

Statens strålevern i Mammografiprogrammet

Resultater fra teknisk kvalitetskontroll hentet fra databaseprogrammet TKK



Referanse:

Ormberg I. W., Pedersen K., Bredholt K. Statens strålevern i Mammografiprogrammet – Resultater fra teknisk kvalitetskontroll hentet fra databaseprogrammet TKK. StrålevernRapport 2006:2. Østerås: Statens strålevern, 2006. Språk: Norsk

Emneord:

Mammografi. Mammografiscreening. Konstanskontroller. Databaseprogram. Teknisk kvalitet.

Resymé:

Statens strålevern utfører årlige tekniske statuskontroller på mammografiutstyret i det norske Mammografiprogrammet. I tillegg har radiografene lokalt ansvaret for å utføre konstanskontroller. Konstanskontroller er enkle og lite tidkrevende tester som gjøres ofte for å kontrollere og sikre en tilfredsstillende kvalitet og jevn ytelse. Radiografene rapporterer resultatene til Strålevernet via et databaseprogram kalt TKK. Denne rapporten presenterer noen av disse resultatene, samt gjør en vurdering av programmet som rapporteringsverktøy.

Reference:

Ormberg I. W., Pedersen K., Bredholt K. The Norwegian Radiation Protection Authority in the Norwegian Breast Cancer Screening Program – Results from technical quality control obtained from the database program TKK. StrålevernRapport 2006:2. Østerås: Norwegian Radiation Protection Authority, 2006. Language: Norwegian.

Key words:

Mammography. Mammography screening. Constancy tests. Database program. Technical quality.

Abstract:

The Norwegian Radiation Protection Authority (NRPA) performs annual technical status controls of the mammography equipment in the Norwegian Breast Cancer Screening Program. In addition, the local radiographers are responsible for the frequent quality control tests (constancy tests). These are simple and less time-consuming tests, which are performed to ensure satisfying quality and continually high performance. The radiographers report their results to the NRPA via a database program called TKK. This report presents some of these results, and makes an evaluation of the program as a reporting tool.

Prosjektleder: Ida Wendelbo Ormberg,

Godkjent:



Gunnar Saxebøl, avdelingsdirektør, Avdeling Strålevern og sikkerhet.

38 sider.

Utgitt 2006-03-15.

Opplag 130 (03-06).

Form, omslag: Lobo Media AS, Oslo.

Trykk: Lobo Media AS, Oslo.

Bestilles fra:

Statens strålevern, Postboks 55, 1332 Østerås.

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

e-post: nrpa@nrpa.no

www.nrpa.no

ISSN 0804-4910

Statens strålevern i Mammografiprogrammet

Resultater fra teknisk kvalitetskontroll hentet fra
databaseprogrammet TKK

Ida Wendelbo Ormberg

Kristin Pedersen

Kirsti Bredholt

Statens strålevern

Norwegian Radiation
Protection Authority
Østerås, 2006

Forord

I Mammografiprogrammet i Norge inviteres alle norske kvinner i alderen 50-69 år til screeningundersøkelse for brystkreft annethvert år. Målsettingen med programmet er å redusere dødeligheten av brystkreft blant de inviterte med 30 %.

I Mammografiprogrammet er det lagt opp til en tett oppfølging av kvaliteten i alle ledd. Programmet ledes av Kreftregisteret og Statens strålevern har et ansvar for teknisk kvalitetskontroll av utstyret som benyttes. De faktiske testene utføres dels av lokale radiografer (konstanskontroller), dels av Strålevernet (statuskontroller).

For å lette arbeidet med oppfølging av testresultater fra radiografene, ble det i perioden 2000-2003 utviklet et eget databaseprogram, TKK (Teknisk KvalitetsKontroll). Her legger radiografene selv inn resultater fra tester de har utført. Den første installasjonen av programmet kom i august 2003. Nærmere beskrivelser av programmet kan leses i StrålevernRapport 2005:9 (1).

Strålevernet har tilgang til alle data som registreres i TKK via et internt datanettverk for Mammografiprogrammet. Det er også lagt til rette for samlet uthenting av enkelte typer data. I prosjektet som danner grunnlaget for denne rapporten ønsket vi å:

- Prøve ut de mulighetene som per i dag ligger i TKK når det gjelder å hente ut data om det tekniske utstyret som benyttes i Mammografiprogrammet, inkludert resultater fra konstanskontrollene. På grunnlag av dette komme fram til interessante og nyttige måter å presentere disse dataene på.
- Identifisere områder der det er ønskelig med endring, forbedring og videreutvikling av rapporteringsverktøyene i TKK.

Rapporten omfatter resultater fra konstanskontroller fra perioden august 2003 til og med desember 2004. I noen tilfeller er det supplert med informasjon fra statuskontroller utført av Strålevernet. Informasjon om screeningaktiviteten, altså hvor mye det screenes ved hvert enkelt laboratorium, er data fra Kreftregisteret.

Innhold

Forord	3
Innhold	4
Sammendrag	6
Summary	7
Innledning	8
1.1 Mammografiprogrammet i Norge	8
1.2 Teknisk kvalitetskontroll i Mammografiprogrammet	8
1.2.1 Konstanskontroller	9
1.3 Databaseprogrammet TKK	10
2 Utstyr i Mammografiprogrammet	11
2.1 Mammografiapparater	11
2.2 Framkallermaskiner	12
2.3 Film, folier og kassetter	15
2.4 Testutstyr (Bildekvalitetsfantomer)	15
3 Resultater	16
3.1 Bruken av TKK ved screeninglaboratoriene	16
3.2 Valg av strålekvalitet	17
3.3 Anvendt filmsvertning	18
3.4 Test av automatisk eksponeringskontroll (AEC)	20
3.4.1 Stabil filmsvertning over tid – daglige kontroller	20
3.4.2 Stabil filmsvertning for objekter med varierende tykkelse	22
3.5 Kontroll av film og framkalling	26
3.5.1 Grunnsjør	27
3.5.2 Filmhastighet	28
3.5.3 Filmkontrast	29
4 Diskusjon	31
	4

4.1	TKK som rapporteringsverktøy	31
	4.1.1 <i>Datatilgjengelighet i TKK</i>	31
	4.1.2 <i>Bruken av TKK ved screeninglaboratoriene</i>	31
4.2	Utstyr i Mammografiprogrammet	32
	4.2.1 <i>Mammografiapparater</i>	32
	4.2.2 <i>Framkallermaskiner</i>	32
4.3	Valg av strålekvalitet	32
	4.3.1 <i>Automatisk valg av strålekvalitet</i>	32
	4.3.2 <i>Automatisk valg av strålekvalitet ved kvalitetskontroll</i>	33
4.4	Anvendt filmsvertning	33
4.5	Test av automatisk eksponeringskontroll (AEC)	34
	4.5.1 <i>Stabil filmsvertning over tid – daglige kontroller</i>	34
	4.5.2 <i>Stabil filmsvertning for objekter med varierende tykkelse</i>	34
4.6	Kontroll av film og framkalling	35
	4.6.1 <i>Grunnslør</i>	35
	4.6.2 <i>Filmhastighet</i>	35
	4.6.3 <i>Filmkontrast</i>	35
5	Konklusjon	37

Sammendrag

Statens strålevern har ansvaret for den tekniske kvalitetskontrollen i Mammografiprogrammet. Arbeidet med de hyppige kvalitetskontrollene (konstanskontroller) er delegert til lokale radiografer, som rapporterer sine resultater til Strålevernet. Det er utviklet et rapporteringsverktøy for dette formålet, databaseprogrammet TKK. Dette programmet lar brukeren registrere sine testresultater og få se på utviklingen til noen av testresultatene over tid. En versjon av TKK er også tilgjengelig på Strålevernet, men fysikerne her kan ikke legge til eller endre på de lagrede resultatene. Dataene er kun lesbare, og programmet har muligheter for ulike rapportkjøringer som samler resultater og presenterer disse. Foreløpig håndterer programmet kun data for analog mammografi.

Denne rapporten presenterer resultater fra teknisk kvalitetskontroll av utstyr brukt i Mammografiprogrammet, hovedsakelig data innrapportert via TKK i perioden august 2003 til og med desember 2004. Det er ellers gitt en oversikt over hvilket mammografiutstyr som benyttes i Mammografiprogrammet som helhet, her er utstyr som foreløpig ikke er registrert i TKK også tatt med. For øvrig er testresultater og detaljer utover dette stort sett hentet kun fra utstyr som er registrert i TKK. Det er presentert resultater fra de daglige testene "AEC – Reproduserbarhet" og "Sensitometri – Trepunkts", samt fra testen "AEC – Tykkelseskompensasjon" (2). Grunnen til at disse testene er blitt prioritert er at de har mange registreringer og tallverdier som testresultat, hvilket gjør dem velegnet for sammenligning. Tester som disse gir også en pekepinn på hvordan utstyret fungerer som helhet.

Det er totalt 51 mammografiapparater og 33 framkallermaskiner i Mammografiprogrammet. Av disse er det i denne rapporten resultater fra 31 mammografiapparater og 27 framkallermaskiner fordelt på 17 fylker. 71 % av de laboratoriene det er rapportert resultater fra har et svertningsnivå innenfor det anbefalte området på 1,4 - 1,6 svertningsenheter. Halvparten av laboratoriene har mindre enn 10 % av resultatene sine utenfor grenseverdiene på de daglige testene av både mammografiapparat og framkallermaskin.

I de fleste testene sammenliknes testresultatene med fastsatte krav og begrensninger i forhold til aksepterte avvik. Vår gjennomgang viser at utstyret registrert i TKK kan ha en del avvik, men noe av dette kan forklares i bruken av TKK og har ikke nødvendigvis sammenheng med at utstyret ikke er optimalt.

Arbeidet med denne rapporten har gitt et godt grunnlag for videreutvikling av TKK som rapporteringsverktøy. Programmet virker godt etter spesifikasjonene, men har potensial for å bli enda bedre, bl.a. hvis en får tilgang til flere og grundigere rapportkjøringer. Det er planer om å videreutvikle programmet, også for å kunne håndtere data fra digitalt mammografiutstyr. Med et forbedret TKK vil muligheten til å opprettholde den nødvendige kvaliteten som mammografiscreening krever bli styrket.

