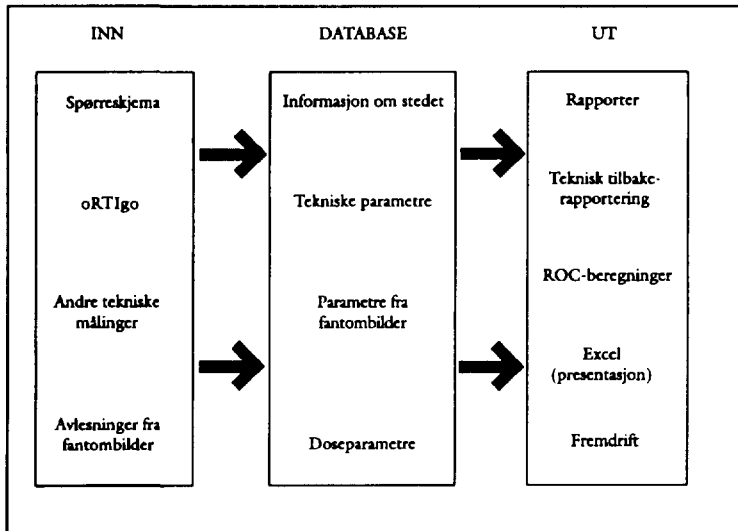
Statens strålevern (tidligere Statens Institutt for Strålehygiene) gjennomførte i perioden 1986-92 teknisk tilsyn ved de fleste av mammografilaboratoriene i Norge. Samtidig ble det gjennomført et samarbeidsprosjekt med Det Norske Radiumhospital, hvor formålet var å skaffe erfaring med og evaluere ulike metoder for vurdering av bildekvalitet. Dette er bl.a. beskrevet i Strålevernets årsrapporter for 1989 (5) og 1990 (6), og publisert av Fosmark med medarbeidere (7). Strålevernet har videre bidratt med kursvirksomhet, utgitt råd knyttet til utstyr, kompetanse og kvalitetssikring (8), utgitt en kvalitetskontrollmanual (9) og deltatt i nordisk og internasjonalt samarbeid om kvalitetssikring og kompetansekrav knyttet til mammografivirksomhet.

For å få et oppdatert bilde av virksomheten i forkant av den planlagte prøvescreeningen fra oktober 1995, har Strålevernet i samarbeid med Radiumhospitalet foretatt en ny gjennomgang av norske mammografianlegg. I tillegg til tekniske målinger og vurdering av bildekvalitet ved hjelp av ulike bildekvalitetsfantomer, er det også foretatt en totaltestest basert på Receiver Operating Characteristics (ROC) analyse. Samtlige 45 mammografiapparater (appendiks II) og film/framkallingssystemer (appendiks III) som var i bruk i tidsrommet desember 1993 til mars 1994 er inkludert i undersøkelsen. Denne rapporten gir et bilde av mammografivirksomheten og utstyrets funksjon og ytelse. ROC-analysene og bildekvalitetsvurderingene vil bli presentert i en separat rapport.

2 METODE

2.1 Database

Informasjon om laboratoriene, målinger og resultater ble fortløpende registrert i en database (figur 1). Inntastings skjemaet for databasen er inndelt i forskjellige moduler og inneholder totalt ca. 850 datafelter (appendiks IV).



Figur 1. «Dataflyt» i prosjektet

I god tid før besøket ble det sendt ut et skjema hvor data vedrørende adresser, ansvarshavende personer, utstyret, omfanget av virksomheten, hva som gjøres av kvalitetskontroll og hvilken teknikk (kV, raster, fokus-film-avstand) som ble benyttet, skulle fylles ut. Disse dataene er samlet i de første modulene i databasen.

Resultater fra de tekniske målingene som ble gjort på stedet ble registrert i egne moduler. Parametre som ble registrert var bl.a. kV_p , kurveformer, eksponeringstider, relativ følsomhet og film-folie-kontakten for kassetene, tykkelseskompensasjonen og svertningskorreksjonen for den automatiske eksponeringskontrollen (AEC), dose til registrerende system, sensitometriske data og informasjon om betrakningsforholdene.

Avleste parametre fra fantombildene ble også registrert i egne moduler. Fantomene som ble brukt var NRT-fantomet (Nordisk Røntgen Teknik A/S, Hasselager, Danmark), RMI-fantomet (Modell 156; Radiation Measurements, Middleton, WI) og fantomene NRH (10) og NRH-ROC, som er utviklet ved Radiumhospitalet og basert på brystvev.

De siste modulene inneholder verdiene for absorbert dose til brystkjertelvevet. Parametre som inngikk i beregningen av absorbert dose, dose/mAs, HVL og dose fritt i luft ble også registrert i denne modulen.

Fra databasen ble det generert rapporter, som ble sendt ut til alle stedene etter besøket (appendiks V).

2.2 Tekniske målinger

Det ble gjort målinger ved både kontaktteknikk og forstørrelsesteknikk (tabell 1). Ved kontaktteknikk ble det gjort målinger ved både anvendt og referanseteknikk. Ved *anvendt teknikk* ble standard kV på stedet benyttet, mens det ved *referanseteknikk* ble benyttet den kV som ga nærmest målt 28 kV_p . Ved anvendt teknikk får man de mest klinisk relevante data, mens man ved referanseteknikk kan sammenligne apparatens ytelse og funksjon, og også få et inntrykk av optimaliseringsnivået til hvert enkelt anlegg. Ved *forstørrelsesteknikk* ble det kun gjort målinger med den kV som ble brukt på stedet. I bilder av homogene perspeksfantomer ble svertningen alltid målt i senter tre cm inn fra brystveggsiden med et densitometer (RMI 331; X-Rite, Grand Rapids, MI).

<i>Parameter</i>	<i>Anvendt teknikk</i>	<i>Referanseteknikk</i>	<i>Forstørrelsesteknikk</i>
kV_n	*	*	*
Eksponeringstid	Ja	Nei	Ja
Kurveform	Ja	Nei	Ja
AEC - Tykkelseskompensasjon	Ja	Nei	Nei
AEC - Svertningskorreksjon	Ja	Nei	Nei
Dose pr. mAs	Ja	Ja	Ja
HVL	Ja	Ja	Ja
Absorbert dose til brystkjertelvev	Ja	Ja	Ja
Dose til registrerende system	Nei	Ja	Nei
Absolutt sensitometri	Nei	Ja	Nei
Lys-strålefelt	Ja	Nei	Ja
Kassetter - Følsomhet	Ja	Nei	Nei
Kassetter - Film-folie-kontakt	Ja	Nei	Nei
Sensitometri	*	*	*
Betraktningforhold	*	*	*

*) Ikke relevant

Tabell 1. *Målte parametre for ulike teknikker.*

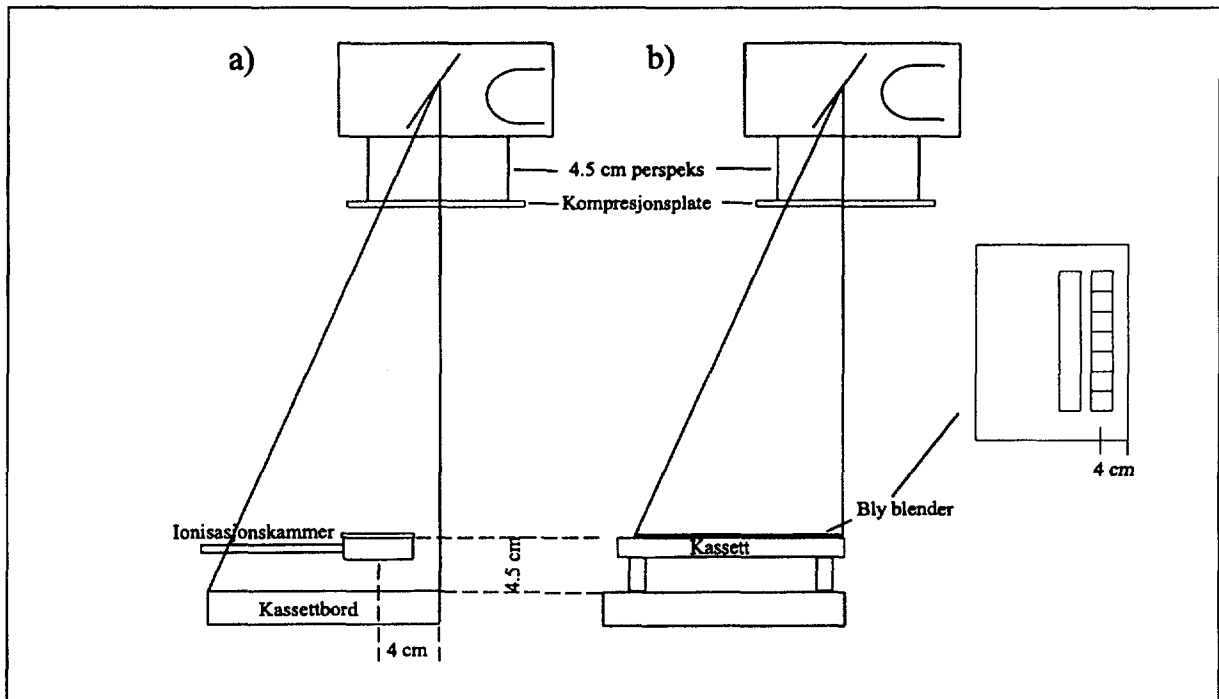
Den *relative følsomheten* ble målt for alle kassetter som var i bruk. Dette ble gjort ved å eksponere 4.5 cm perspeks med bruk av AEC ved anvendt teknikk og sammenligne filmsvertningen. *Film-folie-kontakten* ble kontrollert ved å eksponere et finmasket nett (16 masker pr. cm) plassert direkte oppå kassetten. Eksponeringene ble gjort slik at filmen fikk en svertning på 0.7-0.8 OD (optisk densitet). Bildene ble hengt opp på en lyskasse og vurdert på ca. to meters avstand. Områder med høyere svertning indikerer dårlig film-folie-kontakt. Film-folie-kontakten ble vurdert som god, tilfredsstillende eller ikke akseptabel. Når det var store områder (>1 cm) med dårlig film-folie-kontakt, ble kassetten vurdert som ikke akseptabel, mens når områdene med dårlig film-folie-kontakt var små ble kassetten vurdert som tilfredsstillende. To kassetter med god eller tilfredsstillende film-folie-kontakt og med følsomhet nær gjennomsnittet for alle kassetten på stedet ble plukket ut og brukt i resten av målingene.

kV_p , *kurveformer* og *eksponeringstider* ble målt med et elektronisk penetrameter (Digi-X plus; RTI Electronics AB, Mølnadal, Sverige), som ble styrt ved hjelp av et dataprogram

(oRTIgo; RTI Electronics AB). kV_p ble målt for begge fokus (24-31 kV), og det ble gjort tre målinger ved anvendt kV for vurdering av stabilitet. Kurveformene for rørspenningen og dosehastigheten ble registrert for begge fokus. Eksponeringstidene for noen faste mAs-verdier ble målt ved anvendt teknikk og forstørrelsesteknikk. Disse dataene ble senere brukt for å beregne eksponeringstidene ved eksponering av 4.5 cm perspeks ved 1.0 ND (netto filmsvertning). 4.5 cm perspeks antas å tilsvare et gjennomsnittsbryst i absorpsjons- og spredningsegenskaper.

Den *automatiske eksponeringskontrollens tykkelseskompensasjon* ble kontrollert ved å eksponere perspeks med tykkelser på 2, 3, 4.5 og 6 cm. Eksponeringskontrollens *svertningskorreksjon* ble kontrollert ved å eksponere 4.5 cm perspeks for trinnene mellom $n-2$ og $n+2$, der n tilsvarer normal (anvendt) svertningsinnstilling. Bilder som ble tatt i forbindelse med AEC-vurderingen ble også brukt for vurdering av eventuelle artefakter fra raster, framkallermaskin, dagslysenhet og kassetter/folier. I tillegg kan disse bildene gi et inntrykk av støyen i bildene.

Dosen til registrerende system ble kun målt ved referanseteknikk. Denne verdien angir dosen som det registrerende systemet (kassett med folie og film) må ha for at filmen skal få en netto filmsvertning på 1.0. Målingene ble gjort ved å måle dosen med et ionisasjonskammer (MDH 20X5-6M; Radcal Corporation, Monrovia, CA, med sporbarhet til norsk standard) plassert med senter 4.5 cm over bordet og 4 cm inn fra brystveggsiden (figur 2a). 4.5 cm perspeks var plassert oppå kompresjonsplaten, som var plassert så nær fokus som mulig. Dette ble gjort for å få tilnærmet samme strålekvalitet som bak et "gjennomsnittsbryst". Det ble tatt syv eksponeringer med én manuelt innstilt mAs-verdi. mAs-verdien ble valgt slik at 4 eksponeringer til sammen skulle gi en netto filmsvertning på ca. 1.0. Deretter ble en kassett plassert slik at filmplanet lå 4.5 cm over bordet. Oppå kassetten ble det plassert en blykollimator med to spalter på 1 x 7 cm (figur 2b). Det ble deretter tatt syv eksponeringer med samme mAs-verdi som tidligere. For hver eksponering ble det tildekket 1 cm mer av den ene spalten. Den andre spalten ble dekket helt etter 4 eksponeringer. Den ble brukt for å korrigere for eventuelle intensitetsforskjeller i transversalretningen. En grafisk kurve som viser sammenhengen mellom dosen og svertningen til hvert enkelt av de syv trinnene ble tegnet. På grunnlag av denne kurven ble dosen ved netto filmsvertning 1.0 og enkelte verdier for radiografisk kontrast (absolutt sensitometri) bestemt.



Figur 2. Måling av dose til registrerende system.

En stor *dosehastighet* er viktig med tanke på å oppnå korte eksponeringstider og dermed redusere sannsynligheten for uskarpheter som følge av pasientbevegelser. Dosehastigheten er også en viktig parameter med tanke på forandringer i apparatet. For å bestemme dosehastigheten ble dose pr. mAs målt fritt i luft 4.5 cm over filmplanet med kompresjonsplaten plassert direkte over ionisasjonskammeret. Dose pr. mAs ble målt ved minst tre mAs-verdier. Disse ble valgt slik at mAs-verdien for å tilføre en netto filmsvertning på 1.0 ved eksponering av et "gjennomsnittsbryst" var innbefattet. I klinisk sammenheng er dosehastigheten uttrykt i mGy pr. sekund den viktigste størrelsen. Denne verdien ble bestemt på grunnlag av dosehastigheten uttrykt i mGy pr. mAs og eksponeringstidene for kjente mAs-verdier målt med Digi-X.

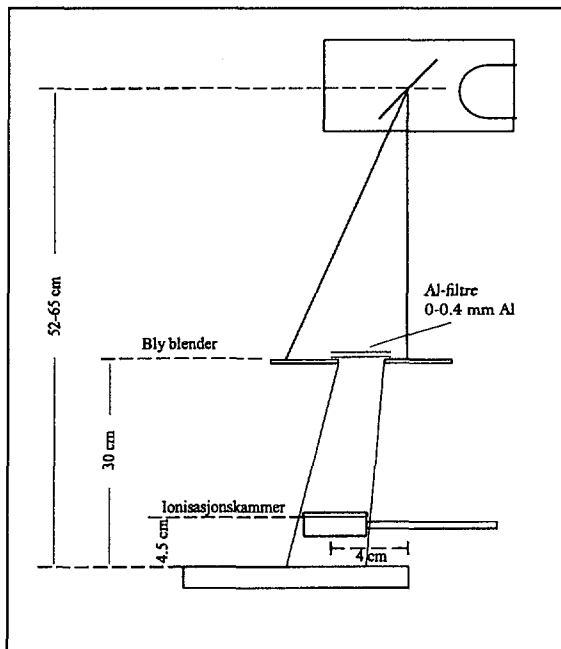
Framkallingsprosessen ble kontrollert sensitometrisk (Lullus 3.7S; Wellhøfer Dosimetrie, Schwarzenbruck, Tyskland) og i løpet av besøket ble det framkalt minst tre sensitometereksponeerte filmer. Grunnsør, hastighet (logE-verdi ved 1.0 ND) og tre gradientverdier for ulike deler av kurven ble bestemt. Gjennomsnittsverdier for de ulike parametrene ble beregnet, og eventuelle variasjoner av betydning i løpet av dagen ble notert.

Lyskassens intensitet ble målt i seks ulike felter ved hjelp av et Lux-meter. Gjennomsnittsverdier og variasjoner over lysflaten ble registrert. Innfallende lys (bakgrunnsbelysning) mot lyskassen ble også målt.

2.3 Absorbent stråledose til brystkjertelvevet

Absorbent stråledose til brystkjertelvevet ble bestemt som beskrevet i nordiske anbefalinger. For å bestemme absorbent dose til brystkjertelvevet for et "gjennomsnittsbryst" (ekvivalent med 4.5 cm perspeks), ble halvverdilaget (HVL) målt (figur 3). Gjennomsnittsbrystet antas å bestå av 50% kjertelvev og 50% fett og antas å være godt komprimert. Dosen refererer seg til en netto filmsvertning på 1.0, og ble beregnet for alle tre teknikker.

Ved måling av HVL ble det brukt aluminiumsplater (99.99% renhet) som ble plassert mellom fokus og ionisasjonskammeret. Målingene ble gjort uten kompresjonsplate. Utfra HVL ble overgangsfaktoren (11, 12) bestemt. Denne angir forholdet mellom eksposisjonen uttrykt i KERMA fritt i luft og absorbent dose til brystkjertelvevet for en gitt brysttykkelse. KERMA fritt i luft 4.5 cm over filmplanet ble bestemt ved å multiplisere mAs-verdien som ga en netto filmsvertning på 1.0 ved eksponering av 4.5 cm perspeks, med dose pr. mAs forholdet (mGy pr. mAs).



Figur 3. Måleoppstilling for måling av halvverdilaag.

Absorbent dose til brystkjertelvevet ble bestemt av uttrykket:

$$\bar{D}_c [\text{mGy}] = \{mAs_{1.0ND} [\text{mAs}] \cdot \text{dosehastighet}_{\text{luft}} [\text{mGy/mAs}]\}_{\text{KERMA}} \cdot CF [\text{mGy/mGy}]$$

der CF er overgangsfaktoren mellom KERMA fritt i luft og absorbent dose til brystkjertelvevet.

2.4 Vurdering av resultatene

Målingene ble vurdert i forhold til norske (8) eller nordiske anbefalinger (13) der slike finnes. Ellers ble de vurdert i forhold til europeiske (14) eller amerikanske retningslinjer (15). Det er brukt betegnelsen *godkjent* når et resultat tilfredsstillende en bestemt anbefaling, og *ikke godkjent* hvis anbefalingen ikke er tilfredsstillende.

3 RESULTATER

Den mammografiske virksomheten ved de 41 stedene varierte fra mindre enn 100 undersøkelser pr. år til 20.000 undersøkelser pr. år. Tabell 2 viser hvilke mammografer som var i bruk. Gjennomsnittlig alder var ca. 5 år. Tabell 3 viser hvilke film-folie-kombinasjoner som var i bruk.

<i>Fabrikat</i>	<i>Modell</i>	<i>Antall</i>
General Electric CGR	Senographe 500T	2
	Senographe 600T	9
	Senographe DMR	9
General Medical Merate	MSM	4
Philips	Mammo Diagnost UM	1
	Mammo Diagnost UC	1
Siemens	Mammomat B	2
	Mammomat 2	5
	Mammomat 300	1
Soredex	Mamex Ami	1
	Mamex DC	1
	Mamex DC Mag	6
	Mamex DC S	1
Xerox	116	2

Tabell 2. *Oversikt over hvilke mammografer som var i bruk.*

<i>Fabrikat</i>	<i>Folie</i>	<i>Film</i>	<i>Antall</i>
Agfa	MR Detail	MR 3-II	10
	MR Detail S	MR 5	4
	MR Detail S	MR 6	7
Agfa/Kodak	Min-R	MR 3-II	1
Du Pont	Quanta Detail	Micro Vision	1
Kodak	Min-R	Min-RE	7
	Min-R	Min-RH	15

Tabell 3. *Oversikt over hvilke film-folie-kombinasjoner som var i bruk.*

Ved 38 anlegg (84%) ble det brukt rasterteknikk, sammenlignet med 17 steder (43%) i perioden 1986-1992. Ved 10 anlegg (22%) ble det ikke tatt forstørrelsesbilder. 7 av disse rekvirerte ved behov pasientene til videre utredning. Ved 3 av stedene ble det ikke ansett som nødvendig å ta forstørrelsesbilder, og 2 av disse stedene totalutredet pasientene før behandling.