Summary

The Norwegian Radiation Protection Authority (NRPA) is responsible for the technical quality control in The Norwegian Breast Cancer Screening Program (NBCSP). The frequently performed tests (constancy tests) are delegated to local radiographers, who report their results to NRPA. In order to report these results in an efficient way, a database program, TKK, has been developed. This program lets the user register his/her results and study them over time graphically. A version of TKK is also available at the NRPA, but it is not possible for the physicists at the NRPA to add or change the already stored data in any way, in other words the data is “read only”. The program can also generate various reports which collect and present results. At present, TKK is designed only for analogue mammography equipment.

This report presents results from the technical quality control of equipment in use in the NBCSP, mainly data reported via TKK from the period of August 2003 through December 2004. A total overview of the equipment in use in the NBCSP has been included. Equipment not registered in TKK is also included in this overview, while test results and details are collected only from equipment registered in TKK. Results from the daily tests “AEC – Reproducibility” and “Sensitometry – Three Point” are presented together with the weekly test “AEC – Thickness compensation” (2). The reason for prioritising these tests is that they have many registrations and numeric results, which makes them suitable for comparison. Tests like these also give us an idea about the quality of the equipment as a whole.

There are 51 mammography units and 33 processors in the NBCSP. In this report there are results from 31 and 27 of these respectively, covering 17 of 19 counties. 71 % of the laboratories have an optical density level within the recommended range of 1,4 - 1,6. Half of the laboratories have less than 10 % of their results outside limiting values for the daily tests of mammography unit and processor.

In most of the tests the results are compared to set requirements and limitations regarding acceptable deviations. Our review shows that the equipment registered in TKK has some deviations, but some of these can be explained by how TKK has been used by the radiographers, and does not necessarily mean that the equipment is not working optimally.

Through the work with this report a foundation has been made for further development of TKK as a reporting tool. The program works well according to specifications but has a potential for improvement. Among other things there is a need for access to more thorough and additional reports. There are plans for developing the program, including adding a module that will handle digital mammography. With these improvements to TKK the ability to maintain the necessary technical quality that mammography screening requires will be increased.

Innledning

1.1 Mammografiprogrammet i Norge

Mammografiprogrammet startet i 1996 som et prøveprosjekt i fire fylker. Som følge av lovende resultater og Nasjonal kreftplan (3) ble det besluttet å utvide prosjektet til et landsdekkende program. Man planla å være fullstendig landsdekkende innen 2003; tidlig i 2004 hadde alle fylker startet opp.

I Mammografiprogrammet blir kvinner i aldersgruppen 50-69 år invitert til screening hvert annet år. Programmet omfatter i overkant av 460 000 kvinner.

Tre nasjonale institusjoner er involvert i Mammografiprogrammet:

- Kreftregisteret har den nasjonale ledelsen og det overordnede ansvaret for blant annet planlegging av Mammografiprogrammet og innsamling, lagring og analyse av data. De koordinerer også invitasjonsrutinene.
- Strålevernet er blant annet ansvarlig for koordinering av den tekniske kvalitetskontrollen samt optimalisering av bilde kvalitet og stråledoser.
- Nasjonalt folkehelseinstitutt sender ut invitasjonsbrev og brev om negative funn.

I Mammografiprogrammet benyttes også fire mobile screeningenheter. Driften av disse lå fram til 2005 hos Nasjonalt folkehelseinstitutt, men ble da overført til Helse Sør v/Sykehuset Buskerud HF.

1.2 Teknisk kvalitetskontroll i Mammografiprogrammet

Mammografiprogrammet har som mål å redusere dødeligheten av brystkreft hos inviterte kvinner med 30 %. For at en skal kunne nå dette målet må en hele tiden ha god kvalitet i alle ledd. Det er derfor laget en kvalitetsmanual (2) med kvalitetssikringsrutiner for alle aktuelle faggrupper. Kvalitetssikringsrutinene er utarbeidet av representanter for faggruppene, og er i samsvar med internasjonale anbefalinger for mammografi (4,5).

Prosedyrene for den tekniske kvalitetskontrollen er utarbeidet av Strålevernet og er beskrevet i to kapitler i Kvalitetsmanualen:

- Teknisk kvalitetskontroll – Konstanskontroller (kapittel 10)
- Teknisk kvalitetskontroll – Statuskontroller (kapittel 11)

Konstanskontroller omfatter blant annet hyppige (daglige, ukentlige) tester av mammografiutstyret. Disse kontrollene utføres av lokale radiografer. Hvert sted har utpekt en såkalt kvalitetskontrollradiograf, som har ansvar for at konstanskontrollene blir utført og resultatene fulgt opp. Kvalitetskontrollradiografen er også kontaktperson for Strålevernet. Kapitlet om konstanskontroller er også publisert separat som StrålevernRapport 2003:14 (6). Det er foreløpig kun utarbeidet konstanskontroller for analogt mammografiutstyr.

Statuskontrollene består av mer omfattende og utstyrskrevenende tester. De utføres av Strålevernet før utstyret tas i bruk (første statuskontroll), deretter årlig (statuskontroll).

Ved Strålevernet ivaretar en gruppe på fire fysikere oppgavene knyttet til Mammografiprogrammet. Det innbefatter blant annet oppfølging av den tekniske kvalitetskontrollen.

1.2.1 Konstanskontroller

Konstanskontrollene i Mammografiprogrammet omfatter mammografiapparat, framkallermaskin, film, kassetter, lyskasser og mørkerom. Kontrollene utføres daglig, ukentlig, kvartalsvis eller halvårlig.

Tabell 1 viser en oversikt over hvilke tester som inngår i konstanskontrollene og hvor ofte de utføres. For de fleste testene er det oppgitt krav til hvilket område måleverdiene bør ligge i samt hvor stort avvik som kan aksepteres. For en mer detaljert beskrivelse av konstanstestene, se (1) eller (2).

Tabell 1: Oversikt over tester som inngår i konstanskontrollene i Mammografiprogrammet.

Utstyr som kontrolleres	Testtype	Hyppighet
Mammografiapparat	Mekanisk og funksjonell sikkerhet	Hver 3. måned
	AEC – Reproduserbarhet	Daglig
	AEC – Tykkelseskompensasjon	Ukentlig
	AEC – kV-kompensasjon	Halvårlig
	AEC – Korreksjonstrinn	Halvårlig
	AEC – Tykkelses- og kV-kompensasjon	Ukentlig
	Kompresjon og tykkelse	Halvårlig
	Strålefeltets og lysfeltets avgrensing	Halvårlig
	Stereotaktisk utstyr	Månedlig eller før bruk
Film og framkalling	Sensitometri – Hele kurven	Ukentlig
	Sensitometri – Trepunkts	Daglig
	Sensitometri – Mottak av ny film	Mottak av ny film
	Kontroll av framkallermaskinens temperaturindikator	Halvårlig
	Prosesseringstid (total gjennomløpstid)	Ved service/avvik
	Fornyermengde	Ved service/avvik
	Fiksering og vasking	Ved avvik
Mørkerom	Inspeksjon for lyslekkasjer	Halvårlig
	Mørkeromsbelysning	Halvårlig

Kassetter og folier	Inspeksjon og vedlikehold	Daglig
	Film-foliekontakt	Halvårlig
	Forsterkningsfolienes hastighet	Halvårlig
Lyskasser	Lyskasser og granskningsforhold	Fortløpende observasjoner
System	Vurdering av bildekvalitet	Ukentlig
	Artefakter	Hver 3. måned
	Pasientdosemålinger	Minst 50 kvinner i året

I Kvalitetsmanualen stilles det krav om at resultater fra konstanskontrollene skal rapporteres til Strålevernet to ganger i året.

1.3 Databaseprogrammet TKK

TKK (Teknisk KvalitetsKontroll) er et databaseprogram som håndterer resultater fra konstanskontrollene i Mammografiprogrammet. Programmet ble utviklet for å kunne holde oversikt over en økende mengde testresultater etter hvert som Mammografiprogrammet vokste til å bli landsdekkende, og for å kunne yte veiledning til screeningenhetene. Programmet er beskrevet i StrålevernRapport 2005:9 (1).

Etter innføringen av TKK skjer halvårsrapporteringen elektronisk via dette programmet. Strålevernet går gjennom rapportene og ser etter større avvik og ustabil drift. Enhetene får skriftlig tilbakemelding med kommentarer om eventuelle justeringer som må foretas. En enhet er i denne rapporten et sted som utfører mammografi i regi av Mammografiprogrammet. En enhet kan bestå av flere mammografiapparater og det kan være flere enheter i samme fylke.

Programmet har en rapportfunksjon hvor bestemte data kan samles automatisk og eksporteres til Microsoft Excel®. Ved hjelp av disse rapportene kan man sammenligne resultater fra alle laboratoriene.

Dataene som presenteres i denne rapporten er hovedsakelig hentet ut fra TKK i perioden august 2003, da den første installasjonen ble utført, og fram til og med desember 2004. Noen data er også hentet fra statuskontrollene.

Rapportkjøring i TKK som er blitt benyttet i denne rapporten gir følgende informasjon:

- "Utstyrsoversikt" gir en oversikt over hvilket utstyr de enkelte laboratoriene har registrert. Det rapporteres om type utstyr, leverandør, modell og installasjonsdato.
- "Referanseverdier sensitometri" og "Referanseverdier svertning/mAs" returnerer en oversikt over registrerte referanseverdier og gjennomsnittsverdier fra sensitometritestene og testen AEC - Reproduerbarhet. Den rapporterer også om antallet og andelen testresultater som er utenfor grenseverdien for de ulike referanseverdiene.
- "Resultater AEC" gir en oversikt over andelen av testresultater for alle AEC-testene som ligger utenfor angitt grenseverdi.

2 Utstyr i Mammografiprogrammet

2.1 Mammografiapparater

Per 31.12.2004 hadde 23 enheter av totalt 35 registrert sitt mammografiutstyr i TKK. Mammografiapparater fordelt på fylker var da som vist i Tabell 2.

Tabell 2: Oversikt over mammografiapparater i Mammografiprogrammet per 31.12.2004.

Fylke	Antall mammografiapparater		
	Registrert i TKK	Ikke registrert i TKK (hvorav digitale)	Totalt
Akershus	1	5 (1)	6
Aust- og Vest-Agder	4	2	6
Buskerud	2	0	2
Hedmark	3*	0	3
Hordaland	3*	0	3
Møre og Romsdal	2	1	3
Nordland	3*	0	3
Oppland	2	0	2
Oslo	1	3 (3)	4
Rogaland	0	4 (1)	4
Sogn og Fjordane	1	0	1
Telemark	2	1	3
Troms/Finnmark	1*	2 (2)	3
Sør- og Nord-Trøndelag	4	0	4
Vestfold	0	2 (2)	2
Østfold	2	0	2
Totalt	31	20 (9)	51

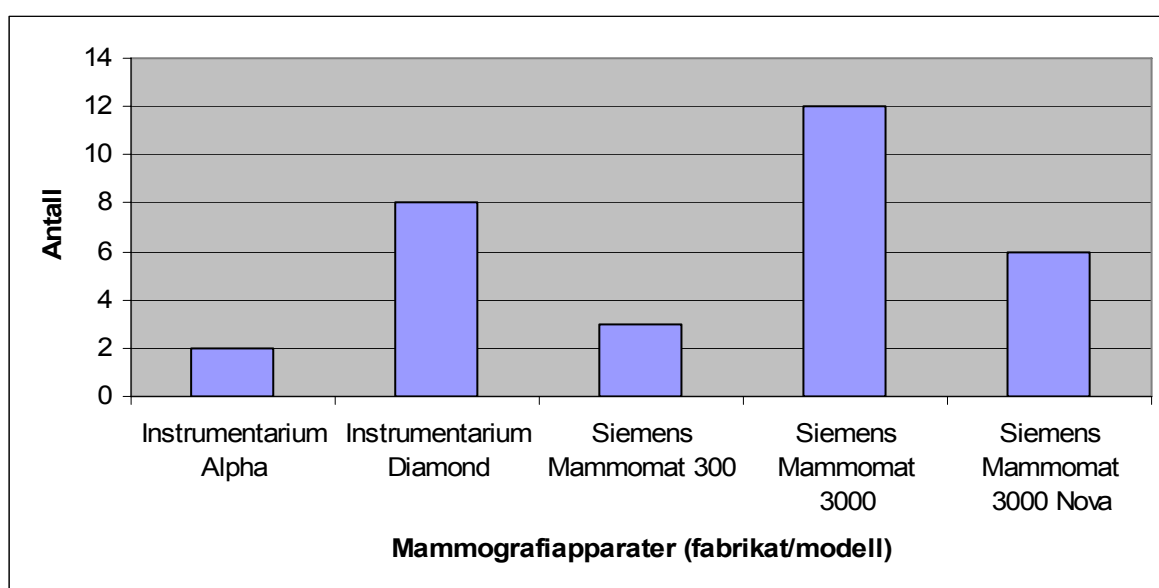
* De mobile enhetene er inkludert her (hhv. Frøya, James, Kaiia og Emma).

Mammografiapparatene i Mammografiprogrammet benyttes enten kun til screening, kun til oppfølging/klinisk undersøkelse, eller til begge deler. For apparatene inkludert i denne rapporten, var rollefordelingen som vist i Tabell 3.

Tabell 3: Oversikt over rollefordelingen for mammografiapparatene i Mammografiprogrammet per 31.12.2004.

Rolle	Mobil	Stasjonær	Totalt
Kun screening	4	28	32
Kun oppfølging/klinisk	0	17	17
Screening og klinisk	0	2	2

I TKK kan en få oversikt over hvilke modeller de ulike laboratoriene har via rapportkjøringen "Utstyrsoversikt". Figur 1 viser hvilke modeller av mammografiapparater som per 31.12.2004 var registrert i TKK.



Figur 1 Oversikt over mammografiapparatene registrert i TKK per 31.12.2004.

Det finnes flere typer mammografiapparater i Mammografiprogrammet en de vist i Figur 1, men enhetene som bruker disse hadde per 31.12.2004 ikke begynt å bruke TKK. De analoge modellene som ikke er registrert i TKK, men som er i bruk i Mammografiprogrammet, er følgende:

- GE Senographe 600T
- GE Senographe 800T
- GE Senographe DMR

2.2 Framkallermaskiner

Kodak har vært eneste leverandør av framkallingsutstyr i Mammografiprogrammet. En oversikt over framkallermaskiner registrert i TKK og totalt i Mammografiprogrammet, er vist i Tabell 4.

Tabell 4: Oversikt over framkallermaskiner i Mammografiprogrammet per 31.12.2004.

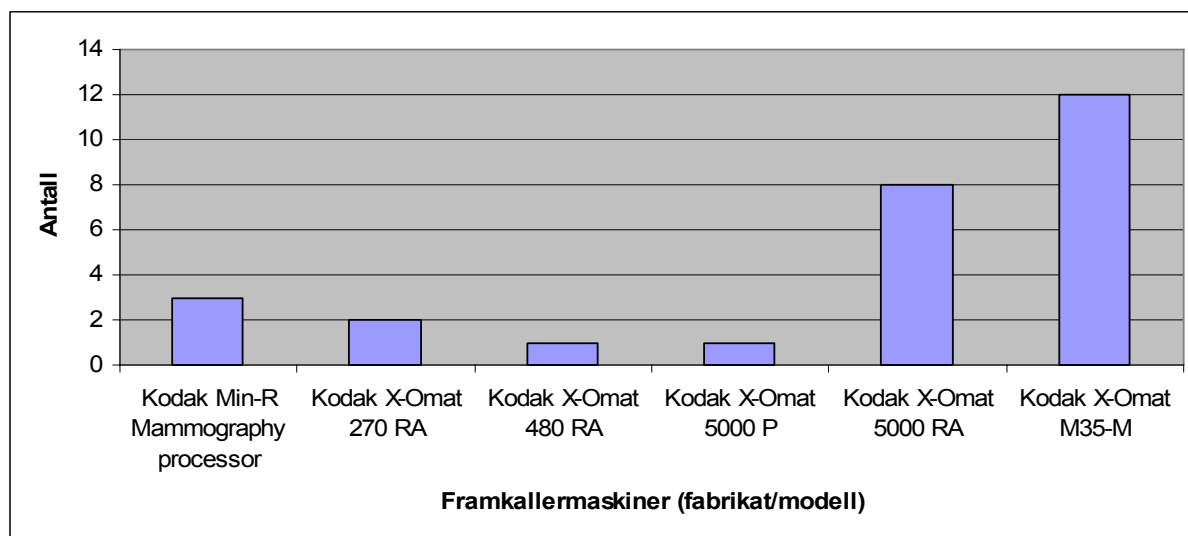
Fylke	Antall framkallermaskiner		
	Registrert i TKK	Ikke registrert i TKK	Totalt
Akershus	1	1	2
Aust- og Vest-Agder	3	1	4
Buskerud	2	0	2
Hedmark	2	0	2
Hordaland	2	0	2
Møre og Romsdal	2	1	3
Nordland	2	0	2
Oppland	2	0	2
Oslo	1	0	1
Rogaland	0	2	2
Sogn og Fjordane	1	0	1
Telemark	2	1	3
Troms/Finnmark	1	0	1
Sør- og Nord-Trøndelag	4	0	4
Vestfold	0	0	0
Østfold	2	0	2
Totalt	27	6	33

Som for mammografiapparatene, har også framkallermaskinene litt forskjellige roller. En oversikt over rollefordelingen er vist i Tabell 5. Ingen mobile enheter har framkallermaskin. Film fra de mobile enhetene framkalles i framkallermaskiner lokalisert på en stasjonær screeningenhet i det fylket bussen befinner seg.

Tabell 5: Oversikt over rollefordelingen for framkallermaskinene i Mammografiprogrammet per 31.12.2004.

Rolle	Antall
Kun screening	20
Kun oppfølging/klinisk	12
Screening og klinisk	1

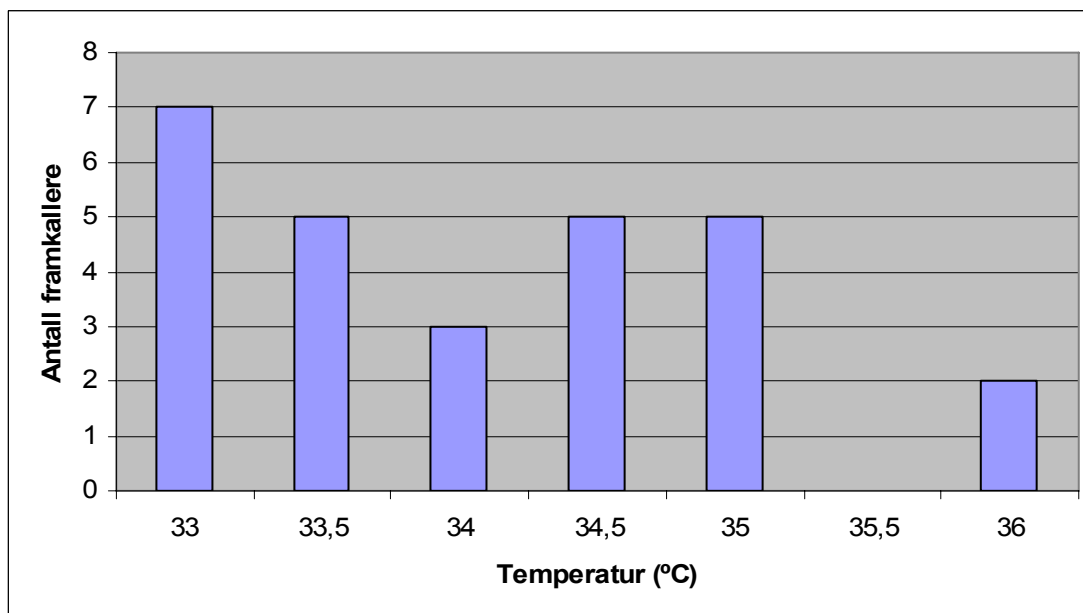
Figur 2 viser hvilke modeller som per 31.12.2004 var registrert i TKK.