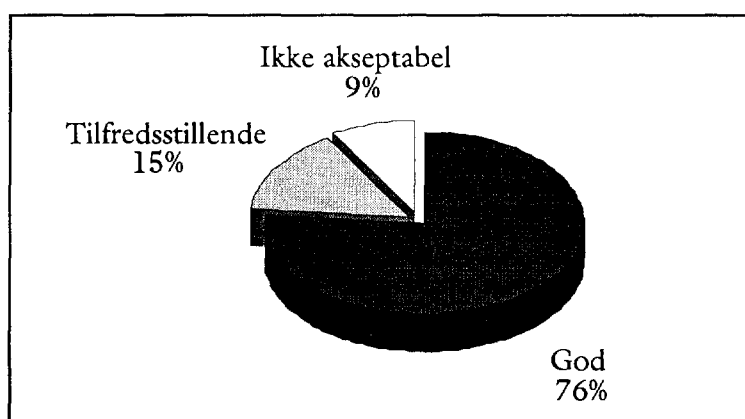
30 steder (67%) hadde et homogent perspeksfantom. 28 steder (62%) hadde sensitometer og densitometer og 23 steder (51%) hadde et bilde kvalitetsfantom, hovedsakelig NRT-fantomet. Anslagsvis en tredjedel av stedene gjorde en daglig kontroll av apparaturen. 17 steder (38%) hadde en serviceavtale der det inngikk en årlig eller kvartalsvis statuskontroll, som omfattet mammograf og/eller framkaller.

Enkelte av resultatene fra de tekniske målingene finnes i vedlegg VI-XI. Det enkelte sted er anonymisert og representert ved en kode.

3.1 Tekniske målinger

3.1.1 Kassettenes følsomhet og film-folie-kontakt

Film-folie-kontakten, som ikke ble kontrollert i prosjektet 1986-92, var i de fleste tilfeller god eller tilfredsstillende. Den vanligste årsaken til at film-folie-kontakten ble vurdert som tilfredsstillende, var små områder med dårlig kontakt pga. støv på folien. Totalt ble 282 kassetter (18 x 24 cm) kontrollert. 42 kassetter (15%) hadde tilfredsstillende film-folie-kontakt og 24 kassetter (9%) hadde ikke akseptabel film-folie-kontakt (figur 4).



Figur 4. Vurdering av film-folie-kontakten for alle 18x24 cm kassetter som var i bruk (n=282).

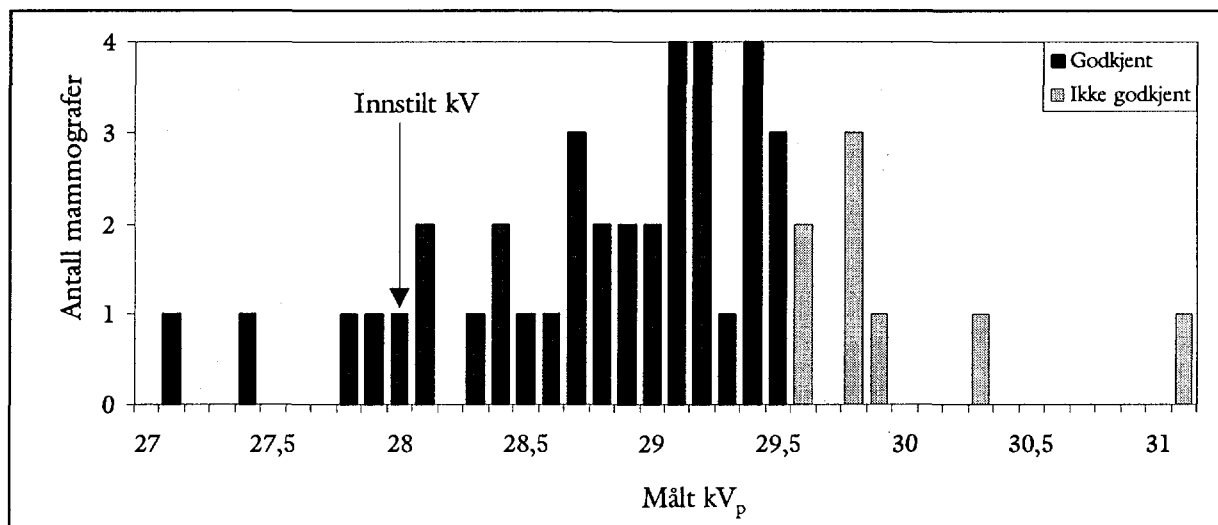
6 kassetter (2%) hadde følsomhet som avvek for mye sammenlignet med gjennomsnittsverdien for alle kassettenes på stedet (± 0.10 OD). 6 steder (14%) hadde også 24 x 30 cm kassetter. Følsomheten for 24 x 30 cm kassettenes var som oftest ulik følsomheten for 18 x 24 cm kassettenes, slik at det var nødvendig å endre svertningskorreksjonen ved bruk av 24 x 30 cm kassettenes.

På et av stedene var det kun 1 av 8 kassetter (18 x 24 cm) som hadde tilfredsstillende film-folie-kontakt. På dette stedet ble det tatt bilder av et linjetestraster som ble plassert: over et område med 1) tilfredsstillende film-folie-kontakt og 2) dårlig film-folie-kontakt. I området med tilfredsstillende film-folie-kontakt var oppløsningen 16.6 linjepar/mm, mens den i området med dårlig film-folie-kontakt kun var 10.0 linjepar/mm.

3.1.2 Rørspenning - kV_p

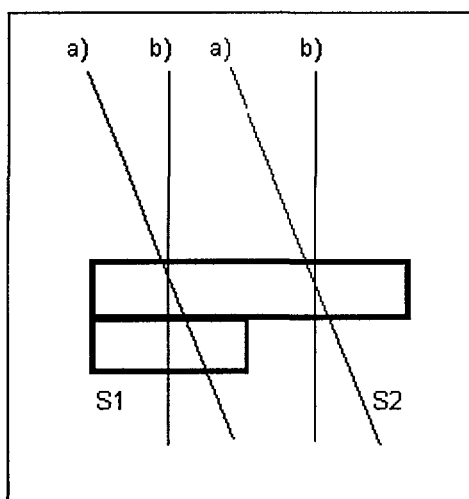
Normal anvendt rørspenning lå mellom 25 og 30 kV ved rasterteknikk og 25 til 27 kV uten raster, med 27 respektive 25 kV som medianverdier. Ved forstørrelsesteknikk varierte kV-verdien mellom 25 og 30 kV med 28 kV som medianverdi.

Ifølge norske anbefalinger skal forskjellen mellom innstilt (kV) og målt (kV_p) rørspenning ikke overstige 5%. Ved 28 kV utgjør dette ca. ± 1.5 kV. Figur 5 viser resultatene fra kV_p -målinger ved 28 kV og normalfokus. 8 av apparatene (18%) oppfylte ikke de norske anbefalingene. Ved kV_p -målinger, spesielt ved lite fokus, bør en være oppmerksom på en mulig feilkilde (diskutert nedenfor).



Figur 5. Målt kV_p ved innstilt 28 kV for normalfokus.

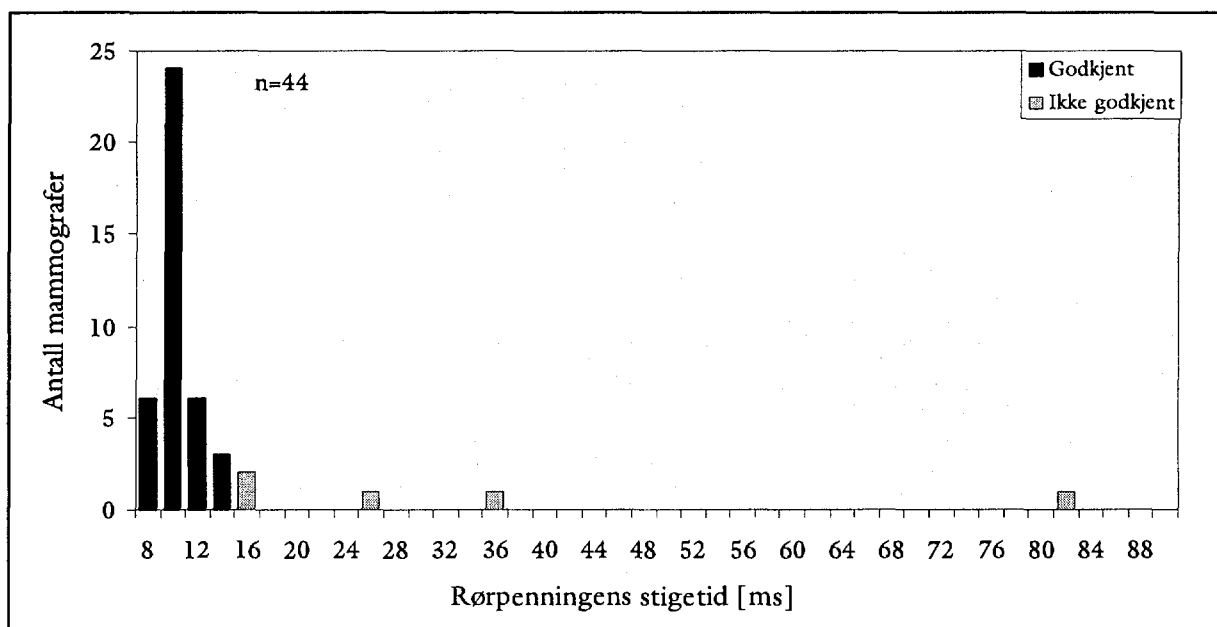
Ved kV_p -målinger med Digi-X benyttes en detektor med to filtre med forskjellig tykkelse (se figur under). Forholdet ($S1/S2$) mellom dosen bak de to filterne varierer med kV_p -verdien. Hvis detektoren ikke står vinkelrett på sentralstrålen, vil filtrenes effektive tykkelse øke. Dette gjør at $S1/S2$ -forholdet blir lavere, noe som resulterer i for høy målt kV_p . Pga. at strålingens intensitet er relativt liten ved bruk av lite fokus må detektoren plasseres nær fokus. Muligheten for feil måleverdier er dermed betydelig større ved målinger med lite fokus.



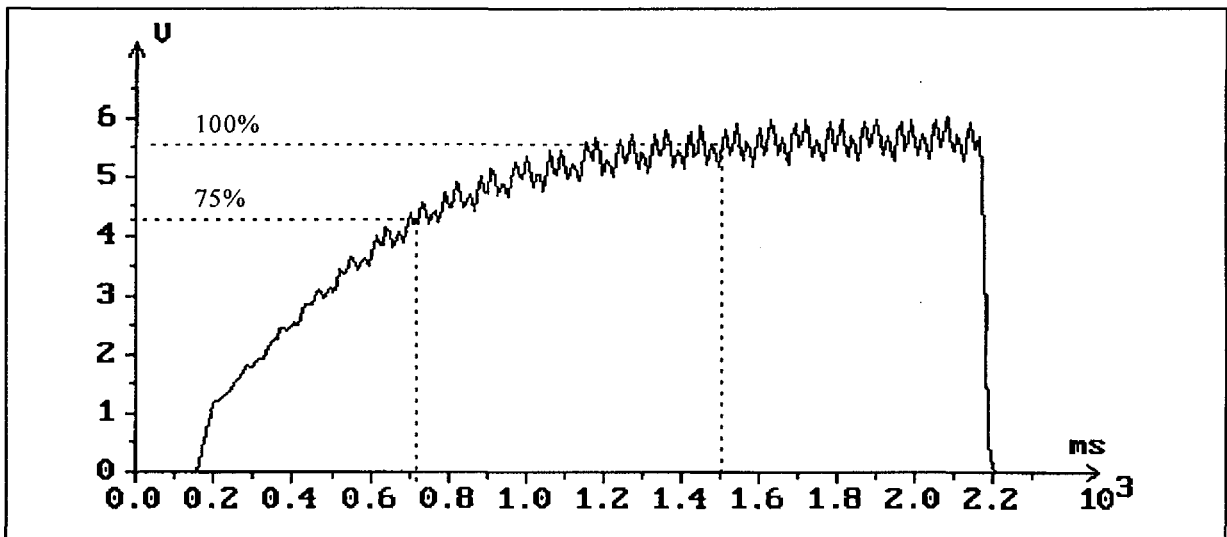
Prinsipper for måling av kV_p med Digi-X. Filtrenes effektive tykkelse øker når de treffes skjevt av sentralstrålen (a) sammenlignet med når de treffes vinkelrett av sentralstrålen (b).

3.1.3 Kurveformer

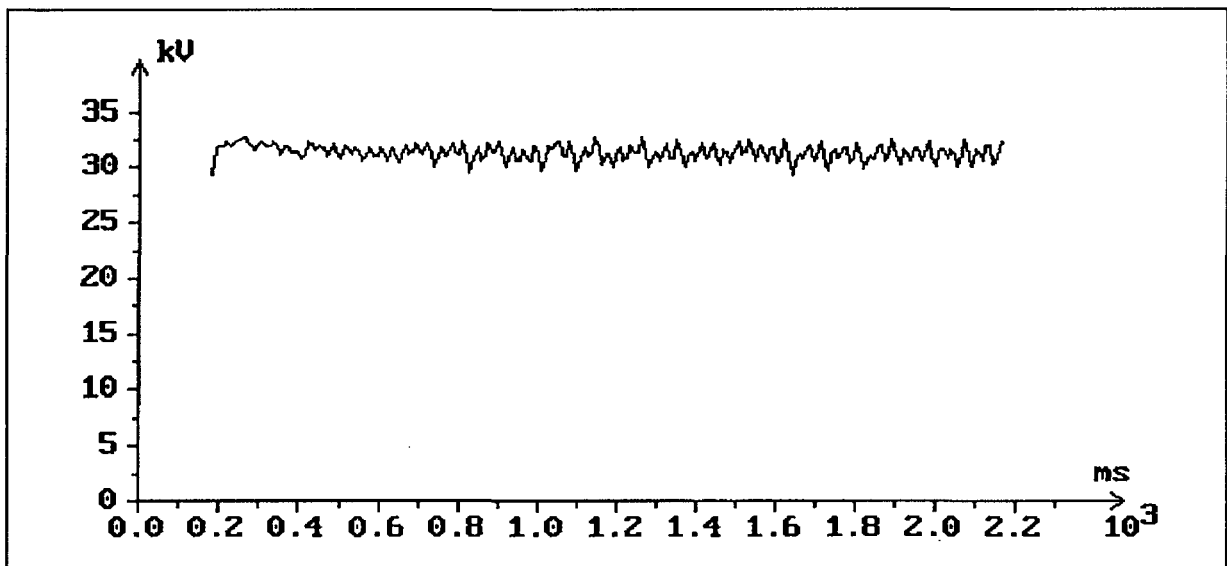
Det er viktig at kV_p og dosehastigheten når sitt maksimum raskest mulig. Ved lang stighetid er det spesielt vanskelig ved eksponering av tynne/fettrike bryst, da maksimal kV_p kun vil oppnås mot slutten av eksponeringen. I de amerikanske anbefalingene angir man at både eksponeringens stighetid og falltid skal være mindre enn 16 ms. Stighetiden er definert som den tid det tar for kV_p eller dosehastigheten å nå 75% av sin maksimale verdi. 5 apparater (11%) hadde en stighetid på 16 ms eller mer for rørspenningen (figur 6) ved normalfokus. Ved 2 av apparatene var det sannsynligvis en feil i generatoren. Det var 2 apparater som hadde en stighetid på mer enn 16 ms for dosehastigheten ved normalfokus. Korteste respektive lengste stighetid for dosehastigheten var 3 ms og 71 ms. Et eksempel på kurveformen for dosehastigheten ved lite fokus (sted CF) er vist i figur 7. Stighetiden var ca. 0.7 sekunder, mens full dosehastighet først ble oppnådd etter ca. 1.5 sekunder. Rørspenningen (figur 8) hadde en stighetid på ca. 20 ms. Eksponeringstiden ved forstørrelse var 3.13 sek. Mulig årsak kan være manglende forgløding av katoden.



Figur 6. Stighetiden for rørspenningens kurveform ved normalfokus for 44 mammografi-apparater. Rørspenningens stighetid er vurdert i forhold til amerikanske anbefalinger.



Figur 7. Dosehastighetens kurveform ved lite fokus for sted CF. Stigetiden var ca. 0.7 sekunder, mens full dosehastighet først ble oppnådd etter ca. 1.5 sekunder. Mulig årsak kan være manglende forgløding av katoden.

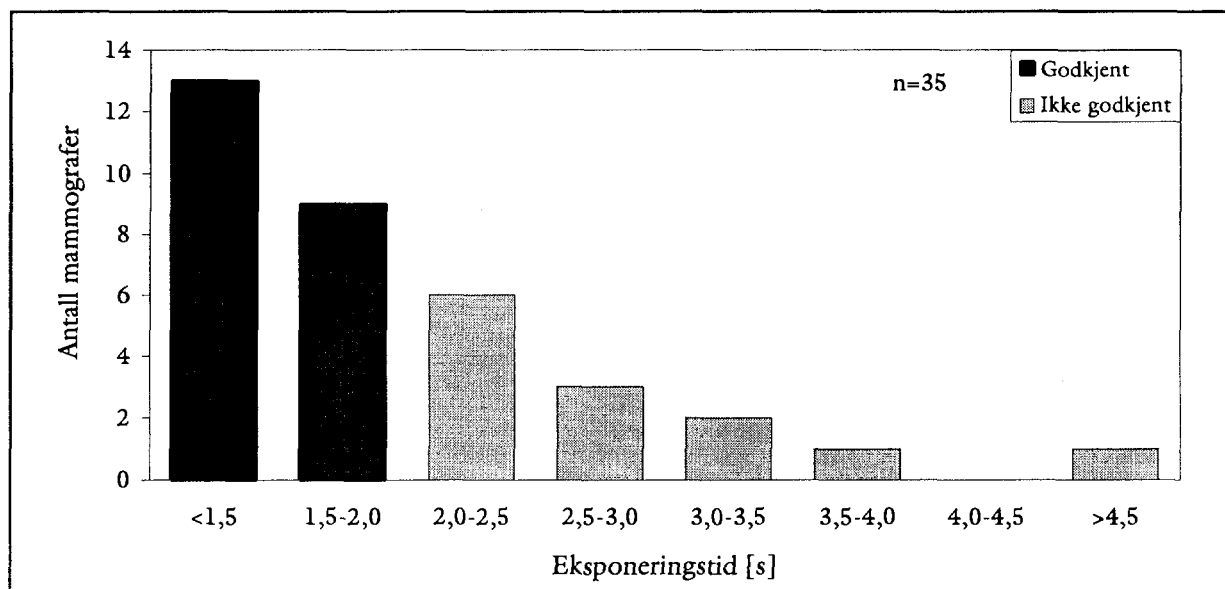


Figur 8. Rørspenningens kurveform ved lite fokus og 28 kV for CF ved samme eksponering som i figur 7. Stigetiden er ca. 20 ms.

3.1.4 Eksponeringstider

Eksponeringstiden ved eksponering av 4.5 cm perspeks slik at filmen fikk en netto filmsvertning på 1.0, ble bestemt ved anvendt teknikk og forstørrelsesteknikk. Ved eksponeringstider over 1 sekund øker stråledosen (10-20%) pga. resiprositetssvikten. Lange eksponeringstider kan også resultere i bevegelsesuskarpheiter, spesielt ved forstørrelsesteknikk. Bevegelsesuskarpheiter er ofte små og vanskelige å oppdage, men kan samtidig være store nok til å «viske ut» små strukturer/detaljer. I de norske anbefalingene sies det at eksponeringstiden ikke (vesentlig) bør overstige 1 sekund ved kontaktteknikk og 2 sekunder ved forstørrelsesteknikk. 8 av 45 anlegg (18%) hadde

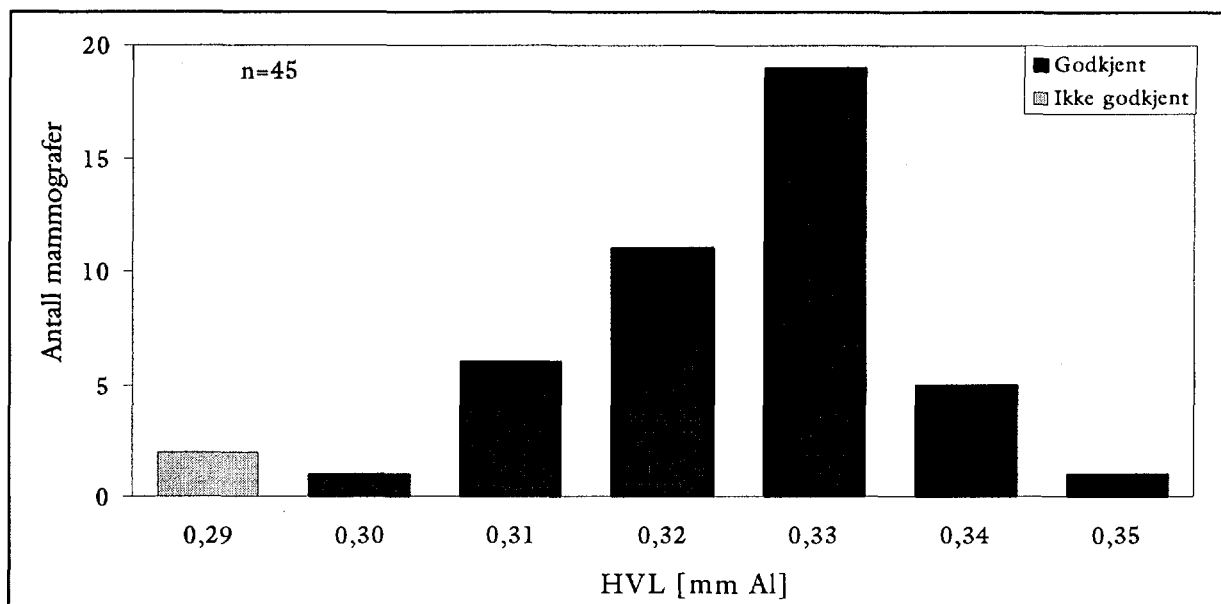
eksponeringstid mellom 1 og 2 sekunder, og 2 anlegg (4%) hadde eksponeringstid lengre enn 2 sekunder ved kontaktteknikk. Ved forstørrelsesteknikk hadde 6 av 35 anlegg (17%) en eksponeringstid mellom 2 og 2.5 sekunder, og 7 anlegg (20%) hadde en eksponeringstid lengre enn 2.5 sekunder (figur 9). Flere av disse 7 anleggene brukte en lavere kV-innstilling enn gjennomsnittet. I tillegg hadde noen av apparatene lav mA og lav dosehastighet ved lite fokus.