Figur 2 Oversikt over framkallermaskinene registrert i TKK per 31.12.2004 fordelt på modellnavn.

For brukere av framkallermaskiner for mammografi vil noen av modellnavnene kanskje synes fremmede. Dette er fordi framkallermaskiner som har en integrert tømme-/ladeenhet ofte bare er merket med modellnavnet for tømme-/ladeenheten. Modellnavnet på selve framkallermaskinen kan være skjult inne i maskinen. I forbindelse med kontroll av framkallingen er det av interesse å vite hvilken modell som har vært brukt.

Temperaturen til framkallervæsken er av betydning for kvaliteten på bildene som framkalles. Figur 3 viser en oversikt over hvilke temperaturer framkallermaskinene registrert i TKK benytter.



Figur 3 Oversikt over temperaturfordelingen til framkallermaskinene registrert i TKK per 31.12.2004.

Temperaturer fra 33 °C til 35 °C er det mest vanlige. 25 av 27 framkallermaskiner (93 %) er innstilt med en temperatur i dette området. To framkallermaskiner har 36 °C i sin framkallervæske. Modellen Kodak X-Omat M35-M har kun temperaturer i området 33 til 34,5 °C, med halvparten rundt 33 °C.

Framkallermaskinen Kodak X-Omat 5000 RA har temperaturer i området 34 til 36 °C med halvparten i området 35-36 °C.

2.3 Film, folier og kassetter

Kodak har også vært eneste leverandør av film-folie/kassettsystemer. Mammografifilm har emulsjon kun på en side av filmen, i motsetning til generell røntgenfilm. Dette gir en økt kontrast og oppløsning, noe som er gunstig for mammografi. Under perioden dekket av denne rapporten (august 2003-desember 2004), var to ulike film-folie/kassettsystemer i bruk:

- Min-R 2000 film med Min-R folie og Min-R /Min-R2 kassetter
- Min-R EV film med Min-R EV folie og Min-R EV kassetter

Tabell 6 viser fordelingen av de to systemene ved enhetene vi rapporterer resultater fra her.

Tabell 6: Oversikt over film-folie/ kassettsystemer registrert i TKK per 31.12.2004.

System (film/folie/kasset)	Antall
Kodak Min-R 2000/Min-R 2190/Min-R	24
Kodak Min-R EV/Min-R EV 190/Min-R EV	7

Systemene har ulike egenskaper når det gjelder blant annet kontrast og svertningsnivå. Det nyeste systemet (Min-R EV) gir mørkere bilder enn det gamle systemet (Min-R) ved samme eksponering. I tillegg skal det gi høyere kontrast.

2.4 Testutstyr (Bildekvalitetsfantomer)

Vurdering av bildekvalitet ved bruk av bildekvalitetsfantom er et viktig ledd i kvalitetskontrollen. Tre ulike fantommodeller er representert i Mammografiprogrammet, se *Tabell 7*.

Leverandørene NRT (Nordisk røntgen teknik A/S, Danmark) og CGR (Compagnie Generale Radiologie, eid av GE Medical Systems, UK) har fantomer med ganske likt innhold, mens CIRS (Computerized Imaging Reference Systems, Model 011A, CIRS, USA) leverer fantomer med innhold som gir et noe annet bilde. I TKK er det derfor lagt opp til at man kan velge mellom to typer bildekvalitetsfantomer, henholdsvis NRT og CIRS.

Tabell 7: Oversikt over bildekvalitetsfantomer registrert i TKK per 31.12.2004.

Leverandør	Tilsvarende testvindu/bilde i TKK	Antall registrerte i TKK
CIRS	CIRS	12
NRT	NRT	15
CGR	NRT	1

3 Resultater

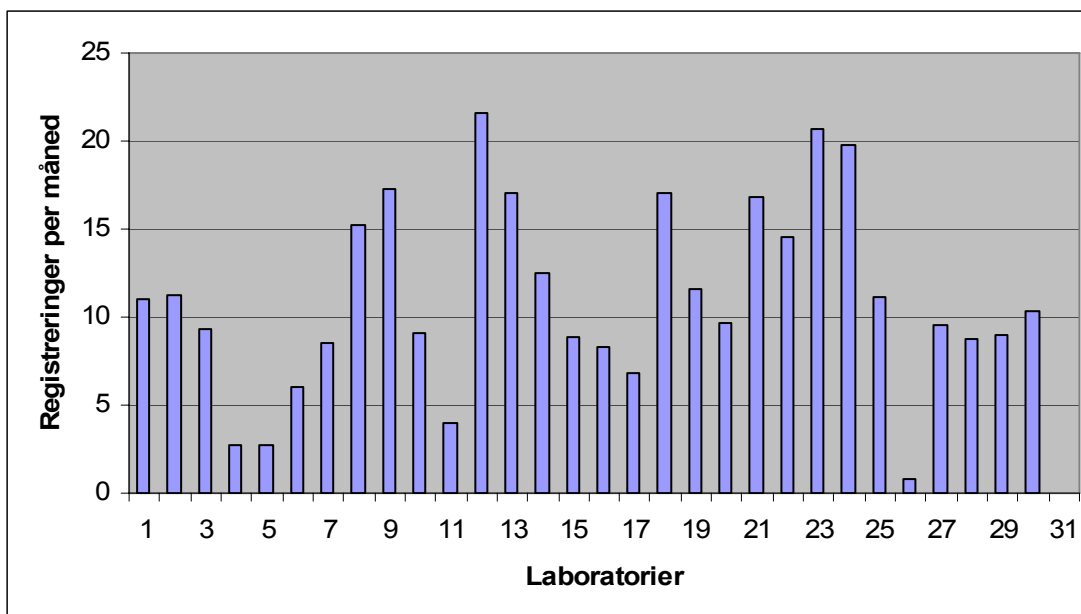
Resultatene fra de aller fleste testene i konstanskontrollen kan registreres i TKK. Det finnes imidlertid noen unntak, dette gjelder testing av prosesseringstida til framkallermaskinen samt fornyermengde og fiksering og vasking. I tillegg finnes ingen konkret rapporteringsmulighet for artefakter. Årsaken til dette er at testene ikke skal utføres jevnlig, kun ved avvik og service, og for artefakt-testens del at den ikke eksisterte da TKK begynte å bli utviklet.

Ikke alle resultatene blir presentert i denne rapporten, til tross for at de er registrert i TKK. Dette er fordi ikke alle testene foreløpig har rapportkjøringer som gjør det mulig å presentere dem på en fornuftig måte. Dette gjelder blant annet testen for bildekvalitet. I tillegg er noen tester av en slik art at de ikke blir interessante å se på sammen med andre resultater. For eksempel gjøres test av kassetter en gang i halvåret og gir blant annet resultater med OK eller IKKE OK. Uten tallverdier å sammenligne med blir disse resultatene mindre interessante i denne rapporten. Når det gjelder testen Sensitometri – Hele kurven har denne blitt utelatt fordi det er registrert for få tester.

Alle resultater er anonymisert slik at laboratoriene er representert ved et nummer. Et laboratorium har ett nummer for sitt mammografiapparat og ett nummer for sin framkallermaskin i alle figurene.

3.1 Bruken av TKK ved screeninglaboratoriene

Hvor mange testresultater hver enkelt enhet har registrert avhenger blant annet av hvor lenge laboratoriet har hatt programmet TKK tilgjengelig. Testen AEC - Reproduserbarhet skal utføres alle dager det er mammografiaktivitet ved laboratoriene. Figur 4 viser antall registreringer per måned for denne testen i perioden laboratoriene har registrert testdata i TKK. Antallet er beregnet ut fra hvor mange registreringer som er gjort totalt, fordelt på antall måneder laboratoriet har benyttet TKK. Ved et normalt screeninglaboratorium som har screening hver dag fem dager i uka, vil det være naturlig å ha registrert mellom 15 og 20 testresultater per måned. I resultatene under er det ikke regnet med to måneder sommerstengning og andre perioder med pause i screeningarbeidet, slik at antall registreringer per måned blir noe lavere på grunn av dette.



Figur 4 Antall registreringer av AEC – Reproduserbarhet per måned i perioden laboratoriene har brukt TKK.

15 av 31 (48 %) laboratorier har mindre enn 10 registreringer i snitt per måned. Av disse er det sju laboratorier som har screening hver dag fem dager i uka. Dette er laboratorium nummer 5, 6, 7, 20, 26, 28 og 29. De andre åtte har redusert screeningvirksomhet enten ved kortere screeningperioder eller ved at de har screening kun to til tre ganger i uka.

3.2 Valg av strålekvalitet

Kombinasjonen av anvendt anode- og filtermateriale samt rørspenning (kV) bestemmer *strålekvaliteten* ved eksponering. Tidligere var det vanlig at mammografiapparater kun hadde ett anode- og ett filtermateriale (molybden) og at radiografene stilte inn rørspenning manuelt. Mer moderne utstyr gir som regel mulighet for å velge mellom flere anode-/filterkombinasjoner. De fleste nyere apparater tilbyr også en eller annen form for automatisk valg av anode-/filtermateriale og rørspenning. Innvirkningen av manuell kontra automatisk teknikk på stråledosen er omtalt i Strålevernrapport 2005:12 (7). Der ble det vist at bruk av apparater med flere anode-/filterkombinasjoner ga lavere dosenivå hos screenede kvinner enn apparater med kun én anode-/filterkombinasjon. Dette gjaldt spesielt ved tykke bryst.