Figur 9. Eksponeringstiden ved forstørrelsesteknikk ved eksponering av 4.5 cm perspekt relatert til en netto filmsvertning på 1.0.

3.1.5 Strålekvalitet

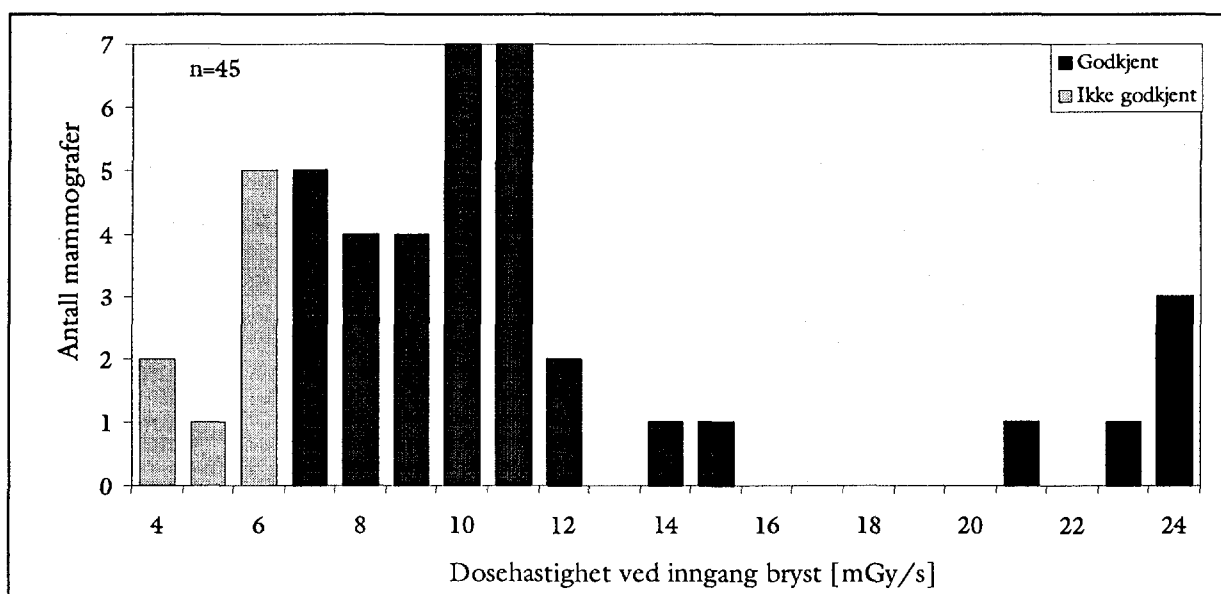
For å minimalisere huddosen til brystet er det viktig å fjerne mest mulig av den bløte strålingen, som ikke bidrar til bildedannelsen. Samtidig bør ikke strålingen filtreres for mye da dette medfører redusert kontrast og lengre eksponeringstider. Strålekvaliteten bestemmes ved å beregne halvverdilaget (HVL) i mm aluminium. De norske anbefalingene inneholder ingen krav til HVL, men de europeiske (CEC) anbefalingene sier at HVL skal være minst 0.30 mm Al ved 28 kV, målt med kompresjonsplate i strålefeltet. HVL målingene i prosjektet er gjort med målt 28 kV_p, men uten kompresjonsplate i strålefeltet. En kompresjonsplate vil, avhengig av tykkelse og tetthet, øke HVL pga. "beam hardening". Barnes (16) estimerer effekten til ca. 0.03 mm Al ved 28 kV. Dette samsvarer med resultatene i NHS BSP Publication no. 24 (17). Resultatene i figur 10 er for målt 28 kV_p, og 0.03 har blitt lagt til den målte HVL-verdien for sammenligning med de europeiske anbefalingene.



Figur 10. HVL for målt 28 kV_p. 0,03 har blitt lagt til HVL-verdien for sammenligning med de europeiske anbefalingene. 2 apparater har lavere HVL enn de europeiske anbefalingene.

3.1.6 Dosehastighet

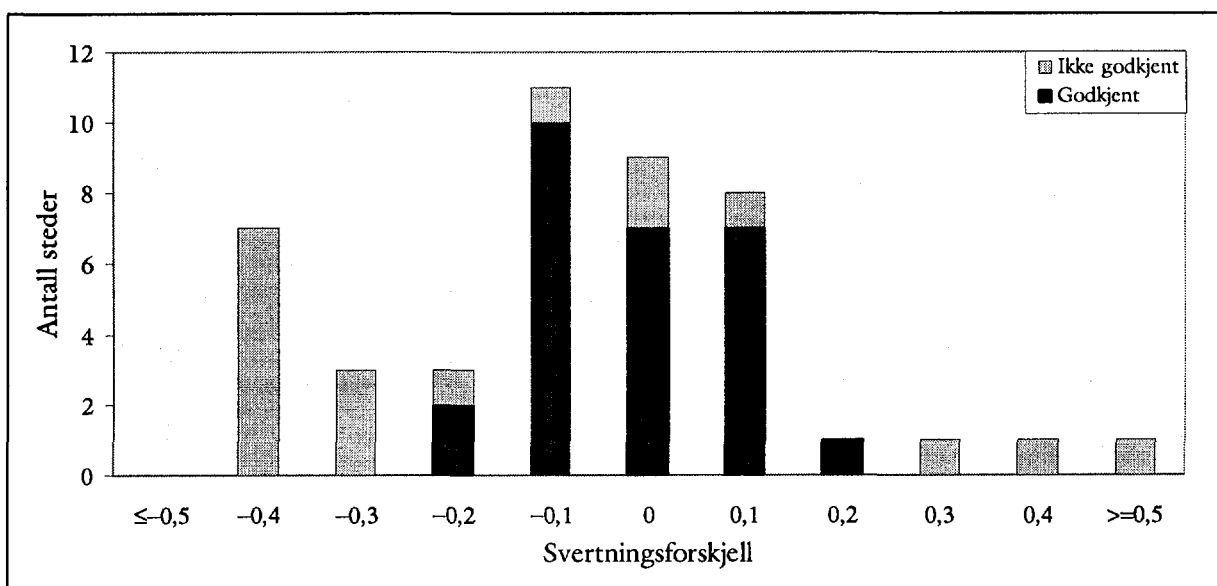
Det finnes ingen norske krav eller anbefalinger for dosehastighet. Dosehastigheten er derfor sammenlignet med de amerikanske anbefalingene, som oppgir 7 mGy/s ved inngang bryst ved 28 kV og normalfokus som en minimumsverdi. Figur 11 viser dosehastigheten i mGy pr. sekund. 8 apparater (18%) oppfylte ikke de amerikanske anbefalingene. Middelerdien var 10.7 mGy/s med 4.1 og 24.8 som minimum respektive maksimumsverdi. Verdiene gjelder for eksponeringstider mellom 0.5 og 1 sekund. Ved lengre eksponeringstider ble det funnet at dosehastigheten minsket for de fleste apparater.



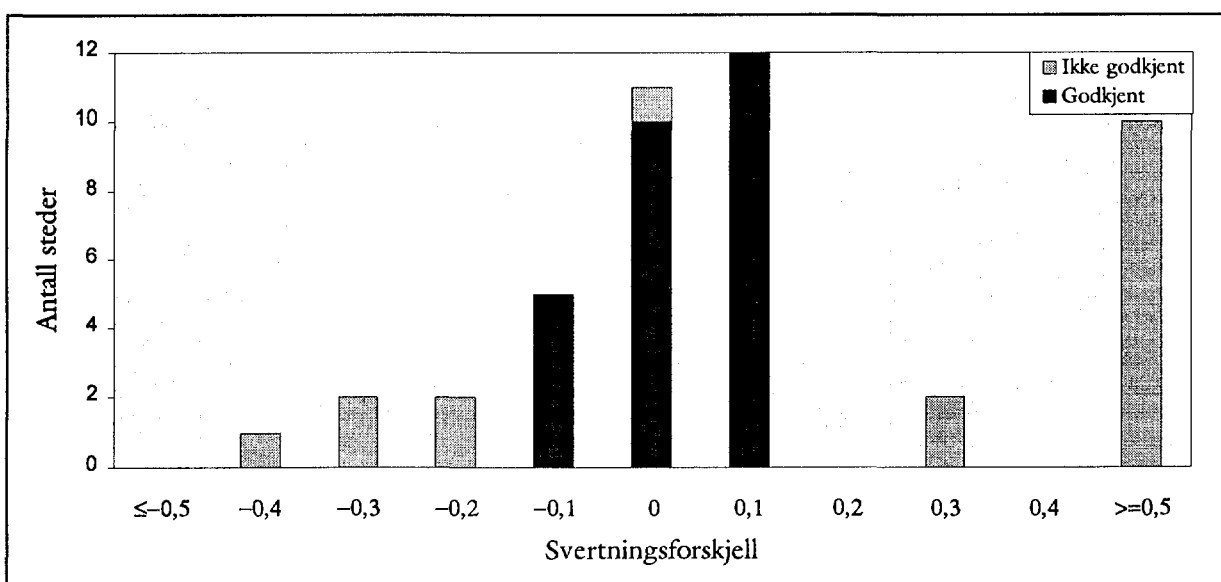
Figur 11. Dosehastigheten fritt i luft ved inngang bryst for målt 28 kV_p og normalfokus.

3.1.7 Automatisk eksponeringskontroll - AEC

Funksjonen til AEC-systemets tykkelseskompensasjon varierte for de ulike apparatene. 18 av mammografene (40%) oppfylte de norske anbefalingene (filmsvertningen ved eksponering av perspektystykkelser mellom 2 cm og 6 cm skal ligge innenfor ± 0.2). Som forventet tilfredsstilte få av de eldre apparatene kravene. Største svertningsforskjell som ble funnet mellom bilder tatt av 2 cm og 4.5 cm perspeks var 1.52, tilsvarende verdi var 0.47 mellom bilder tatt av 6 cm og 4.5 cm perspeks. Maksimal svertningsforskjell mellom bilder tatt av 2 cm og 6 cm perspeks var 1.93. Apparater med dårlig AEC gir vanligvis for lyse bilder ved tykke/tette bryst (figur 12) og for mørke bilder ved tynne/fettrike bryst (figur 13).

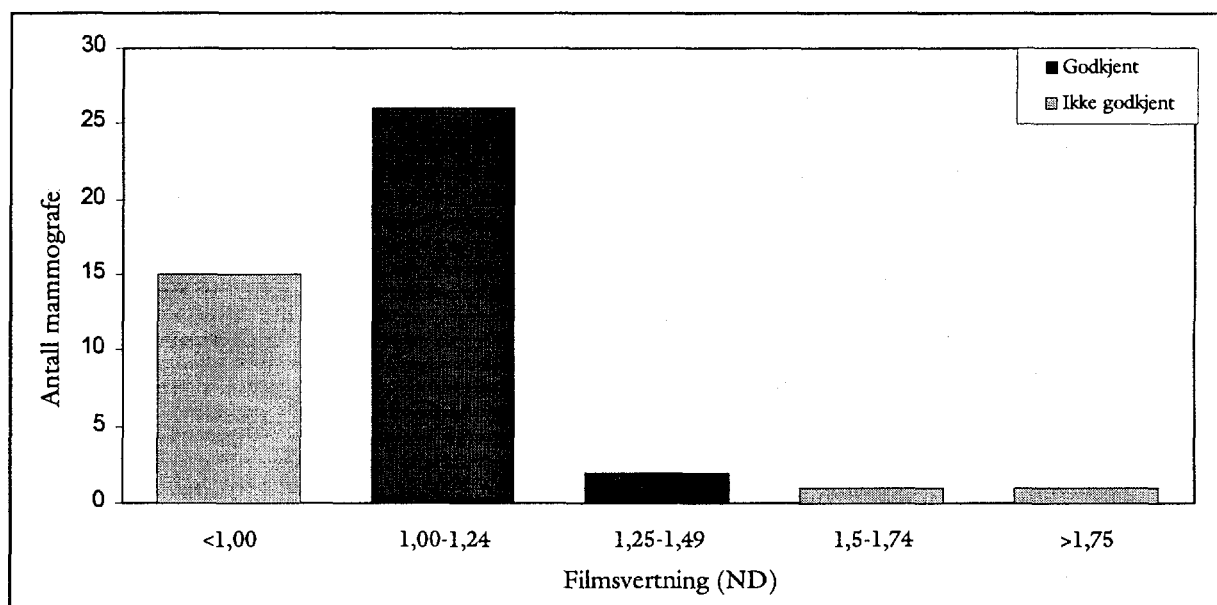


Figur 12. Svertningsforskjell ved eksponering av 6 cm respektive 4.5 cm perspeks ved bruk av AEC.



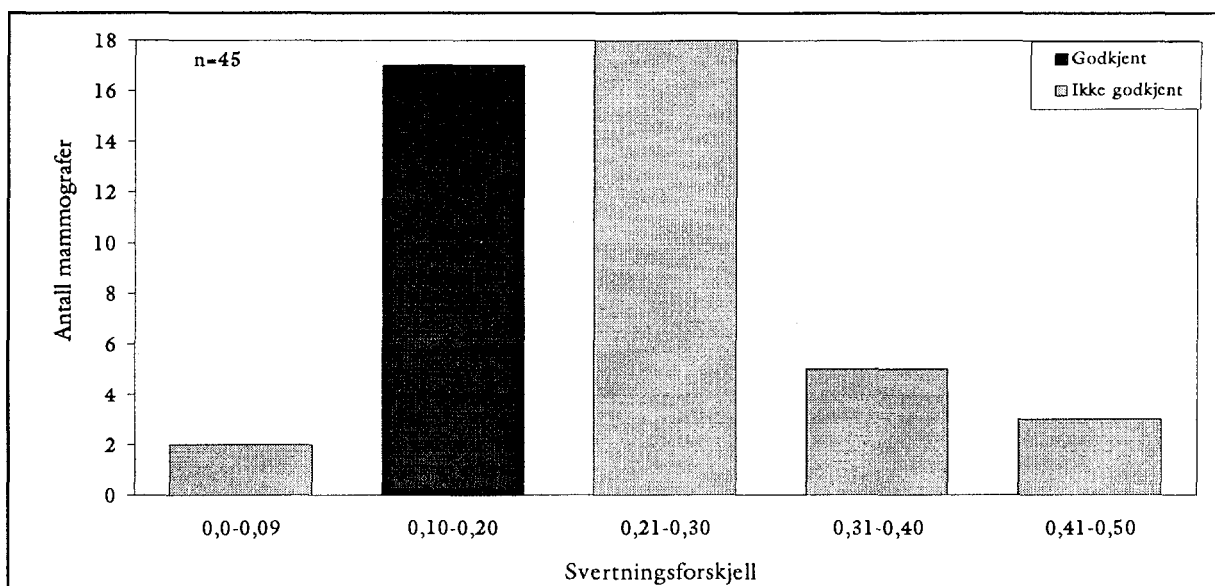
Figur 13. Svertningsforskjell ved eksponering av 2 cm respektive 4.5 cm perspeks ved bruk av AEC.

Svertningen for det normale (anvendte) svertningstrinnet ble kontrollert. For 28 apparater (62%) lå svertningen innenfor det anbefalte området (1.0-1.5 ND) (figur 14). 15 anlegg (33%) hadde lavere netto filmsvertning i bildene enn anbefalt. Dette resulterer i dårligere kontrast, spesielt i kjertelrike områder. Young med medarbeidere (18) har påvist en korrelasjon mellom lav filmsvertning og lavere deteksjonsrate av små cancere (diameter på tumor ≤ 10 mm) i det britiske mammografiscreeningprogrammet. 2 anlegg (5%) hadde betydelig høyere netto filmsvertning i bildene enn de øvrige. Dette medfører ikke nødvendigvis tap av informasjon, men resulterer i en unødig høy stråledose til pasienten. En netto filmsvertning på 1.93 (sted CF) gir en absorbert dose som er ca. 70% høyere, sammenlignet med en netto filmsvertning på 1.05. Høy svertning gir dessuten lange eksponeringstider, noe som kan gi en ytterligere økning i dosen pga. resiprositetssvikten. Lange eksponeringstider kan også resultere i bevegelsesuskarpheter.



Figur 14. Netto filmsvertning for det normale (anvendte) svertningstrinnet (for 4.5 cm perspekt). 28 anlegg (62%) hadde en netto filmsvertning innenfor det anbefalte området 1.0-1.5.

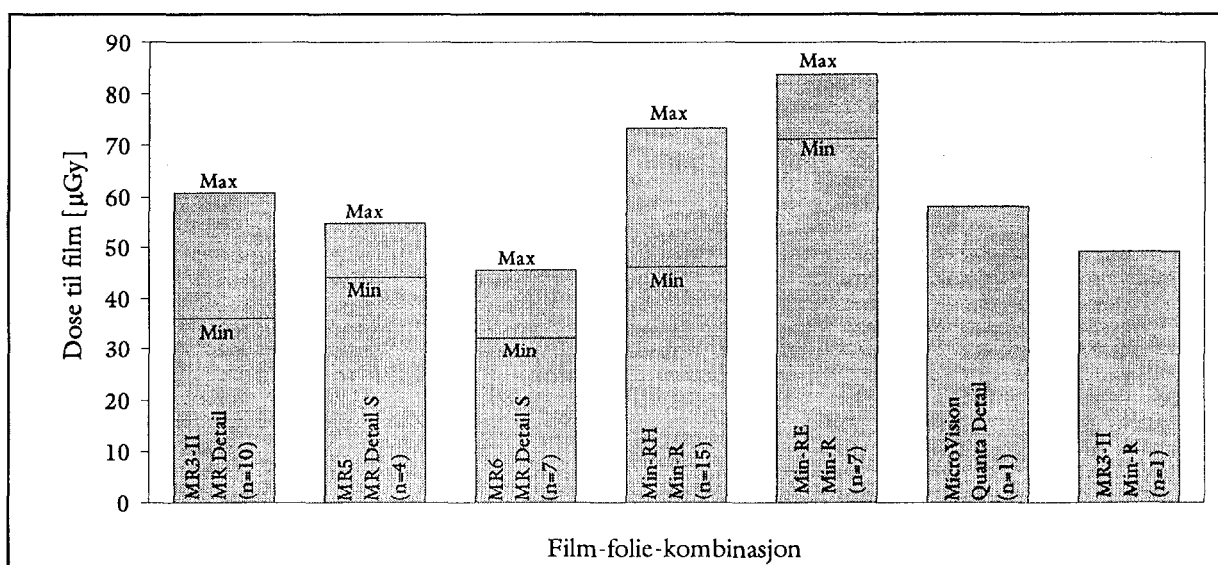
Gjennomsnittlig svertningsforskjell mellom 2 inntilliggende trinn ble beregnet (figur 15). Et av apparatene (sted CF) hadde kun tre korreksjonstrinn og dette stedet hadde en netto filmsvertning på 1.93 ved laveste korreksjonstrinn. Det anbefales at det skal være minst fire trinn på hver side av normalinnstillingen og at svertningsforskjellen mellom to inntilliggende trinn skal være mellom 0.1 og 0.2. Kun 17 steder (38%) tilfredstilte disse anbefalingene.