Ved enkelte konstanstestprosedyrer skal et såkalt standard testobjekt (4,5 cm homogent fantom som representerer et gjennomsnittsbryst) eksponeres med apparatet stilt inn på samme måte som ved eksponering av screeningkvinner og pasienter. Ved noen enheter der man har mammografiapparater med mulighet for automatisk parametervalg, har man likevel valgt å utføre konstanstestprosedyrene med manuell innstilling av eksponeringsparametrene. *Tabell 8* viser en oversikt over bruk av automatisk eller manuell innstilling av eksponeringsparametrene for mammografiapparater registrert i TKK.

Tabell 8: Oversikt over bruk av automatisk eller manuell innstilling av eksponeringsparametre for mammografiapparater registrert i TKK per 31.12.2004.

Produsent	Modell	Antall	Antall som benytter automatikk ved eksponering av kvinner	Antall som benytter automatikk ved testprosedyrer
Siemens	Mammomat 300	3	Ingen automatikk	Ingen automatikk
Siemens	Mammomat 3000	12	6	5
Siemens	Mammomat 3000 NOVA	6	6	6
Instrumentarium	Alpha	2	2	2
Instrumentarium	Diamond	8	8	5
	TOTALT	31	22 av 28 mulige	18 av 28 mulige

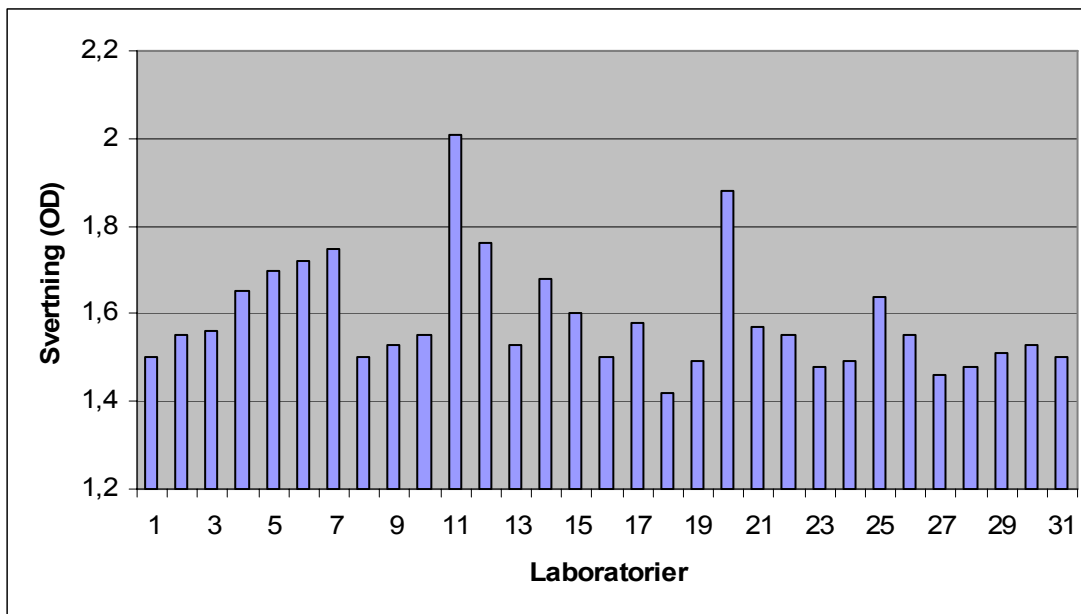
Den anode-/filterkombinasjonen som flest apparater velger/benytter for bilder tatt med standard testobjekt er molybden/molybden. Tabell 9 viser en oversikt over de forskjellige strålekvalitetene som er i bruk for dette fantomet i TKK.

Tabell 9: Oversikt over anode- og filtermateriale samt rørspenning for standard testobjekt registrert i TKK per 31.12.2004.

Strålekvalitet (anode/filter, rørspenning)	Antall
Molybden/Molybden, 28 kV	9
Molybden/Molybden, 29 kV	8
Molybden/Molybden, 30 kV	12
Molybden/Rhodium, 29 kV	2

3.3 Anvendt filmsvertning

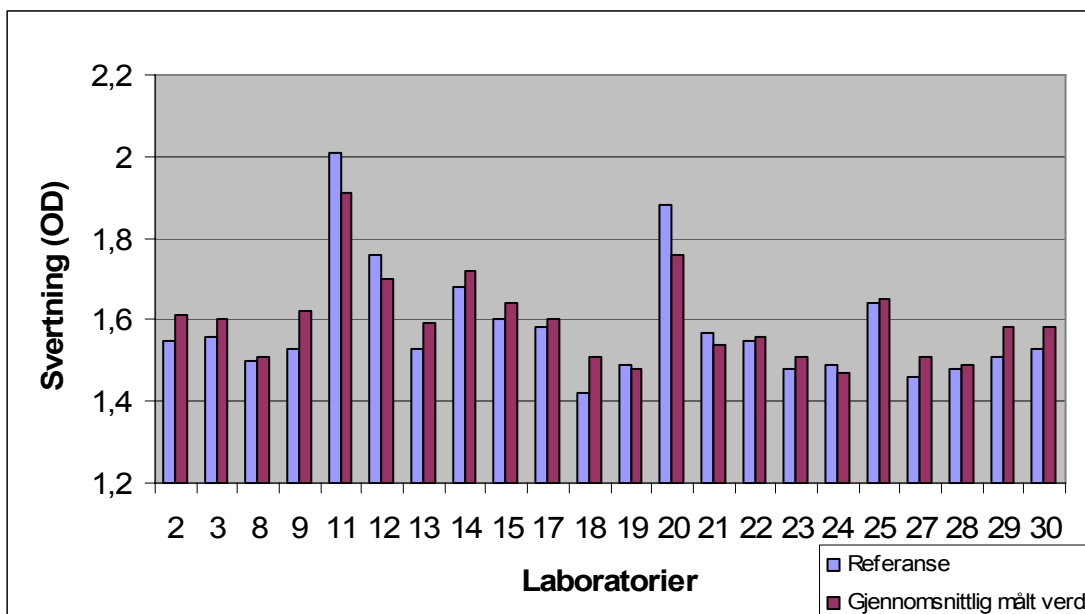
I følge Kvalitetsmanualen bør filmsvertningen ved en såkalt referanseeksponering ligge i området 1,4 - 1,6 svertningsenheter, og skal ligge innenfor 1,2 – 1,8 svertningsenheter. En referanseeksponering er en eksponering av et standard testobjekt utført med den strålekvaliteten en ville benyttet ved eksponering av et virkelig bryst med tilsvarende tykkelse. Figur 5 viser referanseverdier for svertning for alle de registrerte mammografiapparaterne. Resultatene i Figur 5 er hentet fra TKK-rapporten ”Referanseverdier Svertning/mAs”. Referanseverdiene er målverdier som kan bestemmes ved å ta gjennomsnittet av flere referanseeksponeringer over flere dager. På den måten tar man hensyn til at det alltid vil være noe variasjon i resultatene.



Figur 5 Referanseverdier for svertning for alle mammografiapparater registrert i TKK.

For 22 av 31 (71 %) laboratorier registrert i TKK ligger referanseverdien innenfor det anbefalte området 1,4 – 1,6 svertningsenheter. De øvrige laboratoriene har referanseverdier som er høyere enn anbefalt nivå. To laboratorier (6,5 %) har en referansesvertning over 1,8 svertningsenheter.

For å få en oversikt over svertningsnivået i Mammografiprogrammet, kan en i tillegg til å se på referanseverdiene ved de ulike laboratoriene, også sammenlikne disse med den gjennomsnittlige målte svertningen laboratoriet har registrert, se Figur 6. Resultatene er hentet fra TKK-rapporten ”Referanseverdier mAs/svertning” som lister opp referanseverdier for mAs og svertning og tilhørende gjennomsnittlige testverdier. For de laboratoriene som har benyttet flere referanseverdier i perioden, viser vi den verdien som gjaldt per 31.12.2004. Gjennomsnittlig målt svertning er hentet fra samme periode som referanseverdien gjaldt. Ni laboratorier med færre enn 20 registreringer av testen har blitt utelatt fra figuren.



Figur 6 Referanseverdier og gjennomsnittsverdier for svertning for alle laboratorier registrert i TKK per 31.12.2004

Grænseverdien for avvik mellom referanseverdien og testverdien er 0,15 svertningsenheter. Alle laboratoriene har en forskjell på mindre enn 0,15 svertningsenheter mellom referanseverdien og gjennomsnittlig testverdi. 20 av 22 mammografiapparater (91 %) viser en forskjell på mindre enn 0,10 svertningsenheter.

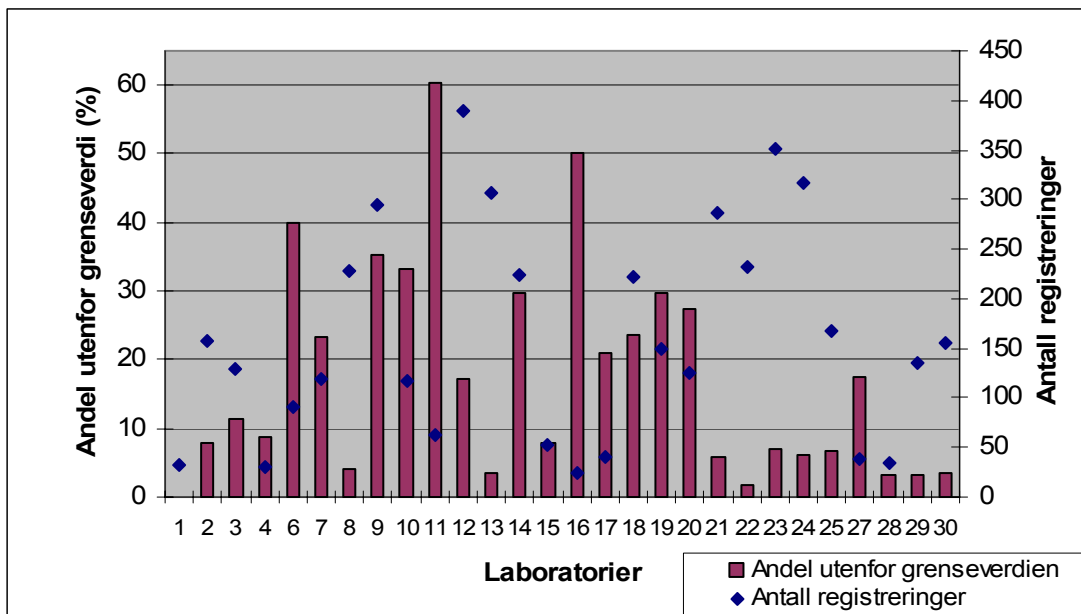
3.4 Test av automatisk eksponeringskontroll (AEC)

Den automatiske eksponeringskontrollen skal sørge for at stråledosen til filmen, og dermed filmsvertningen, blir tilnærmet konstant, uavhengig av det eksponerte objektets (brystets) tykkelse og stråletetthet.