Figur 15. Gjennomsnittlig svertningsforskjell mellom to inntilliggende svertningstrinn. Kun 17 apparater (38%) oppfylte anbefalingene om at svertningsforskjellen skal være mellom 0.1 og 0.2.

3.1.8 Dose til registrerende system

Ifølge nordiske anbefalinger bør dosen til registrerende system (filmdosen) ikke overstige 70 μGy (KERMA fritt i luft målt i filmplanet). Dette gjelder ved eksponering av 4.5 cm perspeks ved 25 kV og en netto filmsvertning på 1.0. Målingene i prosjektet ble foretatt ved den kV som var nærmest 28 kV_p (målt). Gjennomsnittlig filmdose for stedene som benyttet Agfa's MR3-II var 47 μGy . Tilsvarende verdier var 49 μGy for Agfa's MR5, 40 μGy for Agfa's MR6, 60 μGy for Kodak's Min-RH, 76 μGy for Kodak's Min-RE og 58 μGy for Du Pont's Micro Vision. Sted CG som brukte Agfa's MR3-II og Kodak's Min-R folier hadde en filmdose på 49 μGy . Figur 16 viser største og minste filmdose for de enkelte film-folie-kombinasjonene.

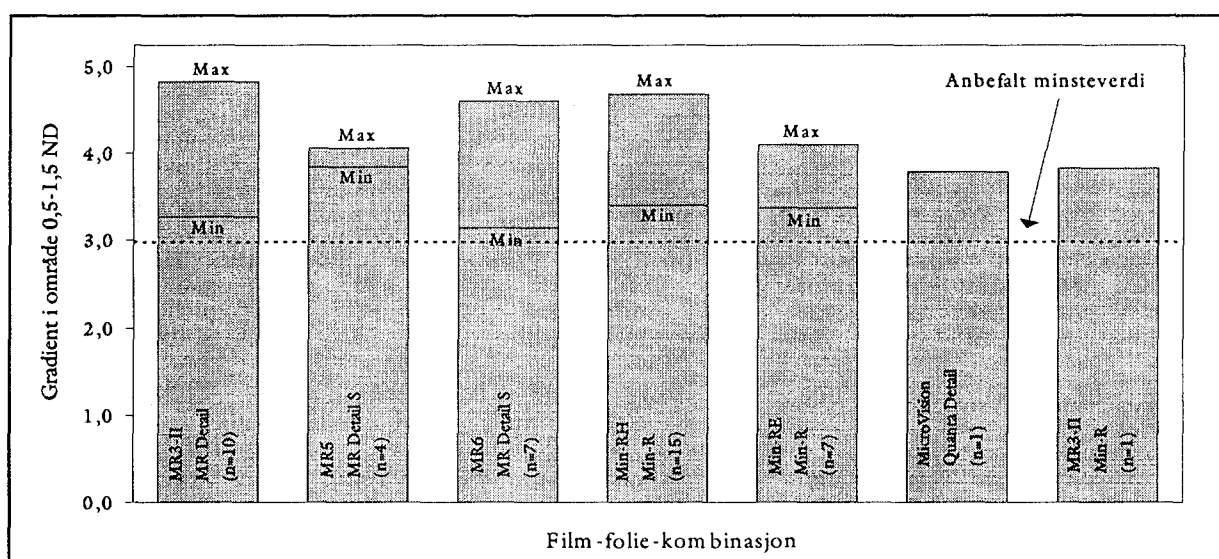


Figur 16. Største og minste filmdose for de enkelte film-folie-kombinasjonene.

3.2 Framkalling

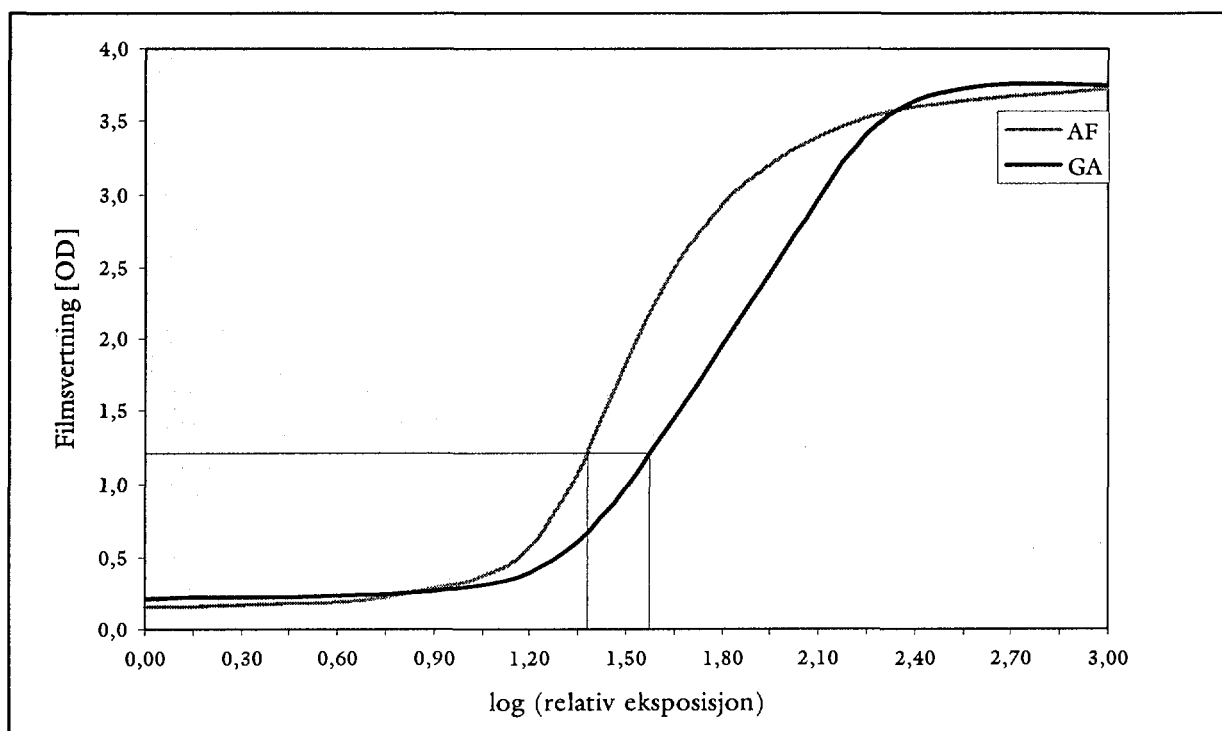
5 steder (11%) brukte framkallingsmaskin/kjemi som ikke var levert av filmprodusenten. Ved 11 steder (25%) ble det framkalt andre typer film sammen med mammografibildene (vanligvis ultralydfilm). Antall filmer framkalt pr. dag varierte fra mindre enn 15 til over 150. For en og samme filmtype varierte framkallingstemperaturen mellom 32 og 35.6 °C og gjennomløpstiden mellom 120 og 270 sekunder.

Ifølge nordiske anbefalinger bør gradienten i området 0.5-1.5 ND være over 3.0. Figur 17 viser største og minste gradient i dette området for de enkelte film-folie-kombinasjonene, og samtlige steder oppfylte de nordiske anbefalingene. Hver søyle viser største verdi som ble funnet for de enkelte kombinasjonene. Minste verdi er gitt av den nedre delen.



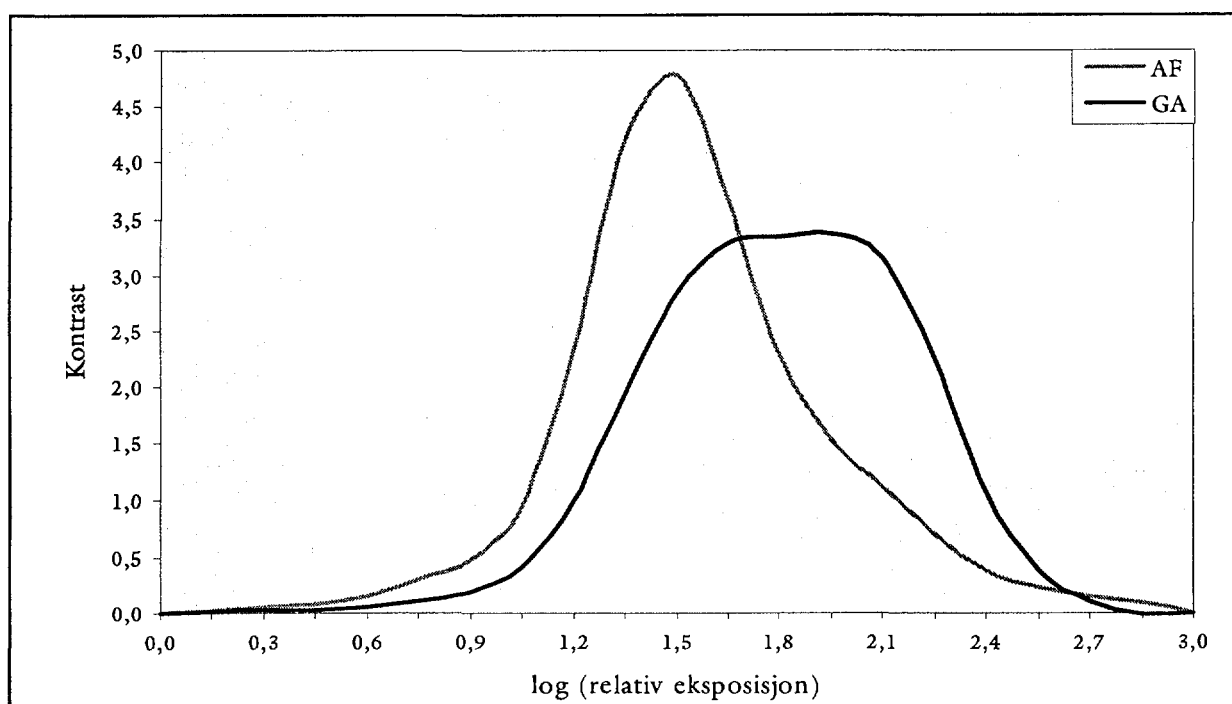
Figur 17. Største og minste verdi for gradienten i området 0.5-1.5 ND for de enkelte film-folie-kombinasjonene.

Figur 18 viser sensitivitetkurvene for sted AF og GA, som hadde høyeste respektive laveste kontrast i den rette delen av kurven. Av figuren kan man se at det er stor forskjell i både kontrast og følsomhet for de to stedene. Kurven for sted GA ligger langt til høyre for sted AF's kurve, og dette betyr at stråledosene er langt høyere for sted GA, ca. 50% for netto filmsvertning 1.0, enn for sted AF.



Figur 18. Sensitometrikurvene for sted AF og GA.

Figur 19 viser de tilhørende kontrastkurvene (kontrast for hvert punkt på den karakteristiske kurven). Sted AF har en svært høy maksimalkontrast, og denne oppnås kun for en bestemt filmsvertning (lite eksponeringsspillerom). Til sammenligning har sted GA moderat kontrast, men denne oppnås til gjengjeld over et stort område i filmsvertning (stort eksponeringsspillerom). Selv med en god eksponeringsautomatikk vil sted AF oppleve at kontrasten kan variere fra bilde til bilde og for ulike deler av bildet. Sted GA vil med en brukbar eksponeringsautomatikk få bilder med ensartet kontrast.



Figur 19. Kontrast i forhold til relativ eksposisjon (eksponering) for sted AF og GA.

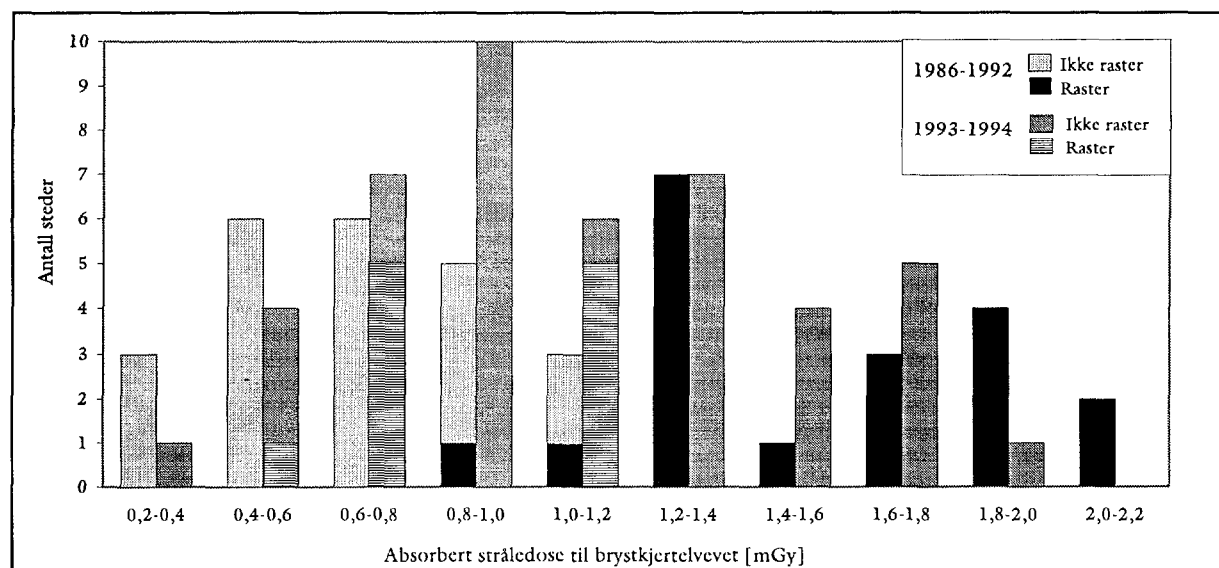
Noen av stedene hadde ustabil framkalling. Sannsynlige årsaker var manglende renhold/service, suboptimal innstilling og for liten og/eller varierende antall filmer framkalt pr. dag. Tabell 4 viser hvordan framkallingsparametrene ved et sted (EA) forandret seg i løpet av en dag. Kontrasten varierte med mer enn 30% og følsomheten med 20% i løpet av noen få timer.

Klokkeslett	Grunnslør	Gradient i område			logE v/ 1.0ND
		0.25-0.5ND	0.5-1.5ND	0.25-2.0ND	
11:20	0,26	1,25	2,63	2,24	1,50
13:00	0,25	1,38	3,03	2,61	1,46
14:20	0,25	1,38	3,22	2,69	1,46
15:25	0,25	1,47	3,22	2,77	1,46
16:00	0,25	1,47	3,57	3,07	1,44
17:00	0,25	1,47	4,00	3,36	1,41

Tabell 4. Variasjoner i framkallingsparametrene i løpet av en dag for sted EA.

3.3 Absorbent stråledose til brystkjertelvevet

Nordiske anbefalinger angir at et optimalisert system skal gi en absorbert stråledose til brystkjertelvevet på under 0.6 mGy uten raster og under 1.5 mGy med raster ved netto filmsvertning 1.0 for et gjennomsnittsbryst. Pga. varierende teknikk og forutsetninger tolereres det en viss spredning av doseverdiene. Det anses som ikke tilfredsstillende hvis stråledosen overskrider 0.8 mGy uten raster eller 2.0 mGy med raster. 11 apparater (24%) overskred den anbefalte dosegrensen, og et av disse overskred grensen på 2.0 mGy. Midlere absorbert stråledose til brystkjertelvevet var 0.6 mGy uten raster og 1.3 mGy med raster ved anvendt teknikk (figur 20). Samlet gjennomsnitt for anvendt teknikk var 1.2 mGy. I undersøkelsen 1986-1992 var midlere dose 0.7 mGy uten raster og 1.4 mGy med raster. Samlet gjennomsnitt var da 1.1 mGy.



Figur 20. Absorbent stråledose til brystkjertelvevet fordelt på raster- og ikke rasterteknikk, ammenlignet med resultatene fra undersøkelsen 1986-1992 (n=45, 1993-1994; n=40, 1986-1992).

Stråledosene ligger på samme nivå som i den forrige undersøkelsen selv om det er betydelig flere steder som bruker rasterteknikk nå (84% mot 43% i 1986-1992). Stråledosene ved forstørrelsesteknikk lå i området 1.6-6.0 mGy, med 2.9 mGy i gjennomsnitt (n=35).

Ettersom stråledosene er relatert til 1.0 ND tas det ikke hensyn til om et sted vanligvis har mørke eller lyse bilder. I undersøkelsen forekom det steder med så høy "anvendt" svertning i bildene at den reelle stråledosen lå opptil 70% høyere enn angitt i appendiks VI.

3.4 Betraktningforhold

Det var store variasjoner i betraktningforholdene, spesielt intensiteten fra lyskassene varierte betydelig. Gjennomsnittlig lysintensitet for alle lyskassene var 7700 lux, med 2500 og 17000 lux som minste respektive høyeste verdi. Lyskassenes fargetemperatur ble kun vurdert visuelt. Den varierte fra gult til blåhvitt lys.

4 DISKUSJON

Generelt

Antallet mammografiundersøkelser har økt betydelig det siste tiåret. Dette beror dels på en økt aksept for metoden og en økning av antallet apparater og steder som utfører mammografi. Noen steder utfører svært få (noen hundre) undersøkelser pr. år. Ved disse stedene er det grunn til å spørre seg om det er tilstrekkelig undersøkelsesvolum for å bygge opp og opprettholde kompetansen ved blant annet bildetaking, kvalitetskontroll, utredning og tyding. Lite undersøkelsesvolum medfører også problemer med stabiliteten til framkallingsmaskinen.

Ved 10 anlegg ble det ikke tatt supplerende bilder med forstørrelsesteknikk. De fleste av disse stedene rekvirerte pasientene til videre utredning på andre steder ved behov. To steder anså det som unødvendig å ta forstørrelsesbilder. Disse stedene totalutredet pasientene før behandling. Dette er et punkt som sannsynligvis trenger en videre avklaring i det radiologiske miljøet.

I rapporten er de enkelte resultater vurdert i forhold til ulike anbefalinger. Ingen av disse representerer noen absolutte krav, men kan betraktes som rimelige verdier basert på praktisk erfaring. Flere av avvikene fra disse anbefalingene representerer ikke alene noe større problem, men når man ser at steder har avvik for mange av parametrene, får det etterhvert betydning for den kliniske bruken av apparaturen (appendix XII). I tillegg må enkelte avvik tillegges større vekt.

Feil og avvik kan deles inn i forhold som har med 1) *utstyrets funksjon og ytelse* å gjøre, og 2) *bruken av utstyret* å gjøre. De fleste feil og avvik som har med utstyrets funksjon og ytelse å gjøre, beror hovedsakelig på apparaturen (alder), men er også et optimaliseringsproblem. Dette gjelder f.eks. innstillingen av framkallermaskinene, der det ble funnet store variasjoner for samme type film. Svertningstrinnene og AEC kan også justeres bedre i enkelte tilfeller. Kort fokus-film-avstand, lav dosehastighet og umoderne AEC er vanskelig å gjøre noe med. Disse apparatene tilfredsstiller ikke dagens krav og burde derfor vært byttet ut.

Med hensyn til bruken av utstyret kan det skilles mellom 1) manglende eller dårlig kvalitetskontroll, og 2) eksponeringsteknikk. De fleste av disse feilene/avvikene som ble funnet (kassetter, film-folie-kontakt, innstilt svertning, eksponeringstider m.m.) burde vært avdekket med enkle og billige kvalitetskontrollrutiner. Rutinemessig kvalitetskontroll kunne dermed bidratt til en bedre og mer stabil bilde kvalitet, med sikrere diagnostikk og færre omtak. Dette ville resultert i bedre forståelse og kunnskap om utstyret. Undersøkelsen viste at kun halvparten av stedene som hadde det nødvendige basisutstyr for kvalitetskontroll brukte det regelmessig. Dette viser lav prioritering og forståelse for betydningen av systematisk kvalitetskontroll.

Apparatur

Det har vært en betydelig utskifting av utstyrsparken, blant annet fordi Strålevernet kondemnerte eller anbefalte utskifting av ca. 10 mammografer i perioden 1986-92. En mer moderne apparatur har gjort at andelen anlegg som bruker rasterteknikk er doblet de siste årene.

Det var 8 apparater der målt kV_p avvek med mer enn 1,5 kV fra innstilt verdi, og alle disse hadde en høyere kV_p enn nominell. Dette vil som oftest ha relativt liten betydning for bildekvaliteten (mindre kontrast).

Dosehastigheten varierte betydelig for de ulike apparatene. Det ble ikke funnet korrelasjon mellom alder på apparatur og dosehastighet. For noen av de eldste apparatene var dosehastigheten lav, men det ble også funnet apparater av nyere dato som ikke hadde blitt godkjent i henhold til amerikanske anbefalinger om dosehastighet.

Formålet med AEC er å gi samme svertning til filmen uansett anvendt teknikk, objekttykkelse og brystkomposisjon. 40% av apparatene oppfylte de norske anbefalingene. En dårlig AEC medfører at radiografen må bruke svertningskorreksjonen for å kompensere svertningen ved forskjellige tykkelser/tettheter. De fleste apparater med dårlig AEC har imidlertid også for stor svertningsforskjell mellom svertningstrinnene.

14 steder (30%) hadde lavere svertning enn anbefalt ved anvendt teknikk. Ved lav filmsvertning blir brystets kjertelrike områder eksponert i filmens tå-område der kontrasten er lavere. Dette gir dårlig utnyttelse av filmens dynamiske område og kan medføre tap av diagnostisk informasjon samt føre flere omtak. Dette gjelder fremfor alt ved deteksjon av små lesjoner.

Eksposeringstider

10 anlegg hadde eksponeringstider lengre enn 1 sekund for et gjennomsnittsbryst ved kontaktteknikk. Dette vil i de fleste tilfeller kun føre til en liten økning (10-20 %) i stråledose til pasienten pga. av resiprositetssvikten. Ved forstørrelsesteknikk er det viktig at ikke eksponeringstidene blir for lange, da uskarpheten som følge av en bevegelse også vil bli «forstørret». Høyere forstørrelsesfaktor stiller krav til kortere eksponeringstid. Ved forstørrelsesteknikk hadde mer enn hvert tredje anlegg eksponeringstider som var lengre enn 2 sekunder. kV-verdien bør velges på grunnlag av brystets tykkelse/tetthet. Dvs. lav kV ved tynne og fettrike bryst og høyere kV ved tykke/tette bryst.

Framkalling

Antallet filmer som ble framkalt pr. dag på hvert sted, varierte fra mindre enn 15 til over 150 pr. dag. Få filmer gjennom framkalleren er et generelt problem ved klinisk mamмоgrafi. Ved en filmgjennomgang på mindre enn 50 filmer pr. dag vil en ofte få problemer i form av ustabilitet og varierende kontrast og følsomhet i løpet av en dag, og fra dag til

dag. Dette ble godt illustrert ved sted EA, der det var nødvendig å endre svertningskorreksjonen i løpet av dagen. Iblant kompenseres dette ved å øke fornyingen av kjemi, men dette vil da gi både økonomiske og miljømessige konsekvenser. Fornyingen av kjemi ble ikke kontrollert i prosjektet.

Framkallingsparametrene (temperatur og gjennomløpsti) varierte mellom 32 og 35.6° C og 120 og 270 sekunder for en og samme filmtipe. Dette avspeiles i dosen til det registrerende system (filmdosen) og filmkontrasten, som varierte betydelig for en og samme film-folie-kombinasjon.

I de norske og de nordiske anbefalingene er det gitt anbefalte minsteverdier for filmkontrasten (som gjennomsnittsgradienten mellom ulike svertninger). I dette prosjektet ble disse verdier bestemt som et gjennomsnitt av 3 filmer, og det var få steder som ikke tilfredstilte disse anbefalingene. Det ville blitt noen flere hvis hver enkelt film ble lagt til grunn. Siden disse anbefalingene ble laget, har det kommet nye filmer med stadig høyere kontrast. Dette stiller samtidig høyere krav til AEC'en, for å få bilder med ensartet svertning og kontrast. Når det gjelder krav til AEC, er også disse i ferd med å strammes inn.

Artefakter var et problem på enkelte steder. Disse skyldes iblant dårlig renhold av framkallingsmaskinen og andre ganger renhold av kassetter og folier.

Kassetter og folier

Følsomheten for kassetene viste seg å være jevn på de fleste stedene. Forskjellig svertning for kassetene på et sted kan bero på at de enkelte kassetene ikke brukes like mye eller at det er skiftet folier i noen av dem. Det ble kun funnet 6 kassetter med følsomhet som avvek for mye sammenlignet med gjennomsnittet for alle kassetene på stedet.

Film-folie-kontakten viste seg å være en viktig parameter å kontrollere. Nesten hver tiende kassett hadde en ikke akseptabel film-folie-kontakt. Dette er forhold som vil kunne innvirke på den diagnostiske sikkerheten eller medføre flere omtak. Av kassetene som ble vurdert som ikke akseptable, var det ca. 30% der en kan mistenke dårlig konstruksjon. Alle disse var levert av samme firma. For de øvrige kassetene var den dominerende årsaken sannsynligvis slitasje.

Verdien av å ha tilgang til 24 x 30 cm kassetter ble understreket på alle (6 steder) som hadde disse. Videre ble det konstatert at det er viktig å merke kassetter og folier slik at de kan tilbakespores fra bildene.

Absorbent dose til brystkjertelvevet

Midlere absorbent dose til brystkjertelvevet var 0.6 mGy uten raster og 1.3 mGy med raster ved anvendt teknikk. Stråledosene er på samme nivå som tidligere, selv om andelen steder som bruker rasterteknikk har økt betraktelig.

Betraktningsforhold

Betraktningsforholdene varierte betydelig med tanke på lysintensitet, fargetemperatur og plassering av lyskasser i forhold til andre lyskilder og vinduer. Ved lav lysintensitet fra lyskassen vil lyskassens lys ikke transmitteres godt nok gjennom mammografibildene. Dette vil av observatøren oppfattes som dårlig kontrast. På den andre siden vil en ved meget høy lysintensitet oppfatte bildene som lyse, hvilket medfører at en vil øke svertningen i bildene med høyere dose som følge.

Lyskassenes fargetemperatur, som ble vurdert visuelt, varierte fra varmt gult til blåhvitt lys. Det er vanlig å bruke lyskasser med et blåhvitt lys i stedet for et mer gulaktig lys, som antas å dempe kontrasten i bildene. Problemer med lys fra udekkede deler av lyskassen bør elimineres ved maskering rundt bildene eller ved å bruke Matsson-kikkert eller liknende.

Prosjekterfaringer

Bruk av PC for styring av instrumenter, lagring og systematisering av måledata, samt tilbakerapportering til stedene har vært en viktig erfaring. Dette kan bl.a. gjøre det lettere å standardisere målinger ved forskjellige mammografiscreeningsentre. Erfaringene vil også kunne komme til nytte ved tilsyn i generell røntgendiagnostikk. I den videre tilsynsvirksomheten innenfor mammografi kan det være en fordel at i tillegg til å gjøre målinger/beregninger ved standardiserte teknikker/innstillinger (f.eks. absorbert dose til brystkjertelvevet standardisert til 1.0 ND), gjøre de samme målingene/beregningene for de kliniske parametrene som brukes på stedet (f.eks. angi absorbert dose ved reell svertning). Videre viste det seg at film-folie-kontakten er viktig å kontrollere.

De norske og nordiske anbefalingene angir at rørstrømmen bør være minst 80 mA ved bruk av rasterteknikk. Det sies også at eksponeringstiden ikke bør overstige 1 sekund for et middels stort bryst ved normalteknikk. På grunnlag av erfaringer fra dette prosjektet bør det i stedet stilles krav til dosehastighet ved inngang bryst (mGy/s) for en gitt kV. Dette fordi det er andre forhold enn bare rørstrømmen som påvirker dosehastigheten, og at dosehastigheten varierer betydelig mellom forskjellige rørspenninger.

Den normale filmsvertningen varierte mellom de ulike stedene, og mange steder hadde lavere svertning enn anbefalt. Det er også blitt mer vanlig med noe høyere svertning enn angitt i de norske anbefalingene, fremfor alt i mammografiscreening. Dette fordi det har blitt påvist at detekterbarheten og tydingen av små fortetninger øker med filmsvertningen fra 1.0 til ca. 1.5 OD. I det engelske nasjonale mammografiscreeningprogrammet skal derfor svertningen være mellom 1.4 og 1.8 OD. I tråd med denne utviklingen bør derfor de norske anbefalingene endres.

5 KONKLUSJONER

Generelt

- Det er store variasjoner i omfanget av virksomheten ved de forskjellige stedene.
- En tredjedel av alle stedene utførte en eller annen form for regelmessig kvalitetskontroll. En økt satsing på kvalitetskontroll/-sikring vil føre til mindre antall feil og avvik.
- En standardisering av utredningsprosedyrer bør vurderes av det radiologiske miljøet.
- Utenlandske erfaringer viser at nasjonale mammografiscreeningprosjekt gir en bi-effekt i form av at den bidrar til økt kvalitet i den kliniske mammografivirksomheten. Dette vil forhåpentligvis skje i Norge også.

Kassetter og folier

- Kontroll av film-folie-kontakten viste seg å være viktig. Nesten hver tiende kassett hadde utilfredstillende film-folie-kontakt. De fleste av disse var av samme produsent.
- Følsomheten for kassettenes og foliene var jevn på de fleste stedene.

Apparatur og eksponeringsteknikk

- Utstyrsparken er relativt god, men en fornying av de eldste apparatene ville ha forbedret standarden.
- kV-kalibreringen er god på de fleste apparatene.
- Måling av dosehastigheten viste store variasjoner mellom de forskjellige apparatene. Det ble også funnet nytt utstyr med lav dosehastighet. Videre mangler det norske anbefalinger på området.
- Eksponeringstidene ved forstørrelsesteknikk var lengre enn 2 sekunder ved 37% av stedene. Så lange eksponeringstider kan føre til omtak eller mindre diagnostisk sikkerhet. Radiografene bør mer aktivt velge kV-innstilling etter brysttykkelse og tetthet.
- Filmsvertningen varierte betraktelig mellom stedene. De norske anbefalingene på dette punkt bør revurderes før igangsettingen av det nasjonale prøveprosjektet i mammografiscreening.
- Tykkelseskompensasjonen og svertningskorreksjonen for AEC var dårlig for mange av apparatene.

Framkalling

- De innstilte framkallingsparametrene varierte betydelig for en og samme film-folie-kombinasjon. Dette gav utslag i varierende sensitometrisk kontrast og dose til registrerende system.
- Noen av framkallingsmaskinene var gamle og bør utskiftes.

ORDLISTE

Beam hardening

Når et objekt bestråles vil den lavenergetiske strålingen svekkes (absorberes) mest, slik at strålingens gjennomsnittsenergi blir høyere desto dypere strålingen når i objektet.

Dosehastighet

Strålemengde pr. tidsenhet eller strålemengde pr. mAs. Må relateres til rørspenning, fokus og fokus-objekt-avstand. Måles som regel i fritt i luft ved inngang bryst.

Forstørrelsesteknikk

Fotografering med et luftgap mellom brystet og filmen, for å oppnå forstørrelse av mistenkelige funn. Teknikken innebærer bruk av mikrofokus med redusert rørstrøm.

Grunnslør

Svertningen til en uekspontert film.

Halvverdilag (HVL)

Den tykkelsen av et materiale som reduserer strålingens intensitet til det halve. Vanligvis angitt i mm aluminium.

KERMA i luft

Ved mammografi er dose fritt i luft det samme som KERMA i luft (Kinetic Energy Released in Matter).

Kontaktteknikk

Standardfotografering uten forstørrelse.

logE

Angir den relative eksposisjonen som må gis for at filmen skal oppnå en gitt svertning (f.eks. 1.0 ND). En lavere logE-verdi angir at filmen er mer følsom og at det behøves en mindre stråledose for å oppnå en gitt filmsvertning.

Netto filmsvertning (ND)

Den svertning som er tilført filmen ved en eksponering (filmsvertning minus grunnslør).

Optisk densitet (OD)

Avlest filmsvertning med densitometer. Svertningsenheten OD er gitt som logaritmen til forholdet mellom innkommende og transmittert lys i et lite punkt på filmen.

Overgangsfaktor

Overgangsfaktoren angir forholdet mellom KERMA fritt i luft og den midlere absorberte dosen til brystkjertelvevet. Overgangsfaktoren avhenger av strålekvaliteten (HVL) og brystets tykkelse og sammensetning/tetthet.

Perspeks

Plastmateriale med kjemisk betegnelse polymetylmetakrylat (PMMA), også kjent under betegnelse plexiglass og lucite.

Registrerende system

I mammografi i Norge benyttes foreløpig kun kassett med folie og film som registrerende system.

Resiprositetssvikt

Filmemulsjonens manglende evne til å gi en respons (filmsvertning) på lyset fra folien ved lange (>1 sekund) eksponeringstider (lave dosehastigheter). Filmsvertningen til en direkte eksponert film (uten bruk av folie) er uavhengig av kombinasjonen dosehastighet og eksponeringstid. Ved eksponering med bruk av folie avtar filmsvertningen ved lange eksponeringstider, når den totale eksposisjonen holdes konstant.

Strålekvalitet

Røntgenstrålingen utgjør et bredt spekter av energi, hvor rørspenningen bestemmer den maksimale energien i spekteret. Strålekvaliteten karakteriseres ved rørspenningen, likerettingen, anodematerialet og filtreringen. Et mål for strålekvalitet er halvverdilaget (HVL).

REFERANSER

1. Salomon A. Beiträge zur pathologie und klinik der mammokarzinome. Arch J Klin Chir 1913;101:573-668.
2. Leborgne R. Diagnosis of tumors of the breast by simple roentgenography; calcifications in carcinoma. Am J Roentgenol Radium Ther 1951;65:1-11.
3. Egan RL. Experience with mammography in a tumor institution : evaluation of 1000 cases. Radiology 1960;75:894-900.
4. Gros CM. Méthodologie: symposium sur le Sein. J Radiol Electrol Med Nucl 1967; 48:638-655.
5. Statens institutt for strålehygiene. Årsrapport 1989. SIS: Østerås 1989.
6. Statens institutt for strålehygiene. Årsrapport 1990. SIS: Østerås 1990.
7. Fosmark H, Olerud HM, Widmark A, Sager EM. A Norwegian survey on mammography. Radiation Protection Dosimetry, 1993;49:207.
8. Fosmark H, Olerud HM. Kvalitetssikring i mammografi. SIS Råd 1992:1. Østerås: Statens institutt for strålehygiene, 1992.
9. Olerud HM, Widmark A. Kvalitetskontrollhåndbok i mammografi. Strålevernhefte 2. Østerås: Statens strålevern, 1994.
10. Olsen JB, Sager EM. Subjektive evaluation of image quality based on images obtained with a breast tissue phantom: comparison with a conventional image quality phantom. British Journal of Radiology, 1995;68:160-164.
11. Rosenstein M, Andersen LW, Warner GG. Handbook of glandular tissue doses in mammography. HHS Publication FDA 85-8239. Rockville: Department of Health and Human Service, 1985.
12. Xizeng W, Gingold EL, Barnes GT, Tucker DM. Normalized average glandular dose in Molybdenum target-Rhodium filter and Rhodium target-Rhodium filter mammography. Radiology 1994;193:83-89.
13. Leitz W. et al, red. Om mammografi: Kvalitetssäkring vid mammografi: Prestanda- och konstanskontroller. Nordisk rapportserie i strålskyddsfrågor, 1990:1. Stockholm: Statens Strålskyddsinstitut, 1990.
14. European guidelines for quality assurance in mammography screening. Final report. EUR:14821. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 1993.

15. American College of Radiology, Centers for Disease Control and Prevention. Quality assurance in mammography: Recommended specifications for new mammographic equipment: ACR and CDC, 1993.
16. Barnes GT. Tube potential, focal spot, radiation output and HVL measurements on screen film mammography units. I: Barnes GT, Frey GD. ed. Screen film mammography. Imaging considerations and medical physics responsibilities. Proceedings of SEAAPM spring symposium. Madison, WI: Medical Physics Publishing, 1991.
17. Review of mammography equipment and its performance. NHS BPS Publication no. 24. National Coordinating Centre for the Physics in Mammography. 1992.
18. Young KC, Wallis MG, Ramsdale ML. Mammographic film density and detection of small breast cancers. *Clinical Radiology* 1994;49:461-465.

Appendiks I: Fylkesvis oversikt over mammografivirksomhet i Norge

Fylke	Antall laboratorier			Antall mammografiundersøkelser				
	Offentlige	Private	Totalt	Offentlige	Private	Totalt	Pr. 1000 innb.	% av totalt antall us.
Østfold	1	2	3	1214	9875	11089	46,5	5,0
Akershus	-	1	1	-	*)	*)	*)	*)
Oslo	3	6	9	16265	76695	92960	103,5	41,8
Hedmark	1	1	2	2305	6400	8705	46,4	3,9
Oppland	-	1	1	-	5600	5600	30,7	2,5
Buskerud	1	2	3	1545	5008	6553	29,0	3,0
Vestfold	1 **	2	3	1364	8927	10291	51,6	4,7
Telemark	2	-	2	2969	-	2969	18,2	1,4
Aust-Agder	1	-	1	2600	-	2600	26,6	1,2
Vest-Agder	1	2	3	1400	9490	10890	74,6	4,9
Rogaland	1	1	2	3295	5200	8495	24,9	3,9
Hordaland	1	1	2	6000	10000	16000	38,6	7,3
Sogn og Fjordane	2	-	2	3279	-	3279	30,7	1,5
Møre og Romsdal	2	1	3	2978	3800	6778	28,4	3,1
S. Trøndelag	2	1	3	7423	13000	20423	80,8	9,3
N. Trøndelag	1	-	1	1463	-	1463	11,5	0,7
Nordland	2	1	3	6539	2800	9339	38,9	4,2
Troms	2	-	2	3776	-	3776	25,5	1,7
Finnmark	-	-	0	-	-	-	-	-
Sum	24	22	46	64415	156795	221210		100
Gjennomsnitt							41,6	

*) Oslo og Akershus fylker er slått sammen i tabellen.

**) Ikke i drift i løpet av prosjektperioden

Appendiks II: Mammografiapparater

Sted	Mammografiapparat	Årsmodell	FFA (cm)
Aust-Agder Sentralsykehus	Siemens Mammomat 2	1990	60
Beenfeldts Røntgeninstitut, Haugesund	Siemens Mammomat 2	1987	60
Brystinstituttet A/S, Gjøvik	General Medical Merate MSM	1991	60
Buskerud Sentralsykehus	GE/CGR Senographe DMR	1992	66
Det Norske Radiumhospital	GE/CGR Senographe 600T	1990	65
Det Norske Radiumhospital	GE/CGR Senographe DMR	1992	66
Dr. Smith's Røntgeninstitut, Larvik	Soredex Mamex DC S	1991	60
Dr. Willes legesenter, Fredrikstad	Xerox 116	1986	60
Drammen Røntgeninstitut A/S	Siemens Mammomat 2	1990	60
Drammen Røntgeninstitut A/S	Siemens Mammomat 2	1988	60
Fredrikstad Røntgeninstitut	GE/CGR Senographe 500T	1986	65
Fylkessjukehuset i Florø	Soredex Mamex DC Mag	1988	52
Fylkessjukehuset i Molde	GE/CGR Senographe DMR	1992	66
Halden sykehus	GE/CGR Senographe 600T	1991	65
Harstad sykehus	Soredex Mamex DC Mag	1988	52
Haukeland sykehus	Siemens Mammomat 2	1987	60
Hedmark Sentralsjukehus	GE/CGR Senographe 600T	1991	65
Medi 3, Ålesund	Philips Diagnost U-M	1986	60
Namdal sykehus	Soredex Mamex DC Mag	1988	52
Nordland Sentralsykehus	GE/CGR Senographe 600T	1990	65
Norsk Institutt for Brystdiagnostikk, Oslo	General Medical Merate MSM	1992	65
Nye Bergen Røntgeninstitut	Siemens Mammomat B	1987	60
Orkdal Sanitetsforenings sykehus	Soredex Mamex DC Mag	1990	52
Oslo Akutten	Siemens Mammomat B	1986	60
Regionsykehuset i Tromsø	GE/CGR Senographe 600T	1991	65
Regionsykehuset i Trondheim	Soredex Mamex DC Mag	1987	52
Rjukan Sykehus	GE/CGR Senographe 600T	1991	65
Røntgensenteret i Kristiansand	GE/CGR Senographe DMR	1992	66
Røntgensenteret i Kristiansand	Xerox 116	1986	60
Sandnessjøen sykehus	GE/CGR Senographe DMR	1993	66
Sentralsjukehuset i Møre og Romsdal	Philips Diagnost U-C	1991	60
Sentralsjukehuset i Rogaland	GE/CGR Senographe DMR	1992	66
Sentralsjukehuset i Sogn og Fjordane	GE/CGR Senographe 600T	1991	65
Sentrum Røntgeninstitut, Lillestrøm	GE/CGR Senographe DMR	1994	66
Sentrum Røntgeninstitut, Oslo	Soredex Mamex DC ami	1992	60
Sentrum Røntgeninstitut, Oslo	Siemens Mammomat 300	1994	65
Sentrum Røntgeninstitut, Trondheim	Soredex Mamex DC	1988	56
Spesialistgruppen AS, Bodø	GE/CGR Senographe DMR	1992	66
Telemark Sentralsykehus, avd. Porsgrunn	GE/CGR Senographe 600T	1989	65
Tønsberg Røntgeninstitut	GE/CGR Senographe 500T	1989	65
Ullevål sykehus	GE/CGR Senographe 600T	1989	65
Vest-Agder Sentralsykehus	Soredex Mamex DC Mag	1986	52
Volvat mammografen, Hamar	General Medical Merate MSM	1991	60
Volvat medisinske senter, Oslo	GE/CGR Senographe DMR	1993	66
Volvat medisinske senter, Oslo	General Medical Merate MSM	1993	65