3.4.1 Stabil filmsvertning over tid – daglige kontroller

Testen "AEC – Reproduerbarhet" utføres daglig og gir et mål på mammografisystemets evne til å gi stabil filmsvertning over tid. Variasjon i filmsvertning fra dag til dag kan skyldes variasjon i ytelsen til mammografiapparatet (uttrykt ved mAs-verdien) eller i film- og framkallingsforhold. I Kvalitetsmanualen (1) står det at svertningsverdien ikke bør avvike mer enn $\pm 0,10$ svertningsenheter og ikke skal avvike mer enn $\pm 0,15$ svertningsenheter i forhold til referanseverdien for mammografiapparatet. For mAs-verdien er maksimalt akseptabelt avvik $\pm 10\%$.

Figur 7 viser andelen av testresultatene registrert i TKK som ligger utenfor de angitte grænseverdiene for svertning og/eller mAs. Tallene er hentet fra TKK-rapporten "Resultater AEC". Her hentes alle AEC-tester som er registrert, og så ser man på antallet underkjente tester i forhold til det totale antallet. Både antall og andel utenfor grænseverdien er registrert og beregnet. Resultatene er presentert sammen med antall registreringer som ligger til grunn for beregningen.

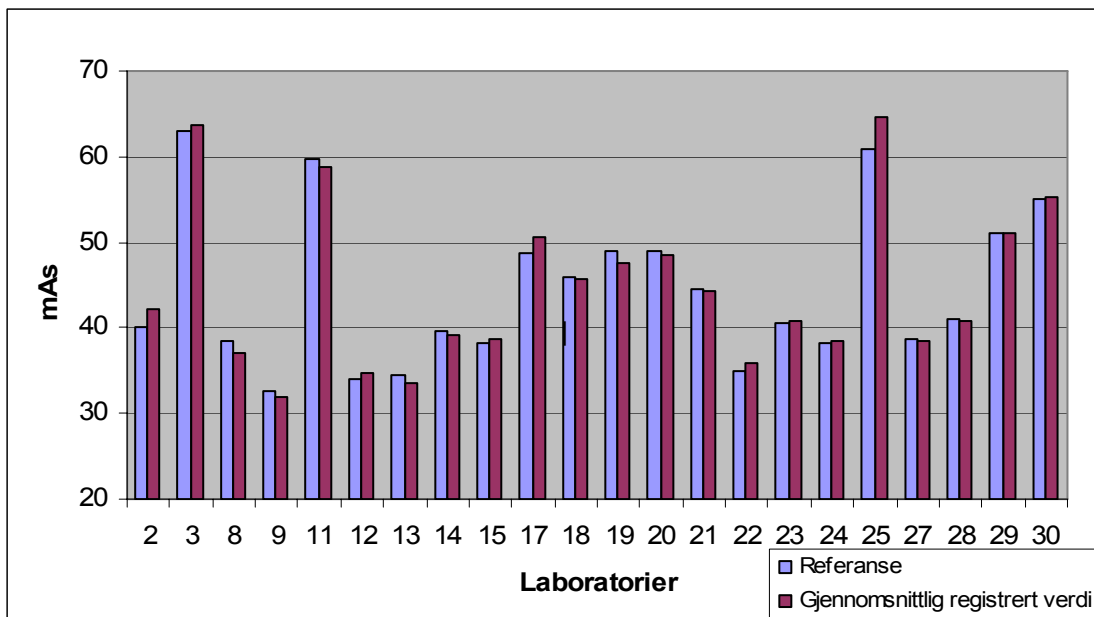


Figur 7 AEC – Reproduserbarhet. Stolpene viser andel testresultater registrert i TKK (venstre akse) som er utenfor grenseverdien per 31.12.2004. Prikkene viser hvor mange registreringer disse er basert på (høyre akse).

For å rapportere så realistiske resultater som mulig, har tre laboratorier med færre enn 20 registreringer blitt utelatt fra figuren. Ett laboratorium (nummer 1) har ingen resultater utenfor grenseverdien. 14 av 28 laboratorier (50 %) har mindre enn 10 % av resultatene utenfor grenseverdien og 3 av 28 laboratorier (11 %) har mellom 10 % og 20 % av resultatene utenfor grenseverdien. 11 av 28 laboratorier (39 %) har over 20 % av resultatene utenfor grenseverdien.

22 laboratorier (79 %) har over 50 testresultater registrert. Av disse 22 har 11 laboratorier mer enn 10 % tester utenfor grenseverdien. Ti laboratorier har over 200 testresultater registrert. Av disse ti har fire laboratorier mer enn 10 % tester utenfor grenseverdien.

I testen ”AEC – Reproduserbarhet” inngår to parametre: mAs og svertning. Førstnevnte er knyttet til mammografiapparatet, den siste til film og framkalling. Slik TKK-rapporten ”Resultater AEC” er lagt opp i dag, kan vi ikke finne ut hvilken av de to parametrene som er avvikende i forhold til grenseverdien og som dermed er årsaken til at konklusjonen for testen totalt er ”ikke godkjent”. Sammenhengen mellom referanseverdier og gjennomsnittet av målte verdier for svertning er omtalt i avsnitt 3.3 og vist i Figur 6. I Figur 8 er tilsvarende data vist for mAs, det vil si at referanseverdien for mAs er sammenlignet med gjennomsnittet av verdien som er registrert for testene.

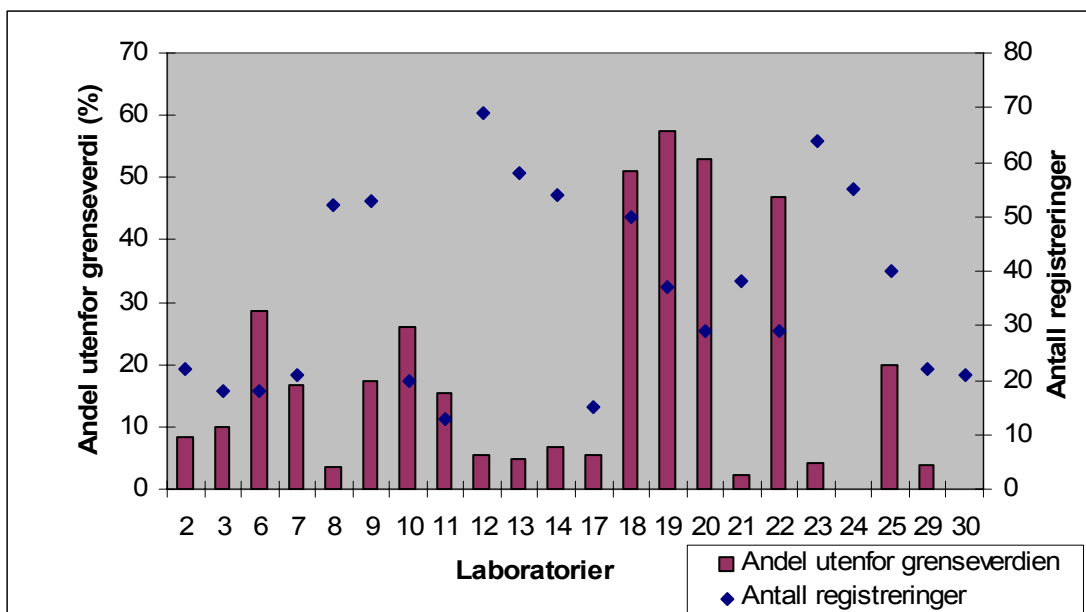


Figur 8 Referanseverdier og gjennomsnittsverdier for mAs for alle laboratorier registrert i TKK per 31.12.2004.

Det finnes ingen anbefalte nivåer mAs-verdien skal ligge på. Verdien på anvendt mAs vil være avhengig av anvendt strålekvalitet (anode/filter/kV) og filmsystem/framkalling. Grenseverdien for avvik mellom referanseverdien og registrerte verdier er på 10 %. Alle mammografiapparatene har sin gjennomsnittlige registrerte verdi innenfor denne grensen. Som for Figur 6 er ni laboratorier med færre enn 20 registreringer utelatt fra figuren.

3.4.2 Stabil filmsvertning for objekter med varierende tykkelse

Testen "AEC – tykkelseskompensasjon" viser hvordan mammografiapparatets automatiske eksponeringskontroll kompenserer for ulike tykkelser på testfantomet/brystet slik at filmsvertningen blir tilnærmet lik. I følge Kvalitetsmanualen skal dette kontrolleres med testobjekter i tykkelsesområdet to til sju centimeter. Svertningsverdien oppnådd for testobjektet på 4,5 cm benyttes som referanse i testen, og svertningen ved de øvrige tykkelsene skal ikke variere med mer enn $\pm 0,15$ svertningsenheter i forhold til referansen. Figur 9 viser andelen av testresultatene som er utenfor grenseverdien for laboratorier registrert i TKK, sammen med antall registreringer. Ni laboratorier med færre enn 10 registreringer er utelatt fra figuren. Tallene er hentet fra TKK-rapporten "Resultater AEC" som lister opp andelen tester utenfor grenseverdien sammen med antallet underkjente tester.