Appendiks III: Framkalling og registrerende system

Sted	Framkaller *	Årsm.	Film **	Folie***	Kassett****	Temp.	Tid (s)
Aust-Agder Sentralsykehus	Curix Compact	1990	MR6	MR Detail S	Mamoray	34,2	120
Beenfeldts Røntgeninstitut	X-Omat M-35	1987	Min-RE	Min-R	Min-R		
Brystinstituttet A/S, Gjøvik	X-Omat M-35	1992	Min-RE	Min-R	Min-R 2	34,8	
Buskerud Sentralsykehus	X-Omat M-35	1990	Min-RE	Min-R	Min-R 2	35,4	180
Det Norske Radiumhospital	X-Omat M-6	1986	Min-RH	Min-R	Min-R 2	35,0	90
Det Norske Radiumhospital	X-Omat M-6	1986	Min-RH	Min-R	Min-R 2	35,0	90
Dr. Smith's Røntgeninstitut	Protec C35	1990	MR3-II	MR Detail	Mamoray	35,0	210
Dr. Willes legesenter	X-Omat M-8		Min-RH	Min-R	Min-R 2	34,4	90
Drammen Røntgeninstitut A/S	Curix Compact	1992	MR3-II	MR Detail	Mamoray	35,4	120
Drammen Røntgeninstitut A/S	Curix Compact	1990	MR5	MR Detail	Mamoray	35,6	120
Fredrikstad Røntgeninstitut	Curix Compact	1989	MR3-II	MR Detail	Mamoray	35,5	240
Fylkessjukehuset i Florø	Protec Compact	1991	MR3-II	MR Detail	Mamoray	35,0	240
Fylkessjukehuset i Molde	Curix Compact	1992	MR5	MR Detail S	Mamoray	32,9	160
Halden sykehus	X-Omat 270 RA	1992	Min-RH	Min-R	Min-R 2	35,0	90
Harstad sykehus	Curix Compact	1989	MR6	MR Detail S	Mamoray	35,5	
Haukeland sykehus	X-Omat 270 RA	1993	Min-RE	Min-R	Min-R 2	35,5	245
Hedmark Sentralsjukehus	X-Omat M-35	1985	Min RE	Min-R	Min-R 2	35,0	180
Medi 3, Ålesund	Curix Compact	1990	MR6	MR Detail S	Mamoray	32,0	120
Namdal sykehus	Curix Compact	1991	MR3-II	MR Detail	Mamoray	33,5	120
Nordland Sentralsykehus	X-Omat M-35	1993	Min-RE	Min-R	Min-R 2	34,5	180
Norsk Institutt for Brystdiagnostikk	X-Omat M-35	1991	Min-RH	Min-R	Min-R 2	35,0	90
Nye Bergen Røntgeninstitut	X-Omat M-8	1987	MR3-II	Min-R	Min-R	34,9	210
Orkdal Sanitetsforenings sykehus	X-Omat M-6	1987	Min-RE	Min-R	Min-R 2	35,0	180
Oslo Akuten	Curix Compact	1991	MR5	MR Detail S	Mamoray	32,0	180
Regionsykehuset i Tromsø	Curix Compact	1991	MR3-II	MR Detail	Mamoray	34,0	120
Regionsykehuset i Trondheim	X-Omat M-35	1989	MR6	MR Detail S	Mamoray	32,2	160
Rjukan Sykehus		1991	MR3-II	MR Detail	Mamoray		160
Røntgensenteret i Kristiansand	X-Omat M-35	1992	Min-RH	Min-R	Min-R 2	33,5	140
Røntgensenteret i Kristiansand	Kodak X-Omat M-35	1992	Min-RH	Min-R	Min-R 2	33,5	140
Sandnessjøen sykehus	X-Omat M-35	1993	Min-RH	Min-R	Min-R 2	34,5	160
Sentralsjukehuset i Møre og Romsdal	X-Omat M-35	1991	Min-RH	Min-R	Min-R 2	33,0	120
Sentralsjukehuset i Rogaland	X-Omat 270 RA	1992	Min-RH	Min-R	Min-R 2	33,5	90
Sentralsjukehuset i Sogn og Fjordane	Curix Compact	1991	MR5	MR Detail S	Mamoray	32,8	170
Sentrum Røntgeninstitut, Lillestrøm	Protec M45	1987	MR3-II	MR Detail	Mamoray	34,0	270
Sentrum Røntgeninstitut, Oslo	Curix Compact	1992	MR3-II	MR Detail	Mamoray	34,0	160
Sentrum Røntgeninstitut, Oslo	Protec M45	1988	MR6	MR Detail S	Mamoray	33,0	180
Sentrum Røntgeninstitut, Trondheim	Curix Compact	1988	MR3-II	MR Detail	Mamoray	36,0	210
Spesialistgruppen AS, Bodø	X-Omat M-35	1993	Min-RH	Min-R	Min-R 2	34,0	90
Telemark Sentralsykehus	X-Omat M-8	1988	Min-RH	Min-R	Min-R 2	34,6	100
Tønsberg Røntgeninstitut	Curix Capacity	1990	MR6	MR Detail S	Mamoray	34,0	150
Ullevål sykehus	X-Omat M-6B	1992	Min-RH	Min-R	Min-R 2	35,0	90
Vest-Agder Sentralsykehus	Curix Compact	1993	MR6	MR Detail S	Mamoray	33,0	240
Volvat mammografen, Hamar	Cronex T-5A		MicroVision	Quanta Detail	Du Pont	35,1	180
Volvat medisinske senter	X-Omat M-35	1992	Min-RH	Min-R	Min-R 2		90
Volvat medisinske senter	X-Omat M-35	1992	Min-RH	Min-R	Min-R 2		90

*) Curix:Agfa; Cronex T-5A:Du Pont; X-Omat:Kodak

**) MR3-II, MR5, MR6:Agfa; Micro Vision:Du Pont; Min-RE, Min-RH:Kodak

***) MR Detail, MR Detail S:Agfa; Quanta Detail:Du Pont Min-R:Kodak;

****) Mamoray:Agfa; Min-R, Min-R2:Kodak

TOTALYTELSE VED MAMMOGRAFI

Inntastingsskjema for database

Institusjon

KODE

Institusjon	<input type="text"/>	Radiolog	<input type="text"/>
Adresse	<input type="text"/>	Avdeling	<input type="text" value="Røntgenavdelingen"/>
Poststed	<input type="text"/>	Telefon	<input type="text"/>
		Radiograf	<input type="text"/>
		Ansv. for QC	<input type="text"/>

Apparat

Modell	<input type="text"/>	Årsmodell	<input type="text" value="Årgang"/>	Anode	<input checked="" type="checkbox"/> Mo <input type="checkbox"/> Rh <input type="checkbox"/> W
FFA (mm)	<input type="text" value="650"/>	Filter	<input checked="" type="checkbox"/> Mo <input checked="" type="checkbox"/> Al <input type="checkbox"/> Rh <input type="checkbox"/> Annet		
Mag. tilsats	<input type="text" value="Ja"/>	Mag. faktor	<input type="text"/>	Rørspenning område	<input type="text" value="22-49"/> i trinn på <input type="text" value="1"/> kV
Rastertiltsats	<input type="text" value="Ja"/>	Rasterdata	<input type="text"/>	Normalfokus-størrelse	<input type="text"/>
Kontilsats	<input type="text" value="Ja"/>			Rørstrøm- normal	<input type="text"/> mA ved kV <input type="text" value="30"/>
Stereotilsats	<input type="text" value="Ja"/>			Mikrofokus-størrelse	<input type="text"/> mA
Kommentar	<input type="text"/>				

Film og fremkalling

Film	<input type="text" value="Kodak"/>	Fremkallermaskin	<input type="text" value="Kodak"/>	Årsmodell	<input type="text"/>
Folie	<input type="text" value="Kodak"/>	Temperatur	<input type="text"/>	Filmer/dag	<input type="text"/>
Kassett	<input type="text" value="Kodak"/>	Tid	<input type="text"/>	Kun mammofilm i fremkalleren	<input type="text" value="Ja"/>
Kommentar	<input type="text"/>				

Kvalitetskontroll

Plexiglassfantom	<input type="checkbox"/> Nei <input checked="" type="checkbox"/> 2cm <input checked="" type="checkbox"/> 3cm <input checked="" type="checkbox"/> 4,5cm <input checked="" type="checkbox"/> 6cm	Sensitometer	<input type="text"/>
Bildekvalitetsfantom	<input type="text"/>	Densitometer	<input type="text"/>
Annet utstyr	<input type="text"/>	Serviceavtale	<input type="text"/>
Kommentar	<input type="text"/>		

Opplysninger om driften

Antall klin.us (pas./år)	<input type="text"/>	Antall radiologer involvert i driften	<input type="text"/>
Antall "screening us" (pas./år)	<input type="text"/>	Antall radiografer involvert i driften	<input type="text"/>
Leses bildene på stedet	<input type="text" value="Ja"/>		
Hvis nei, navn og adresse:	<input type="text"/>		
Oppfattes kvaliteten som optimal v/ kontakteknikk	<input type="text" value="Ja"/>	Kommentar	<input type="text"/>
Oppfattes kvaliteten som optimal v/ forstørrelseteknikk	<input type="text" value="Ja"/>		

Brukt teknikk for et gjennomsnittsbryst

	Kontaktteknikk	Forstørrelsesteknikk	Kommentar:
Rørspenning	<input type="text" value="26"/>	<input type="text" value="28"/>	<input type="text" value="Bildene er noe lyse."/>
Raster	<input type="text" value="Ja"/>	<input type="text" value="Nei"/>	
Svertningskorreksjon	<input type="text" value="+1"/>	<input type="text" value="+2"/>	
Fokusstørrelse	<input type="text" value="Normal"/>	<input type="text" value="Mikro"/>	
FFA	<input type="text" value="65"/>	<input type="text" value="65"/>	

NRH ROC - Anvendt og forstørrelsesteknikk

ved kontaktteknikk legges overlay på toppen - ved forstørrelse nederst

<p>mAs <input type="text" value="35.1"/></p> <p>Kontaktteknikk</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table> <p>0,29 0,32 0,38 0,46 0,60 0,85 1,20 1,58 2,04 2,40 2,70</p>		1	2	3	4	5	6	7	8	A	4	2	1	4	4	1	1	3	B	1	2	4	1	2	4	3	2	C	4	4	1	2	4	1	2	1	D	1	3	2	4	4	1	1	1	E	1	2	4	2	1	3	4	2	<p>mAs <input type="text" value="29"/></p> <p>Kontaktteknikk</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>1</td> <td>4</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>4</td> <td>1</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>1</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> <p>0,26 0,27 0,31 0,36 0,45 0,61 0,87 1,26 1,73 2,14 2,48</p>		1	2	3	4	5	6	7	8	A	1	3	2	1	4	2	4	1	B	1	4	1	1	4	3	2	3	C	4	1	4	4	1	1	2	2	D	1	1	2	2	1	1	3	3	E	1	2	4	1	4	3	2	1
	1	2	3	4	5	6	7	8																																																																																																					
A	4	2	1	4	4	1	1	3																																																																																																					
B	1	2	4	1	2	4	3	2																																																																																																					
C	4	4	1	2	4	1	2	1																																																																																																					
D	1	3	2	4	4	1	1	1																																																																																																					
E	1	2	4	2	1	3	4	2																																																																																																					
	1	2	3	4	5	6	7	8																																																																																																					
A	1	3	2	1	4	2	4	1																																																																																																					
B	1	4	1	1	4	3	2	3																																																																																																					
C	4	1	4	4	1	1	2	2																																																																																																					
D	1	1	2	2	1	1	3	3																																																																																																					
E	1	2	4	1	4	3	2	1																																																																																																					
<p>Sensitivitet <input type="text" value="3,20"/></p> <p>Spesifisitet <input type="text" value="1,35"/></p>																																																																																																													
<p>mAs <input type="text" value="30.8"/></p> <p>Forstørrelsesteknikk</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>1</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> <p>0,27 0,31 0,38 0,51 0,73 1,00 1,37 1,74 2,17 2,51 2,75</p>		1	2	3	4	5	6	7	8	A	4	2	2	4	4	2	2	4	B	1	4	4	2	1	4	3	1	C	4	4	1	1	4	2	1	1	D	3	2	1	4	4	1	1	3	E	1	1	4	3	1	4	4	1	<p>mAs <input type="text" value="27.2"/></p> <p>Forstørrelsesteknikk</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>4</td> <td>1</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>4</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>1</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> <p>0,27 0,30 0,37 0,46 0,62 0,86 1,20 1,56 1,99 2,36 2,62</p>		1	2	3	4	5	6	7	8	A	1	3	2	2	4	2	4	1	B	2	4	2	1	4	4	2	4	C	4	1	4	4	1	1	2	3	D	3	1	1	4	2	1	4	4	E	1	4	4	2	4	4	2	1
	1	2	3	4	5	6	7	8																																																																																																					
A	4	2	2	4	4	2	2	4																																																																																																					
B	1	4	4	2	1	4	3	1																																																																																																					
C	4	4	1	1	4	2	1	1																																																																																																					
D	3	2	1	4	4	1	1	3																																																																																																					
E	1	1	4	3	1	4	4	1																																																																																																					
	1	2	3	4	5	6	7	8																																																																																																					
A	1	3	2	2	4	2	4	1																																																																																																					
B	2	4	2	1	4	4	2	4																																																																																																					
C	4	1	4	4	1	1	2	3																																																																																																					
D	3	1	1	4	2	1	4	4																																																																																																					
E	1	4	4	2	4	4	2	1																																																																																																					
<p>Sensitivitet <input type="text" value="3,68"/></p> <p>Spesifisitet <input type="text" value="1,43"/></p>																																																																																																													

kVp - Normal- og mikrofokus

- uten kompresjonsplate

Nominell kV	Målt kV _p	Abs.avvik	Målt kV _p	Abs.avvik	Kommentar:
Normalfokus			Mikrofokus		
24 kV	25,0	1,0	25,1	1,1	
25 kV	26,0	1,0	26,2	1,2	
26 kV	27,0	1,0	27,2	1,2	
27 kV	28,0	1,0	28,2	1,2	
28 kV	29,0	1,0	29,2	1,2	
29 kV	30,0	1,0	30,3	1,3	
30 kV	31,1	1,1	31,3	1,3	
31 kV	32,1	1,1	32,3	1,3	
Stabilitet	26	28,0	2,0		
Stabilitet	26	28,0	2,0		

MÅLT REFERANSE kV

Eksponeringstider - Anvendt og forstørrelsesteknikk

4,5 cm perspex -med kompresjonsplate - ca. 20-80 mAs

Kontaktteknikk		Forstørrelsesteknikk	
S.		S.	
min.mAs <input type="text" value="4"/>	Eksp.tid <input type="text" value="0.036"/>	min.mAs <input type="text" value="4"/>	Eksp.tid <input type="text" value="0.120"/>
mAs1 <input type="text" value="16"/>	Eksp.tid <input type="text" value="0.236"/>	mAs1 <input type="text" value="16"/>	Eksp.tid <input type="text" value="0.501"/>
mAs2 <input type="text" value="32"/>	Eksp.tid <input type="text" value="0.379"/>	mAs2 <input type="text" value="32"/>	Eksp.tid <input type="text" value="1.008"/>
mAs3 <input type="text" value="50"/>	Eksp.tid <input type="text" value="0.605"/>	mAs3 <input type="text" value="50"/>	Eksp.tid <input type="text" value="1.576"/>
Eksp.tid for 4,5 PMMA (1,0 ND)		Eksp.tid for 4,5 PMMA (1,0 ND)	
<input type="text" value="0.61"/> s.		<input type="text" value="1.01"/> s.	

Kurveform

- uten kompresjonsplate

Kurveformen er målt ved følgende kV-verdier:

Normalfokus	Mikrofokus
<input type="text" value="27"/>	<input type="text" value="28"/>
<input type="text" value="27"/>	<input type="text" value="-"/>

Kommentar:
 To målinger med stort fokus- 0.40 og 0.15 samplingstid. En måling (28 kV) med lite fokus.

Relativ følsomhet kassetter og folier, folie-film kontakt-Anvendt teknikk

Kassett nr.	mAs	Svertning	Folie-film kontakt	Kommentar:
1	73,8	1,40	Tilfredstillende	Kassett nr. 8 brukes kun som referansekassett. Tilsynelatende dårlig kontakt langs brystveggen. Nr. 7 brukes ikke.
2	71,6	1,45	Tilfredstillende	
4	69,9	1,33	Ikke tilfredstillende	
5	73,9	1,45	Ikke tilfredstillende	
6	71,8	1,32	Ikke tilfredstillende	
7	68,4	1,25	Ikke tilfredstillende	
8	71,4	1,41	Tilfredstillende	
-			-	
-			-	
-			-	
-			-	
-			-	
Gjennomsnitt	71,5	1,37	Referansekassett nr 1 og nr. 8	

AEC - Anvendt teknikk

2-6 cm Plexiglass - med kompresjonsplate

Svertningstrinn					Funksjon				
mAs	34	45	54	63	77				
Svertning	0,88	1,09	1,36	1,57	1,83	1,43	1,38	1,36	1,19
	n-2	n-1	n	n+1	n+2	2 cm	3 cm	4.5 cm	6 cm
Kommentar:	Noe stor avstand mellom svertningstrinnen.								