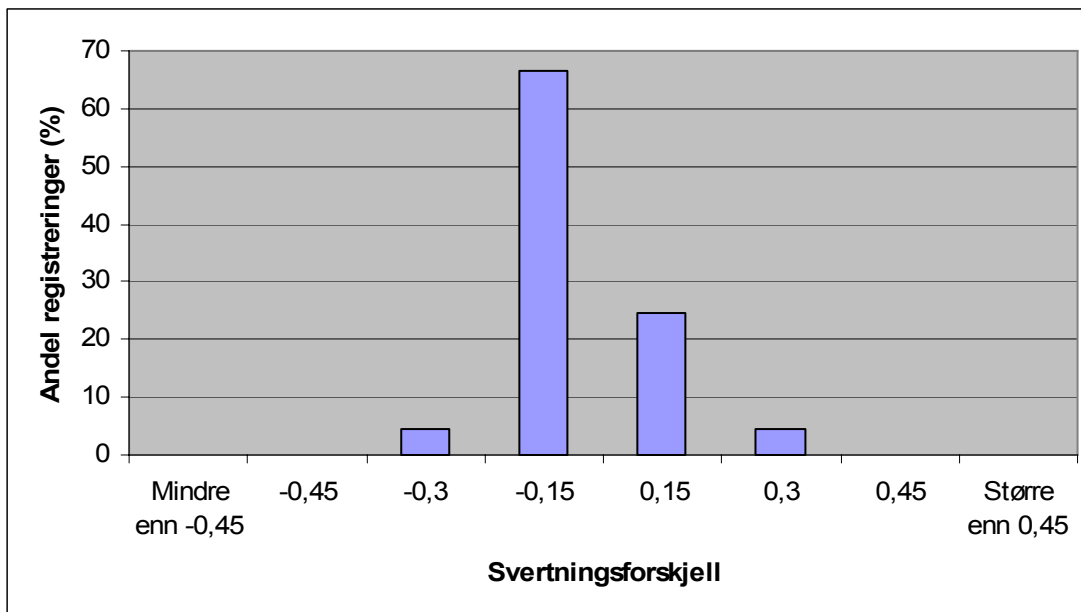


Figur 9 AEC – Tykkelseskompensasjon. Stolpene viser andel testresultater registrert i TKK (venstre akse) som er utenfor grenseverdien per 31.12.2004. Prikkene viser hvor mange registreringer dette er basert på (høyre akse).

For to av 22 laboratorier (9 %) er alle resultatene innenfor grenseverdien. 11 av 22 laboratorier (50 %) har mindre enn 10 % av resultatene sine utenfor grenseverdien og 5 av 22 laboratorier (23 %) har mellom 10 og 20 % av resultatene sine utenfor grenseverdien. 6 av 22 laboratorier (27 %) har over 20 % av resultatene sine utenfor grenseverdien.

Det er fra tidligere statuskontroller observert tendenser til at den automatiske eksponeringskontrollen ikke kompenserer så godt for tykke bryst. Statuskontrollene viste at når fantomet ble tykkere enn 6 cm begynte tykkelseskompensasjonen i noen tilfeller å fungere dårligere. I den sammenheng ble kvalitetskontrollrutinene endret fra å teste for 2, 4,5 og 6 cm fantom til å teste for 2, 4,5 og 7 cm fantom.

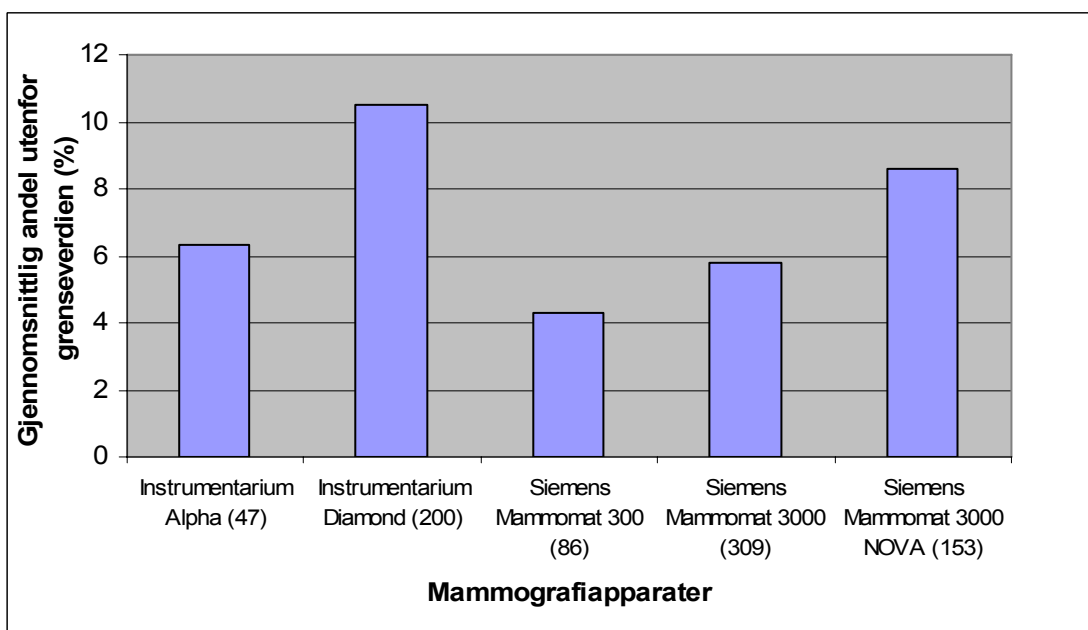
Figur 10 viser forskjellen i svertning mellom 4,5 cm testobjekt og 2 cm testobjekt for 795 tester gjort på mammografiapparater registrert i TKK. Forskjellen er beregnet som svertningen for 2 cm minus svertningen for 4,5 cm. Resultatene er hentet ut manuelt, altså lest av fra hvert enkelt test, og finnes ikke i noen TKK-rapport.



Figur 10 Andel registreringer av testen "AEC – tykkelseskompensasjon" med ulike svertningsforskjeller mellom 4,5 cm testobjekt og 2 cm testobjekt. Hentet fra TKK per 31.12.2004.

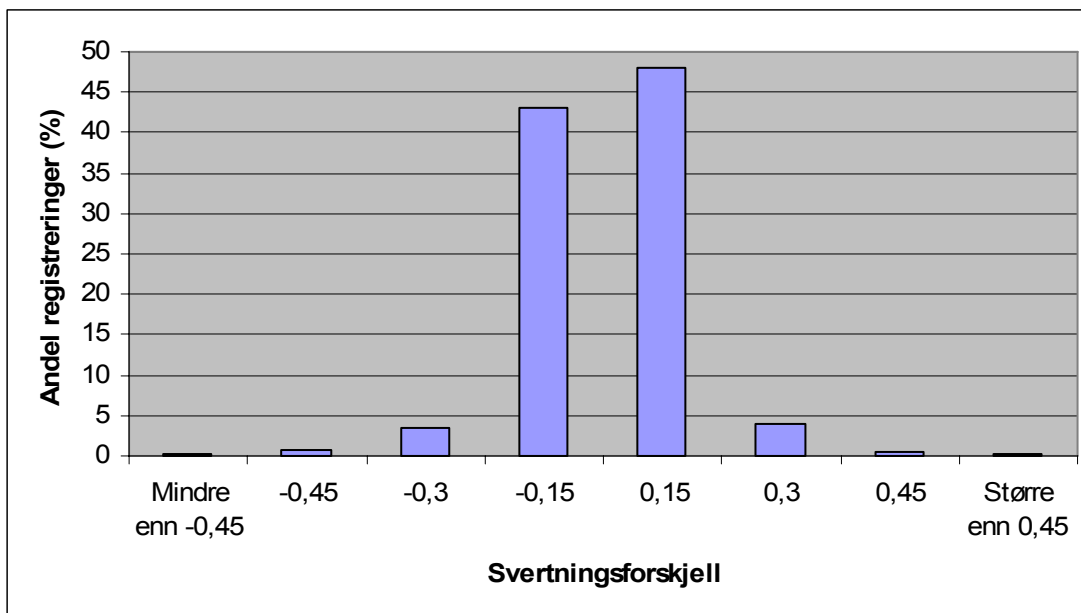
91,1 % av testresultatene er godkjente innenfor grenseverdien $\pm 0,15$ svertningsenheter. Resultatene viser flere tester med negative svertningsforskjeller enn positive, det vil si at det er flere registreringer med lavere svertning for 2 cm enn høyere sammenlignet med svertning for 4,5 cm fantom.

Hvordan resultatene fordeler seg på de ulike modellene av mammografiapparater kan ses i Figur 11. Her vises gjennomsnittlig andel utenfor grenseverdien for hver modell. Av figuren ser vi at modellene Instrumentarium Diamond og Siemens Mammomat 3000 NOVA er de to som har størst andel testresultater utenfor grenseverdien for 2 cm tykke testobjekt i TKK, henholdsvis 10,5 % og 8,6 %. Det er store forskjeller i antall registrerte testresultater på de ulike modellene.



Figur 11 Gjennomsnittlig andel registreringer utenfor grenseverdien for hver enkelt modell for tester på 2 cm tykke fantom. Tallene i parentes viser totalt antall registreringer i TKK.