NRT - Referanseteknikk

1,20 + 0,05OD - med kompresjonsplate

Bilde 1	DBg	1,16	DAI	1,06	DCu	0,78	Pb1	0,19	Pb2	0,19	CAI	0,09	CCu	0,33	S/P	0,00	R1	20,0	R2	16,6
Bilde 2	DBg	1,16	DAI	1,06	DCu	0,80	Pb1	0,19	Pb2	0,18	CAI	0,09	CCu	0,31	S/P	0,05	R1	20,0	R2	16,6
Bilde 3	DBg	1,18	DAI	1,06	DCu	0,79	Pb1	0,19	Pb2	0,18	CAI	0,10	CCu	0,33	S/P	0,05	R1	16,6	R2	14,3

NRT - Anvendt teknikk

1,20 + 0,05OD - med kompresjonsplate

Bilde 4	DBg	1,16	DAI	1,06	DCu	0,78	Pb1	0,19	Pb2	0,19	CAI	0,09	CCu	0,33	S/P	0,00	R1	20,0	R2	16,6
Bilde 5	DBg	1,16	DAI	1,06	DCu	0,80	Pb1	0,19	Pb2	0,18	CAI	0,09	CCu	0,31	S/P	0,05	R1	20,0	R2	16,6
Bilde 6	DBg	1,18	DAI	1,06	DCu	0,79	Pb1	0,19	Pb2	0,18	CAI	0,10	CCu	0,33	S/P	0,05	R1	16,6	R2	14,3

NRT - Forstørrelsesteknikk

1,20 + 0,05OD - med kompresjonsplate

Bilde 7	DBg	1,16	DAI	1,07	DCu	0,79	Pb1	0,19	Pb2	0,19	CAI	0,08	CCu	0,32	S/P	0,00	R1	14,3	R2	12,5
Bilde 8	DBg	1,16	DAI	1,08	DCu	0,79	Pb1	0,19	Pb2	0,18	CAI	0,07	CCu	0,32	S/P	0,05	R1	14,3	R2	12,5
Bilde 9	DBg	1,17	DAI	1,09	DCu	0,80	Pb1	0,19	Pb2	0,19	CAI	0,07	CCu	0,32	S/P	0,00	R1	12,5	R2	12,5

mAs v/ 1.0 ND - Anvendt teknikk

mAs	45	48	53	Bakgrunnsløp	0,19	mAs v/ 1.0 ND	50,0
OD	1,10	1,15	1,34				

mAs v/ 1.0 ND - Referanseteknikk

mAs	<input type="text" value="35"/>	<input type="text" value="38"/>	<input type="text" value="43"/>	Bakgrunnsløp	<input type="text" value="0.19"/>	mAs v/ 1.0 ND	<input type="text" value="39.0"/>
OD	<input type="text" value="1.10"/>	<input type="text" value="1.16"/>	<input type="text" value="1.34"/>		<input type="text" value="0.19"/>		<input type="text" value="39.0"/>

mAs v/ 1.0 ND - Forstørrelsesteknikk

mAs	<input type="text" value="29"/>	<input type="text" value="31"/>	<input type="text" value="37"/>	Bakgrunnsløp	<input type="text" value="0.19"/>	mAs v/ 1.0 ND	<input type="text" value="32.0"/>
OD	<input type="text" value="1.12"/>	<input type="text" value="1.17"/>	<input type="text" value="1.37"/>		<input type="text" value="0.19"/>		<input type="text" value="32.0"/>

NRH - Anvendt, referanse og forstørrelsesteknikk

1,25 + 0,15OD, med kompresjonsplate

+1 = Bløtvev visualiseres bedre enn på referansen	+1 = Kalk fremstilles bedre enn på referansen
0 = Bløtvev visualiseres som på referansen	0 = Kalk fremstilles som på referansen
-1 = Bløtvev visualiseres, men dårligere enn på referansen	-1 = Kalk fremstilles mer diffust enn på referansen
-2 = Ikke alt bløtvev visualiseres	-2 = Kalk fremstilles dårligere enn på referansen (25% mistes)
-3 = Dårlig visualisering av bløtvev. Påvirker sannsynligvis den diagn.sikkerh.	-3 = Kalk fremstilles dårlig (> 50% mistes)

	Bløtvev	Kalk
Anvendt teknikk	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="1"/>
Referanseteknikk	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="1"/>
Forstørrelsesteknikk	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="1"/>

RMI - Anvendt teknikk

1,25 + 0,15OD - med kompresjonsplate

	Fiber	Speck	Mass	Score fiber	Score speck	Score mass	Svertning
Bilde 1	<input type="text" value="0,75"/>	<input type="text" value="0,32"/>	<input type="text" value="0,50"/>	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="1.28"/>
Bilde 2	<input type="text" value="0,75"/>	<input type="text" value="0,32"/>	<input type="text" value="0,75"/>	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1.31"/>
Bilde 3	<input type="text" value="0,75"/>	<input type="text" value="0,32"/>	<input type="text" value="0,50"/>	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="1.31"/>

Minimum score (ACR)

Fiber - 10
Speck - 8
Mass - 3

Kommentar:

RMI - Referanseteknikk

1,25 + 0,15OD - med kompresjonsplate

	Fiber	Speck	Mass	Score fiber	Score speck	Score mass	Svertning
Bilde 1	<input type="text" value="0,75"/>	<input type="text" value="0,32"/>	<input type="text" value="0,50"/>	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="1.28"/>
Bilde 2	<input type="text" value="0,75"/>	<input type="text" value="0,32"/>	<input type="text" value="0,75"/>	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="1.31"/>
Bilde 3	<input type="text" value="0,75"/>	<input type="text" value="0,32"/>	<input type="text" value="0,50"/>	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="1.31"/>

Kommentar:

Sensitometri

	Grunnslør	logE v/ 1,0 ND	Tåkontrast	Rette delen	Gjennomsnittlig	Kommentar: Fremkallingsartefakter fra ruller.
Film 1	0,20	1,27	1,56	3,84	3,24	
Film 2	0,20	1,27	1,56	3,84	3,24	
Film 3	0,20	1,28	1,66	4,00	3,36	
Gjennomsnitt for 3 filmer	0,20	1,27	1,59	3,89	3,28	

Betraktingsforhold

Lyskassens kvadranter

3500	3300	2700
2900	2900	3200

Lyskasse (type) Philips Autoalternator 202
 Årsmodell 1978.00
 Sterklyslampe (Lux) 50000
 Innfallende lys (gjennomsnitt Lux) 200

Gjennomsnitt lux 3083

Kommentar: Gamle lyskasser. For gult lys?

Dose/mAs - Anvendt teknikk

med kompresjonsplate, uten innblending

mAs 1	40	R 1	0,490	mGy 1	4,214	mGy/mAs 1	0,105	mGy/mAs gjennomsnitt 0,106
mAs 2	50	R 2	0,614	mGy 2	5,280	mGy/mAs 2	0,106	
mAs 3	80	R 3	0,984	mGy 3	8,462	mGy/mAs 3	0,106	

Dose/mAs - Referanseteknikk

med kompresjonsplate uten innblending

mAs 1	40	R 1	0,501	mGy 1	4,309	mGy/mAs 1	0,108	mGy/mAs gjennomsnitt 0,108
mAs 2	50	R 2	0,630	mGy 2	5,418	mGy/mAs 2	0,108	
mAs 3	80	R 3	1,001	mGy 3	8,609	mGy/mAs 3	0,108	

Dose/mAs - Forstørrelsesteknikk

med kompresjonsplate uten innblending

mAs 1	25	R 1	1,081	mGy 1	9,297	mGy/mAs 1	0,372	mGy/mAs gjennomsnitt 0,373
mAs 2	40	R 2	1,737	mGy 2	14,938	mGy/mAs 2	0,373	
mAs 3	63	R 3	2,730	mGy 3	23,478	mGy/mAs 3	0,373	

Dose til registrerende system - Referanseteknikk

mAs/eksp.	7	mAs	7	14	21	28	35	42	49
Sum dose v/ 7 eksp.	7,70 (mR)	Dose (mR)	1,1	2,2	3,3	4,4	5,5	6,6	7,7
		Svertning	0,22	0,32	0,48	0,71	0,97	1,19	1,37

Dose til registrerende system = 7,70 mR * 8.6 * $\left(\frac{37}{49}\right)$ mAs 1.0ND / tot.mAs = 50 µGy

HVL

- uten kompresjonsplate

Anvendt teknikk		Referanseteknikk		Forstørrelseteknikk	
mmAl	mR	mmAl	mR	mmAl	mR
0 mm	783	0 mm	783	0 mm	795
0,2 mm	474	0,2 mm	474	0,2 mm	499
0,3 mm	387	0,3 mm	387	0,3 mm	407
0,4 mm	319	0,4 mm	319	0,4 mm	334
0 mm	780	0 mm	780	0 mm	793
HVL	0,290	HVL	0,300	HVL	0,300
Overgang	0,173 mGy/mGy	Overgang	0,180 mGy/mGy	Overgang	0,180 mGy/mGy

Stråledoser - Anvendt teknikk

med kompresjonsplate - 4,5 cm plexiglass - 1,0 ND

Temperatur °C Trykk mmHg

mAs X dose/mAs X overg.faktor X klimafaktor = abs.dose

mAs X mGy/mAs X mGy/mGy X = mGy

Stråledoser - Referanseteknikk

med kompresjonsplate - 4,5 cm plexiglass - 1,0 ND

mAs X dose/mAs X overg.faktor X klimafaktor = abs.dose

mAs X mGy/mAs X mGy/mGy X = mGy

Stråledoser - Forstørrelseteknikk

med kompresjonsplate - 4,5 cm plexiglass - 1,0 ND

mAs X dose/mAs X overg.faktor X klimafaktor = abs.dose

mAs X mGy/mAs X mGy/mGy X = mGy

Kommentar:

Røntgenavdelingen

-

Deres ref.

Vår ref.

Dato

94/xxxx/35.6/AW

24. mai 1994

Saksbehandler: Anders Widmark

Totalytelse ved mammografi - teknisk rapport

Vi takker for samarbeidet i forbindelse med vårt besøk 25.10.1993.

Rapporten inneholder de tekniske målingene som ble utført. Sluttrapport for hele prosjektet vil bli oversendt på et senere tidspunkt.

I rapporten sammenlignes de målte verdier med norske anbefalinger (SIS Råd 1992:1), eller med nominelle verdier i de tilfeller dette er aktuelt.

Røntgenapparat:

Årgang:

kV_p

	Nominell kV	Målt kV _p	Avvik
	24	25.0	1.0
	25	26.0	1.0
	26	27.0	1.0
	27	28.0	1.0
	28	29.0	1.0
	29	30.0	1.0
	30	31.1	1.1
	31	32.1	1.1
Stabilitet	26	28.0	2.0
	26	28.0	2.0

Anbefalt: Målt kV_p skal ligge innenfor ±5%.

Kommentar:

OK

RELATIV FØLSOMHET KASSETTER OG FOLIER, FILM-FOLIE KONTAKT

Kassett nr.	Svertning	mAs	Film-folie kontakt
1	1.40	73.8	Tilfredstillende
2	1.45	71.6	Tilfredstillende
4	1.33	69.9	Ikke tilfredstillende
5	1.45	73.9	Ikke tilfredstillende
6	1.32	71.8	Ikke tilfredstillende
7	1.25	68.4	Ikke tilfredstillende
8	1.41	71.4	Tilfredstillende
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-

Gjennomsnitt 1,37

Anbefalt: Filmsvertningen skal være innenfor $\pm 0,1$ i forhold til middelveiden.

Kommentar:

Artefakter fra valser i fremkalleren og mye støv på foliene. Tilsynelatende dårlig film-folie kontakt langs brystveggssiden for kassett nr. 4-7.

AUTOMATISK EKSPONERINGSKONTROLL

Svertningskorreksjon			Funksjon	
svertningstr.	svertning	mAs	perspextykkelse	svertning
n-2	0.88	34	2 cm	1.43
n-1	1.09	45	3 cm	1.38
n *)	1.36	54	4,5 cm	1.36
n+1	1.57	63	6 cm	1.19
n+2	1.83	77		

*) n = normal svertningskorreksjon som brukes på stedet.

Anbefalt: Midtstillingen på den automatiske eksponeringskontrollen bør være stilt slik at eksponering av 4,5 cm perspexfantom gir en nettosvertning på ca. 1,0. To inntilliggende trinn skal gi en forskjell i filmsvertning på mellom 0,10 og 0,20. Det skal finnes ettervisende mAs-meter. Filmsvertningen bør ligge innenfor $\pm 0,20$ svertningsenheter, uansett brysttykkelse og tetthet.

Kommentar:

Forskjellen i svertning mellom de ulike svertningstrinnene er noe stor (anbefalt å ligge mellom 0,10 og 0,15).

EKSPONERINGSTIDER, KONTAKT- OG FORSTØRRELSESTEKNIKK

Eksposeringstiden er målt ved 4,5 cm perspex og kompresjonsplate. Eksposeringstiden er relatert til 1,0 i nettosvertning til filmen. Det er brukt 26 kV ved normalteknikk og 28 kV ved forstørrelsesteknikk.

	kontaktteknikk	forstørrelsesteknikk
Raster:		
Eksposeringstid	0.61 s.	1.01 s.

Anbefalt: Eksposeringstiden ved normalteknikk bør ikke overstige 1 sekund. Ved forstørrelsesteknikk bør den ikke overstige 2 sekunder.

Kommentar:

OK

FREMKALLING

Fremkallingen ble kontrollert ved sensitometri. Verdiene er angitt som gjennomsnittsverdier av minimum 3 filmer.

Grunnslør	logE v/ 1,0ND	Gradient i område		
		0,25-0,5ND	0,5-1,5ND	0,25-2,0ND
0.20	1.27	1.6	3.9	3.3

Kommentar:

OK

BETRAKTNINGSFORHOLD

Lysintensiteten og intensitetsvariasjoner på lyskassen samt innfallende lys (fra øvrig belysning og vinduer) mot lyskassen ble målt med Lux-meter.

Lyskassens kvadranter	3500	3300	2700	Gjennomsnittlig lysintensitet er 3083 Lux. Innfallende lys er ca 200 Lux.
	2900	2900	3200	

Anbefalt: Lysintensiteten bør være ≥ 6000 Lux. Variasjon i intensiteten over lysflaten bør ikke være mer enn $\pm 10\%$. Bakgrunnsbelysningen i granskningsrommet bør kunne dempes til ≤ 50 Lux.

Kommentar:

Dårlige betraktningforhold.

ABSORBERT STRÅLEDOSE, KONTAKT- OG FORSTØRRELSESTEKNIKK

Stråledosene per eksponering er beregnet som absorbert dose til brystkjertellev. Brystet simuleres ved 4,5 cm perspex og antas være sammensatt av 50% kjertellev (viktprosent) og 50% fettvev. Stråledosen gjelder for et hardt komprimert bryst. Stråledosen er beregnet for 26 kV ved kontaktteknikk og 28 kV ved forstørrelsesteknikk. Stråledosene er relatert til 1,0 nettofilmsvertning. Stråledosen ved forstørrelsesteknikk er beregnet for fullt felt (ikke innblending).

	Kontaktteknikk	Forstørrelsesteknikk
Raster:		
Stråledoser	0.9 mGy	2.2 mGy

Anbefalt: Gjennomsnittlig absorbert stråledose per eksponering til brystkjertel, målt og beregnet etter nordiske anbefalinger, bør ved kontaktteknikk ikke overstige 1,5 mGy ved rasterteknikk og 0,6 mGy uten raster. Ved forstørrelsesteknikk reduseres stråledosen vesentlig hvis det brukes innblending.

Kommentar:

OK

DOSE TIL REGISTRERENDE SYSTEM

Dosen (følsomheten) til registrerende system er målt ved 28 kV (effektiv) og relatert til en filmsvertning på 1,0 ND.

Dosen er 50 μ Gy

Anbefalt: Nettosvertning 1,0 bør kunne oppnås med et luftkerma i filmplanet på $\leq 70 \mu$ Gy. Dette gjelder for 25 kV og 4,5 cm perspex.

Kommentar:

OK

KONKLUSJONER

Det anbefales å kontrollere film-folie kontakten for noen av kassettenes. Det kan være at folien har løsnet langs brystveggssiden. Det anbefales også å merke kassettenes slik at de kan identifiseres utfra bildene. Fremkallings- og rengjøringsforhold bør vurderes med tanke på artefakter og støv. Lyskassen er av eldre dato og anbefales utskiftet. Svertningsforskjellen mellom korreksjonstrinnen bør justeres slik at den er ca. 0,15 svertningsenheter mellom hvert trinn.

Bildekvalitetsforhold er ikke vurdert i denne rapporten.

Rapporten er utarbeidet av Anders Widmark og Jan B. Olsen

Med vennlig hilsen

Gunnar Saxebøl
Avd.Direktør

Anders Widmark

Appendiks VI: Resultater for anvendt teknikk

Sted (kode)	kV	Raster	mAs v/1,0ND	mGy/mAs	mGy/s	HVL* (mmAl)	Abs.dose
AA	27	Ja	65	0,143	24,5	0,27	1,6
AB	27	Ja	58	0,116	14,0	0,30	1,2
AC	25	Ja	130	0,074	5,1	0,28	1,7
AD	25	Ja	95	0,085	5,8	0,29	1,4
AE	25	Ja	56	0,098	14,1	0,26	0,9
AF	25	Ja	41	0,106	15,5	0,27	0,7
AG	27	Ja	93	0,085	8,1	0,30	1,4
BA	26	Ja	75	0,063	4,4	0,36	1,0
BB	27	Ja	64	0,145	24,4	0,28	1,7
BC	25	Ja	37	0,084	12,4	0,28	0,5
BD	25	Ja	118	0,078	5,3	0,28	1,6
BE	27	Ja	69	0,110	11,0	0,30	1,4
BF	27	Ja	36	0,144	11,5	0,29	0,9
BG	25	Ja	78	0,070	4,7	0,30	1,0
CA	28	Ja	76	0,113	8,3	0,28	1,5
CB	25	Nei	29	0,108	6,5	0,27	0,5
CC	28	Ja	59	0,100	7,7	0,29	1,0
CD	27	Ja	65	0,107	7,9	0,30	1,3
CE	25	Nei	29	0,123	9,6	0,26	0,6
CF	30	Ja	65	0,063	4,7	0,32	0,8
CG	28	Ja	77	0,075	4,4	0,30	1,1
DA	27	Ja	52	0,098	7,2	0,30	0,9
DB	27	Ja	72	0,106	9,9	0,30	1,4
DC	27	Ja	90	0,107	10,1	0,29	1,7
DD	28	Ja	40	0,131	11,6	0,31	1,0
DE	25	Nei	23	0,116	7,8	0,26	0,4
DF	28	Ja	49	0,088	9,2	0,30	0,8
DG	25	Nei	57	0,072	7,3	0,25	0,7
EA	27	Ja	58	0,110	11,0	0,29	1,1
EB	27	Ja	69	0,106	11,4	0,30	1,3
EC	25	Nei	40	0,110	8,8	0,27	0,8
ED	25	Ja	82	0,073	9,8	0,28	1,0
EE	28	Ja	75	0,107	8,5	0,26	1,3
EF	27	Ja	98	0,102	10,3	0,30	1,8
EG	25	Ja	52	0,115	9,2	0,27	1,0
FA	27	Nei	28	0,101	4,1	0,31	0,5
FB	27	Ja	91	0,097	7,1	0,32	1,7
FC	28	Ja	41	0,111	9,1	0,29	0,8
FD	27	Nei	44	0,133	10,6	0,31	1,1
FE	25	Ja	151	0,074	5,0	0,30	2,0
FF	25	Ja	162	0,056	3,5	0,26	1,5
FG	25	Ja	39	0,121	21,5	0,28	0,8
GA	27	Ja	62	0,089	9,4	0,29	1,0
GB	28	Ja	51	0,120	12,8	0,30	1,1
GC	26	Ja	64	0,094	9,0	0,29	1,0
Middel	26,4		67	0,101	9,6	0,29	1,1
Min.	25		23	0,056	3,5	0,25	0,4
Maks.	30		162	0,145	24,5	0,36	2,0

*) Uten kompresjonsplate i strålefeltet

Appendiks VII: Resultater for referanseteknikk

Sted (kode)	kV	Raster	mAs v/1,0ND	mGy/mAs	mGy/s	HVL* (mmAl)	Abs.dose
AA	27,7	Ja	65	0,143	24,5	0,27	1,6
AB	27,9	Ja	58	0,116	14,0	0,30	1,2
AC	28,2	Ja	79	0,094	7,1	0,31	1,4
AD	27,6	Ja	71	0,097	7,3	0,29	1,2
AE	28,4	Ja	20	0,144	24,8	0,29	0,5
AF	28,1	Ja	26	0,137	23,6	0,28	0,6
AG	28,0	Ja	93	0,085	8,1	0,30	1,4
BA	27,7	Ja	99	0,086		0,30	1,5
BB	27,7	Ja	64	0,145	24,4	0,28	1,7
BC	27,8	Ja	20	0,116	11,6	0,30	0,4
BD	27,9	Ja	85	0,089	6,5	0,30	1,4
BE	28,3	Ja	69	0,110	11,0	0,30	1,4
BF	27,9	Ja	36	0,144	11,5	0,29	0,9
BG	27,8	Ja	61	0,080	5,8	0,31	0,9
CA	27,5	Ja	124	0,090	7,5	0,26	1,9
CB	27,8	Nei	13	0,162	9,7	0,30	0,4
CC	28,4	Ja	76	0,089	7,6	0,29	1,2
CD	28,0	Ja	84	0,095	6,7	0,29	1,4
CE	27,7	Nei	16	0,159	12,7	0,29	0,5
CF	29,4	Ja	106	0,048	4,1	0,30	0,9
CG	27,1	Ja	77	0,075	4,4	0,30	1,1
DA	27,8	Ja	67	0,087	6,4	0,29	1,0
DB	28,5	Ja	72	0,106	9,9	0,30	1,4
DC	28,3	Ja	90	0,107	10,1	0,29	1,7
DD	27,5	Ja	52	0,114	10,3	0,30	1,1
DE	28,0	Nei	12	0,153	11,5	0,30	0,3
DF	28,4	Ja	49	0,088	9,2	0,30	0,8
DG	28,3	Nei	24	0,115	15,5	0,28	0,5
EA	27,7	Ja	73	0,097	9,7	0,28	1,2
EB	28,0	Ja	69	0,106	11,4	0,30	1,3
EC	27,8	Nei	25	0,144	11,5	0,30	0,7
ED	27,5	Ja	47	0,096	12,8	0,29	0,8
EE	28,0	Ja	75	0,107	8,5	0,26	1,3
EF	28,2	Ja	98	0,102	10,3	0,30	1,8
EG	28,1	Ja	24	0,170	11,9	0,30	0,7
FA	27,8	Nei	45	0,076	6,1	0,29	0,6
FB	28,2	Ja	91	0,097	7,1	0,32	1,7
FC	28,1	Ja	55	0,099	8,4	0,28	1,0
FD	28,3	Nei	44	0,133	10,6	0,31	1,1
FE	28,1	Ja	93	0,095	8,6	0,31	1,6
FF	27,4	Ja	100	0,104	6,2	0,31	1,9
FG	28,1	Ja	39	0,121	21,5	0,28	0,8
GA	28,1	Ja	50	0,100	10,8	0,29	0,9
GB	28,4	Ja	64	0,107	10,7	0,30	1,2
GC	27,9	Ja	48	0,106	10,6	0,30	0,9
Middel	28,0		61	0,110	11,0	0,29	1,1
Min.	27,1		12	0,048	4,1	0,26	0,3
Maks.	29,4		124	0,170	24,8	0,32	1,9

*) Uten kompresjonsplate i strålefeltet

Appendiks VIII: Resultater for forstørrelsesteknikk

Sted (kode)	kV	Forst.faktor*	mAs v/1,0ND	Eksp.tid	mGy/mAs	mGy/s	HVL** (mm Al)	Abs.dose
AA	28	1,90	48	2,16	0,506	11,2	0,29	4,3
AB	27	1,69	46	2,42	0,284	5,4	0,30	2,4
AC	25	1,75	130	4,70	0,172	4,8	0,30	4,0
AD	28	1,75	39	1,10	0,318	11,3	0,31	2,3
AE	27	1,92	19	0,86	0,512	11,3	0,28	1,7
AF	25	1,92	34	1,40	0,42	10,2	0,28	2,5
AG	28	2,00	59	2,42	0,385	9,4	0,31	4,2
BA	28	1,75	54	1,54	0,245	8,6	0,30	2,4
BB	27	1,92	58	2,64	0,507	11,1	0,28	5,2
BC								
BD	28	1,75	52	1,48	0,267	9,4	0,31	2,6
BE	28	1,96	52	1,82	0,443	12,7	0,30	4,2
BF	28	1,77	19	1,73	0,488	5,4	0,31	1,7
BG	29	1,75	30	0,78	0,269	10,3	0,34	1,6
CA								
CB	28	1,75	21	1,82	0,542	6,3	0,31	2,1
CC	28	1,71	42	3,20	0,253	3,3	0,29	1,9
CD	28	1,75	51	1,46	0,291	10,2	0,31	2,7
CE	25	1,75	33	3,35	0,46	4,5	0,28	2,7
CF	30	1,71	66	2,13	0,141	4,4	0,32	1,7
CG								
DA	28	1,75	36	1,02	0,254	9,0	0,31	1,7
DB	28	1,98	57	2,10	0,402	10,9	0,31	4,2
DC	27	1,98	84	3,00	0,334	9,4	0,29	5,0
DD	28	1,60	27	1,46	0,332	6,1	0,32	1,7
DE	28	1,71	19	1,71	0,457	5,1	0,31	1,6
DF	28	1,96	54	1,91	0,274	7,7	0,32	2,7
DG								
EA	28	1,96	40	1,40	0,425	12,1	0,29	3,0
EB	28	1,98	51	1,64	0,378	11,8	0,31	3,5
EC								
ED	28	1,77	27	0,60	0,371	16,7	0,31	1,8
EE								
EF	26	1,98	111	3,84	0,306	8,8	0,29	6,0
EG	25	1,75		2,94				
FA								
FB	28	1,75	68	1,93	0,259	9,1	0,33	3,3
FC								
FD								
FE	28	1,75	67	1,90	0,248	8,7	0,34	3,2
FF								
FG	25	1,90	34	1,41	0,458	11,0	0,29	2,8
GA	27	1,71	53	2,25	0,251	5,9	0,29	2,4
GB	28	1,98	40	1,38	0,419	12,1	0,31	3,1
GC	27	1,98	39	1,40	0,36	10,0	0,30	2,5
Middel	27	1,83	49	1,97	0,354	9,0	0,30	2,9
Min.	25	1,60	19	0,60	0,141	3,3	0,28	1,6
Maks.	30	2,00	130	4,70	0,542	16,7	0,34	6,0

*) Beregnet i midten av et 4,5 cm fantom

**) Uten kompresjonsplate

Appendiks IX: Filmsensitometri og absolutt sensitometri

Sted (Kode)	Filmsensitometri					Absolutt sensitometri					
	Slør	Gradientverdier			logE v/1,0ND	Filmdose (μ Gy)	Gradientverdier *)				
		Tå	Rett	Hele			Tå	Rett	Hele	Nedre	Øvre
AA	0,18	2,08	3,40	3,18	1,58	76,4	1,56	2,86		2,07	
AB	0,19	1,92	3,75	3,22	1,53	68,5	1,49	2,79		2,08	
AC	0,19	2,03	4,00	3,24	1,48	56,5	1,51	2,84		2,16	
AD	0,19	1,78	4,05	3,45	1,65	54,8	1,39	2,99		2,04	
AE	0,22	2,09	3,61	3,16	1,57	37,2	1,36	2,80		1,97	
AF	0,16	1,80	4,84	3,97	1,42	37,6	1,06	3,09	2,44	1,76	3,42
AG	0,18	2,03	3,84	3,48	1,55	72,6	1,52			2,18	
BA	0,20	2,42	3,48	3,14	1,46	59,5	1,44	2,58		1,99	
BB	0,18	2,08	3,80	3,36	1,54	71,2	1,59	2,77		2,09	
BC	0,19	2,09	4,00	3,22	1,48	60,4	1,70	2,80		2,33	
BD	0,20	2,77	3,85	3,30	1,44	54,9	1,69	2,85		2,25	
BE	0,18	1,92	3,89	3,30	1,49	59,3	1,52	2,97		2,17	
BF	0,20	2,08	3,33	3,10	1,61	45,3	1,37			1,96	
BG	0,21	1,67	4,35	3,64	1,40	49,5	1,28			1,93	
CA	0,17	2,03	4,11	3,57	1,53	76,5	1,39	3,08		2,07	
CB	0,22	1,87	4,41	3,88	1,43	57,2	1,18			1,79	
CC	0,21	2,50	4,16	3,88	1,43	55,5	1,48	3,03		2,16	
CD	0,18	1,97	3,79	3,22	1,51	62,6	1,33	2,79		1,96	
CE	0,20	1,74	3,75	3,22	1,51	36,0	1,07	2,55	2,20	1,61	3,03
CF	0,21	2,14	3,70	3,32	1,59	45,5	1,49			2,14	
CG	0,20	1,74	3,84	3,16	1,40	49,1	1,28	2,49		1,80	
DA	0,20	2,51	4,69	4,03	1,39	46,3	1,57	3,41		2,38	
DB	0,20	2,21	3,45	3,11	1,55	62,0	1,35	2,64		1,95	
DC	0,18	2,03	3,73	3,31	1,58	76,3	1,49	2,73		2,02	
DD	0,21	1,97	4,61	3,88	1,41	54,2	1,40			2,01	
DE	0,26	1,97	3,95	3,36	1,52	35,5	1,19	2,87		1,78	
DF	0,22	1,75	4,61	3,80	1,39	42,8	1,02	3,13		1,75	
DG	0,19	2,09	3,40	3,12	1,48	57,1	1,29	2,63		1,84	
EA	0,25	1,37	3,28	2,76	1,46	43,2	1,21	2,54	2,30	1,72	3,07
EB	0,20	1,59	3,89	3,28	1,27	56,9	1,66			2,24	
EC	0,17	1,97	3,61	3,32	1,57	83,6	1,54			2,13	
ED	0,22	2,21	3,70	3,34	1,57	41,2	1,54			2,17	
EE	0,24	1,83	3,79	3,50	1,45	58,1	1,04	2,47		1,55	
EF	0,17	2,08	3,85	3,48	1,56	76,6	1,34	2,92		1,98	
EG	0,21	2,08	4,61	3,94	1,51	32,1	1,18	3,32	2,67	1,97	3,64
FA	0,20	1,87	3,70	3,26	1,53	53,2	1,29			1,77	
FB	0,18	1,92	3,37	3,12	1,52	73,5	1,29	2,52		1,80	
FC	0,20	3,00	4,61	4,20	1,40	47,4	1,59	3,36		2,37	
FD	0,21	1,87	4,00	3,45	1,45	60,7	1,29			1,83	
FE	0,20	2,14	3,48	2,96	1,55	73,3	1,43	2,71		2,00	
FF	0,21	2,03	4,06	3,60	1,50	47,0	1,61	2,91	2,67	2,11	3,33
FG	0,21	1,97	3,85	3,48	1,47	50,4	1,33			1,86	
GA	0,21	1,92	3,15	2,93	1,58	45,0	1,40			1,93	
GB	0,21	1,79	3,76	3,17	1,50	38,5	1,07	2,78	2,29	1,72	3,04
GC	0,20	1,97	4,00	3,67	1,63	44,2	1,30	3,20		1,97	
Middel	0,20	2,02	3,89	3,40	1,50	55,2	1,38	2,86	2,43	1,99	3,26
Min.	0,16	1,37	3,15	2,76	1,27	32,1	1,02	2,47	2,20	1,55	3,03
Maks.	0,26	3,00	4,84	4,20	1,65	83,6	1,70	3,41	2,67	2,38	3,64

*) Tå:0,25-0,5 ND; Rett:0,5-1,5ND; Hele:0,25-2,0ND
Nedre:0,25-1,0ND; Øvre:1,0-2,0ND

Appendiks X: Eksponeringstider

Sted (kode)	Kontaktteknikk		Forstørrelsesteknikk	
	kV	Eksp.tid (s)	kV	Eksp.tid (s)
AA	27	0,38	28	2,16
AB	27	0,48	27	2,42
AC	25	1,90	25	4,70
AD	25	1,40	28	1,10
AE	25	0,39	27	0,86
AF	25	0,28	25	1,40
AG	27	0,97	28	2,42
BA	26	1,07	28	1,54
BB	27	0,38	27	2,64
BC	25	0,25		
BD	25	1,74	28	1,48
BE	27	0,69	28	1,82
BF	27	0,45	28	1,73
BG	25	1,15	29	0,78
CA	28	1,04		
CB	25	0,48	28	1,82
CC	28	0,77	28	3,20
CD	27	0,88	28	1,46
CE	25	0,37	25	3,35
CF	30	0,88	30	2,13
CG	28	1,30		
DA	27	0,71	28	1,02
DB	27	0,77	28	2,10
DC	27	0,95	27	3,00
DD	28	0,45	28	1,46
DE	25	0,34	28	1,71
DF	28	0,47	28	1,91
DG	25	0,56		
EA	27	0,58	28	1,40
EB	27	0,64	28	1,64
EC	25	0,50		
ED	25	0,61	28	0,60
EE	28	0,94		
EF	27	0,97	26	3,84
EG	25	0,65	25	2,94
FA	27	0,69		
FB	27	1,24	28	1,93
FC	28	0,50		
FD	27	0,55		
FE	25	2,22	28	1,90
FF	25	2,57		
FG	25	0,22	25	1,41
GA	27	0,59	27	2,25
GB	28	0,48	28	1,38
GC	26	0,67	27	1,40
Middel	26,4	0,80	27,4	1,97
Min.	25	0,22	25	0,60
Maks.	30	2,57	30	4,70

Appendiks XI: Den automatiske eksponeringskontrollens funksjon og svertningskorreksjon

Sted (kode)	Svertningskorreksjon						Tykkelseskorreksjon									Innstilt nettosv. for 4,5 cm
	Målt filmsvertning					Midlere sv.forskjell	Målt filmsvertning				Avvik relativt til 4,5 cm					
	n-2	n-1	n	n+1	n+2		2 cm	3 cm	4,5 cm	6 cm	2 cm	3 cm	6 cm	Maks.	Middel	
AA	0,83	1,01	1,16	1,38	1,52	0,17	1,17	1,17	1,19	1,16	-0,02	-0,02	-0,03	0,03	-0,02	0,98
AB	0,81	1,05	1,25	1,47	1,65	0,21	1,01	1,23	1,26	1,18	-0,25	-0,03	-0,08	0,25	-0,12	1,06
AC	1,07	1,11	1,27	1,32	1,46	0,10	1,30	1,33	1,22	1,18	0,08	0,11	-0,04	0,11	0,08	1,08
AD	0,82	0,93	1,15	1,28	1,50	0,17	1,15	1,12	1,13	1,01	0,02	-0,01	-0,12	0,12	0,05	0,96
AE	0,89	1,15	1,31	1,51	1,63	0,19	1,39	1,47	1,34	1,43	0,05	0,13	0,09	0,13	0,09	1,09
AF	0,78	0,88	1,14	1,44	1,59	0,20	1,01	1,09	1,06	1,24	-0,05	0,03	0,18	0,18	0,09	0,98
AG	0,57	0,74	0,93	1,21	1,48	0,23	0,97	0,92	1,21	0,79	-0,24	-0,29	-0,42	0,42	0,32	0,75
BA	0,99	1,04	1,16	1,23	1,29	0,08	1,16	1,13	1,10	1,03	0,06	0,03	-0,07	0,07	0,05	0,96
BB	0,80	0,95	1,16	1,30	1,46	0,17	1,15	1,13	1,15	1,05	0,00	-0,02	-0,10	0,10	0,04	0,98
BC	0,73	0,98	1,14	1,43	1,68	0,24	1,92	1,58	1,15	0,80	0,77	0,43	-0,35	0,77	0,52	0,95
BD	1,00	1,08	1,20	1,29	1,40	0,10	1,32	1,28	1,34	1,31	-0,02	-0,06	-0,03	0,06	0,04	1,00
BE	0,86	1,07	1,34	1,65	1,85	0,25	1,40	1,39	1,30	1,26	0,10	0,09	-0,04	0,10	0,08	1,16
BF	1,17	0,91	1,03	1,43	1,43	0,07	1,83	1,16	1,34	0,99	0,49	-0,18	-0,35	0,49	0,34	0,83
BG	1,11	1,22	1,34	1,41	1,52	0,10	1,20	1,23	1,26	1,23	-0,06	-0,03	-0,03	0,06	0,04	1,13
CA	0,75	0,93	1,24	1,64	1,94	0,30	1,56	1,37	1,29	1,57	0,27	0,08	0,28	0,28	0,21	1,07
CB	0,94	1,11	1,30	1,46	1,71	0,19	1,40	1,30	1,31	1,22	0,09	-0,01	-0,09	0,09	0,06	1,08
CC	0,47	0,70	1,30	1,75	2,31	0,46	1,76	1,48	1,12	0,75	0,64	0,36	-0,37	0,64	0,46	1,09
CD	1,12	1,25	1,35	1,42	1,57	0,11	1,31	1,29	1,39	1,34	-0,08	-0,10	-0,05	0,10	0,08	1,17
CE	0,89	1,21	1,57	1,88	2,24	0,34	1,50	1,52	1,58	1,64	-0,08	-0,06	0,06	0,08	0,07	1,37
CF	*		2,14	2,40	2,61	0,24	2,46	2,24	2,14	1,91	0,32	0,10	-0,23	0,32	0,22	1,93
CG	0,83	1,13	1,44	1,73	1,98	0,29	1,97	1,78	1,44	1,17	0,53	0,34	-0,27	0,53	0,38	1,22
DA	1,03	1,22	1,27	1,41	1,48	0,11	1,29	1,22	1,22	1,31	0,07	0,00	0,09	0,09	0,05	1,07
DB	0,88	1,11	1,34	1,56	1,79	0,23	1,34	1,36	1,27	1,15	0,07	0,09	-0,12	0,12	0,09	1,14
DC	0,83	1,00	1,26	1,43	1,74	0,23	1,28	1,24	1,26	1,17	0,02	-0,02	-0,09	0,09	0,04	1,08
DD	0,66	0,88	0,99	1,28	1,47	0,20	1,01	1,15	1,05	0,96	-0,04	0,10	-0,09	0,10	0,08	0,78
DE	0,65	0,84	1,10	1,46	1,83	0,30	2,62	1,91	1,10	0,69	1,52	0,81	-0,41	1,52	0,91	0,85
DF	0,89	1,00	1,40	1,73	2,10	0,30	1,31	1,31	1,46	1,56	-0,15	-0,15	0,10	0,15	0,13	1,18
DG	0,71	1,02	1,29	1,54	1,87	0,29	1,94	1,65	1,22	0,86	0,72	0,43	-0,36	0,72	0,50	1,10
EA	0,95	1,13	1,32	1,56	1,69	0,19	1,38	1,33	1,31	1,27	0,07	0,02	-0,04	0,07	0,04	1,07
EB	0,88	1,09	1,36	1,57	1,83	0,24	1,43	1,38	1,36	1,19	0,07	0,02	-0,17	0,17	0,09	1,16
EC	0,61	0,84	1,09	1,51	1,99	0,35	1,26	1,17	1,13	1,21	0,13	0,04	0,08	0,13	0,08	0,92
ED	0,99	1,15	1,38	1,55	1,92	0,22	1,11	1,03	1,41	1,53	-0,30	-0,38	0,12	0,38	0,27	1,16
EE	0,61	0,88	1,29	1,86	2,30	0,42	2,17	1,75	1,30	0,89	0,87	0,45	-0,41	0,87	0,58	1,05
EF	0,79	0,95	1,20	1,49	1,75	0,24	1,17	1,10	1,05	1,15	0,12	0,05	0,10	0,12	0,09	1,03
EG	0,60	0,81	1,09	1,69	2,12	0,38	0,96	1,03	1,22	1,65	-0,26	-0,19	0,43	0,43	0,29	0,88
FA	1,31	1,49	1,56	1,71	1,84	0,13	1,50	1,54	1,50	1,30	0,00	0,04	-0,20	0,20	0,08	1,36
FB	1,00	1,08	1,20	1,31	1,45	0,11	1,20	1,21	1,20	1,13	0,00	0,01	-0,07	0,07	0,03	1,02
FC	0,40	0,71	1,21	1,77	2,22	0,46	1,88	1,66	1,27	0,85	0,61	0,39	-0,42	0,61	0,47	1,01
FD	0,95	1,18	1,45	1,69	1,77	0,21	1,33	1,19	1,33	1,80	0,00	-0,14	0,47	0,47	0,20	1,24
FE	0,97	1,07	1,18	1,27	1,35	0,10	1,05	1,09	1,11	1,17	-0,06	-0,02	0,06	0,06	0,05	0,98
FF	0,72	0,76	1,40	1,80	2,16	0,36	1,57	1,23	1,00	0,97	0,57	0,23	-0,03	0,57	0,28	1,19
FG	0,99	1,10	1,32	1,46	1,72	0,18	0,95	1,09	1,31	1,29	-0,36	-0,22	-0,02	0,36	0,20	1,11
GA	0,64	0,85	1,13	1,45	1,71	0,27	2,06	1,68	1,14	0,72	0,92	0,54	-0,42	0,92	0,63	0,91
GB	0,76	0,98	1,20	1,48	1,84	0,27	1,20	1,21	1,24	1,18	-0,04	-0,03	-0,06	0,06	0,04	0,99
GC	1,09	1,40	1,72	2,17		0,36	1,90	1,80	1,76	1,60	0,14	0,04	-0,16	0,16	0,11	1,52
Middel	0,85	1,02	1,28	1,54	1,77	0,23	1,44	1,35	1,28	1,20	0,25	0,15	0,17		0,19	1,08
Min.	0,40	0,70	0,93	1,21	1,29	0,07	0,95	0,92	1,00	0,69	0,00	0,00	0,02		0,02	0,75
Maks.	1,31	1,49	2,14	2,40	2,61	0,46	2,62	2,24	2,14	1,91	1,52	0,81	0,47		0,91	1,93

*) Apparatet har kun tre korreksjonstrinn

Appendiks XII: Parametre vurdert som ikke godkjent

Sted (kode)	kV	Stigetid rørspenning	Eksponeringstid		HVL	mGy/s	AEC		Normal svertning	Absorbert stråledose
			Kontakt	Forstørrelse			Tykkelse	Korr.trinn		
AA				*						*
AB				*			*	*		
AC			*	*						
AD			*						*	
AE										
AF									*	
AG		*		*			*	*		
BA	*		*					*	*	
BB				*					*	*
BC	*	*					*	*	*	
BD	*		*			*				
BE								*		
BF							*	*		
BG	*		*			*				
CA			*		*		*	*		*
CB										
CC				*			*	*	*	
CD	*					*				
CE				*				*		
CF		*		*		*	*	*	*	
CG			*			*	*	*		
DA	*					*				
DB				*				*		
DC				*				*		*
DD									*	
DE							*	*	*	
DF								*		
DG							*	*		
EA	*									
EB								*		
EC								*	*	*
ED							*	*		
EE					*		*	*		
EF				*				*	*	*
EG				*			*	*		
FA	*	*				*				
FB			*							*
FC							*	*		
FD							*	*		*
FE			*						*	*
FF		*	*			*	*	*	*	*
FG							*			
GA				*			*	*	*	
GB								*		
GC								*	*	

StrålevernRapport 1995:1
Radioactivity in the marine environment
Report from the national surveillance programme

StrålevernRapport 1995:2
Årsrapport 1994

StrålevernRapport 1995:3
Magnetiske felt i en neonatal intensivavdeling

StrålevernRapport 1995:4
Videreutvikling av norsk atomulykkeberedskap

ISSN 0804-4910