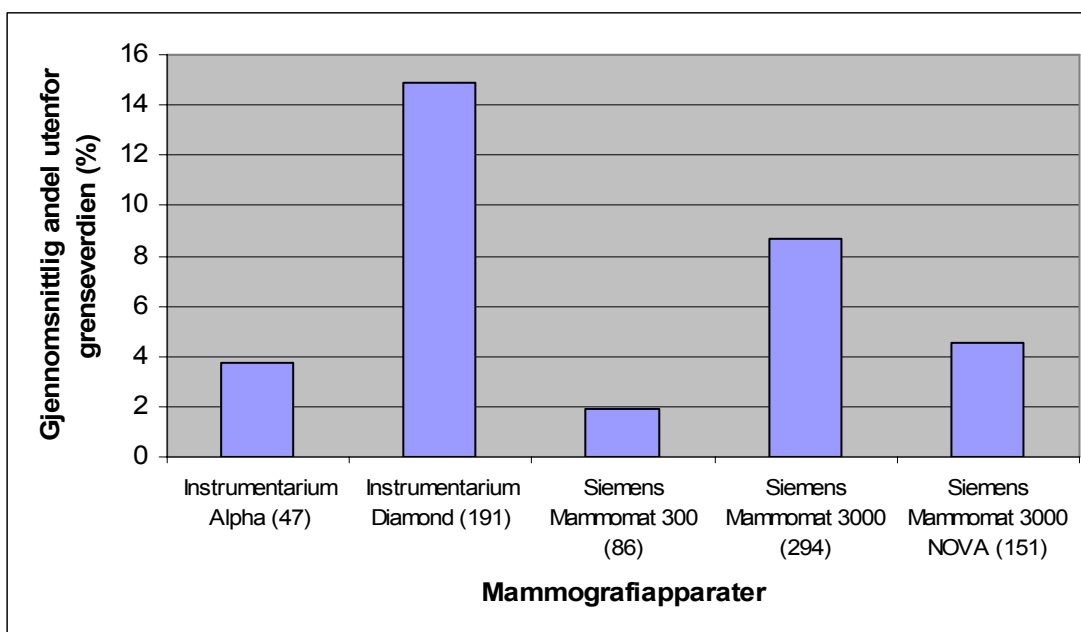
Figur 12 viser forskjellen i svertning mellom 4,5 cm testobjekt og 7 cm testobjekt for 769 tester gjort på mammografiapparater registrert i TKK. Forskjellen er beregnet ut fra svertningen for 7 cm minus svertningen for 4,5 cm.



Figur 12 Andel registreringer av testen "AEC – tykkelseskompensasjon" med ulike svertningsforskjeller mellom 4,5 cm testobjekt og 7 cm testobjekt. Hentet fra TKK per 31.12.2004.

91,3 % av testresultatene er innenfor grenseverdien $\pm 0,15$ svertningsenheter. Resultatene fordeler seg nesten likt mellom høyere og lavere svertning for 7 cm enn for 4,5 cm fantom, med en liten overvekt på høyere svertning for 7 cm fantom.

Hvordan dette fordeler seg på de ulike modellene av mammografiapparater kan ses i Figur 13. Her vises gjennomsnittlig andel utenfor grenseverdien for hver modell.



Figur 13 Gjennomsnittlig prosentandel utenfor grenseverdien for hver enkelt modell for tester på 7 cm tykke fantom. Tallene i parentes viser totalt antall registreringer i TKK.

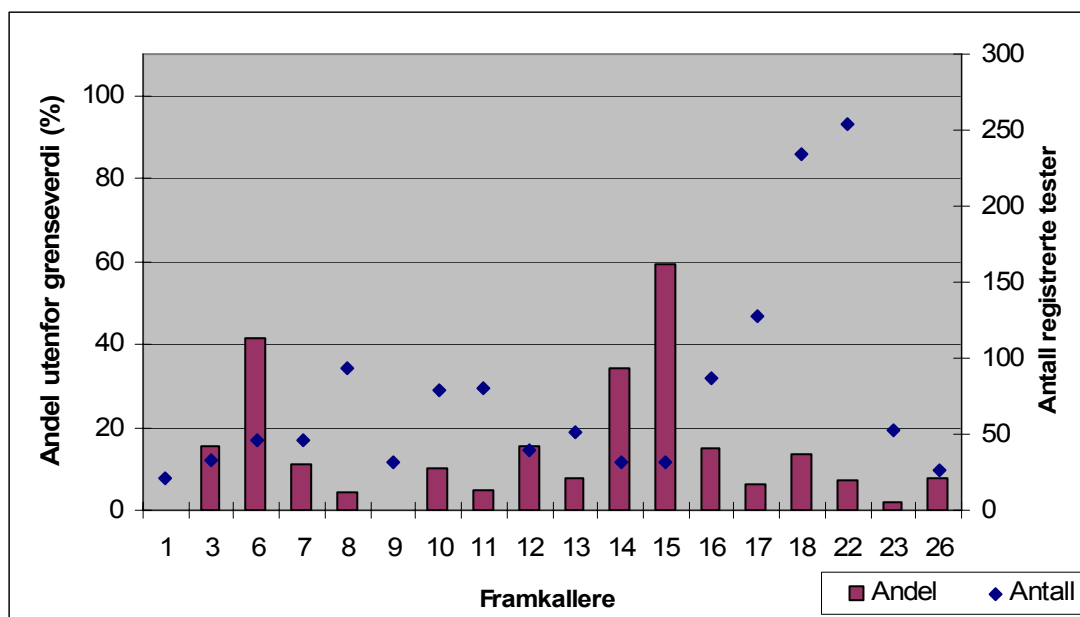
Det er Instrumentarium Diamond og Siemens Mammomat 3000, som har flest testresultater utenfor grenseverdien, henholdsvis 14,9 % og 8,7 %.

Resultatene viser at den automatiske eksponeringskontrollen kompenserer nesten likt for 7 cm tykke som for 2 cm tykke fantomer. Det er mammografiapparater av modellen Instrumentarium Diamond som har flest resultater utenfor grenseverdien for denne testen i TKK.

3.5 Kontroll av film og framkalling

I testen "Sensitometri – Trepunks" kontrolleres at framkallermaskinen fungerer optimalt og at det ikke er for store variasjoner over tid. "Trepunks" er en daglig test, og testparametre er verdier for grunnslør, følsomhet og kontrast.

Figur 14 viser andelen av de daglige testresultatene som ligger utenfor grenseverdien, samt antall registrerte tester. Resultatene er hentet fra TKK-rapporten "Referanseverdier Sensitometri". Andelen utenfor grenseverdi baseres på testresultater fra den perioden referanseverdien har vært gjeldende. Dette kan ha vært korte perioder avhengig av hvor lenge det er siden referanseverdiene ble etablert. Antallet tester er også inkludert i figuren. Ni framkallermaskiner med færre enn 20 registreringer er blitt utelatt fra figuren.



Figur 14 Stolpene viser andel testresultater registrert i TKK (venstre akse) som er utenfor grenseverdien per 31.12.2004. Prikkene viser hvor mange registreringer dette er basert på (høyre akse).

For to av framkallermaskinene (5 %) er alle resultater innenfor grenseverdien. 9 av 18 (50 %) framkallermaskiner har mindre enn 10 % av resultatene sine utenfor grenseverdien, og 6 av 18 (33 %) framkallermaskiner har mellom 10 og 20 % av resultatene sine utenfor grenseverdien. 3 av 18 (17 %) framkallermaskiner har over 20 % av resultatene sine utenfor grenseverdien.

9 av 27 (33 %) framkallermaskiner har over 50 testresultater registrert. Tre framkallermaskiner har over 100 testresultater registrert, og en av disse tre (nummer 18) har mer enn 10 % av testene utenfor grenseverdien. Antallet registrerte testresultater er lavere her enn for den tilsvarende daglige testen "AEC – Reproduerbarhet", se Figur 7. Dette er fordi den viser antallet for hele perioden, uavhengig av referanseverdier og når de gjaldt, og ikke bare for en enkelt periode med samme referanseverdi, som her.

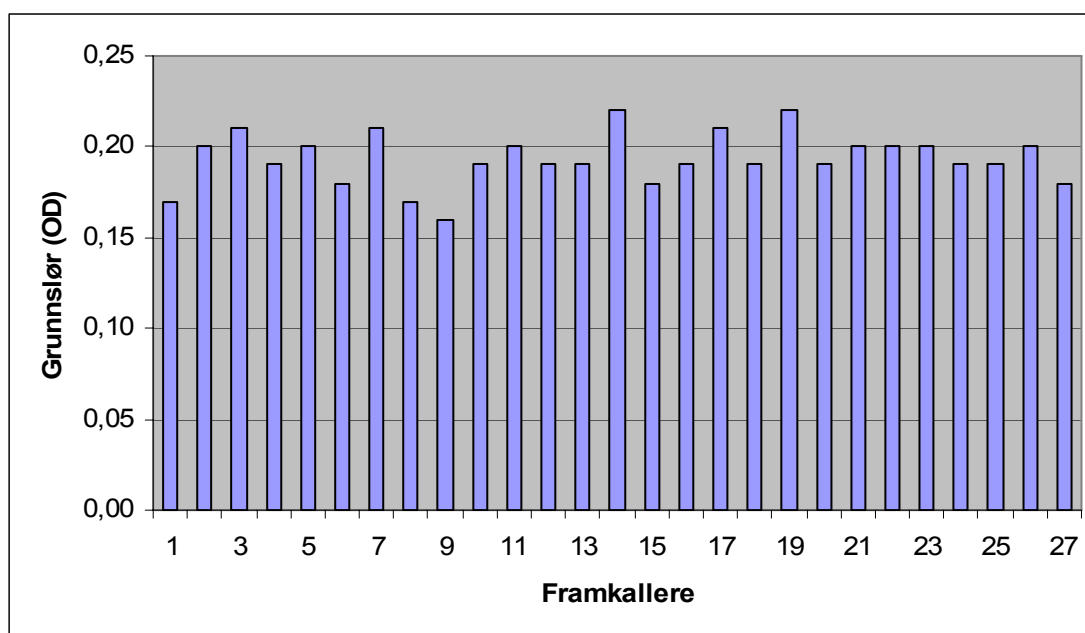
Årsaken til at en test ikke blir godkjent er at en eller flere av de tre parametrene grunnslør, følsomhet eller kontrast er utenfor grenseverdiene. Disse tre parametrene blir nærmere beskrevet under.

3.5.1 Grunnslør

Grunnslør er svertningen som leses av etter framkalling av en film som ikke har vært eksponert for røntgenstråling. Hovedkilden til svertningen er fargestoffet tilsatt filmbasen. Miljøfaktorer som bakgrunnsstråling og temperaturforhold kan også spille inn. Ved lading av ny film i filmmagasiner vil filmen også kunne bli eksponert for lys i mørkerommet (mørkeromsbelysning, uønskede lyskilder).

Et for høyt grunnslør vil ha konsekvenser for kvaliteten på mammogrammene. I Kvalitetsmanualen står det at referanseverdien ikke skal overstige 0,20 svertningsenheter, og at maksimalt akseptabelt avvik fra denne er + 0,03 svertningsenheter.

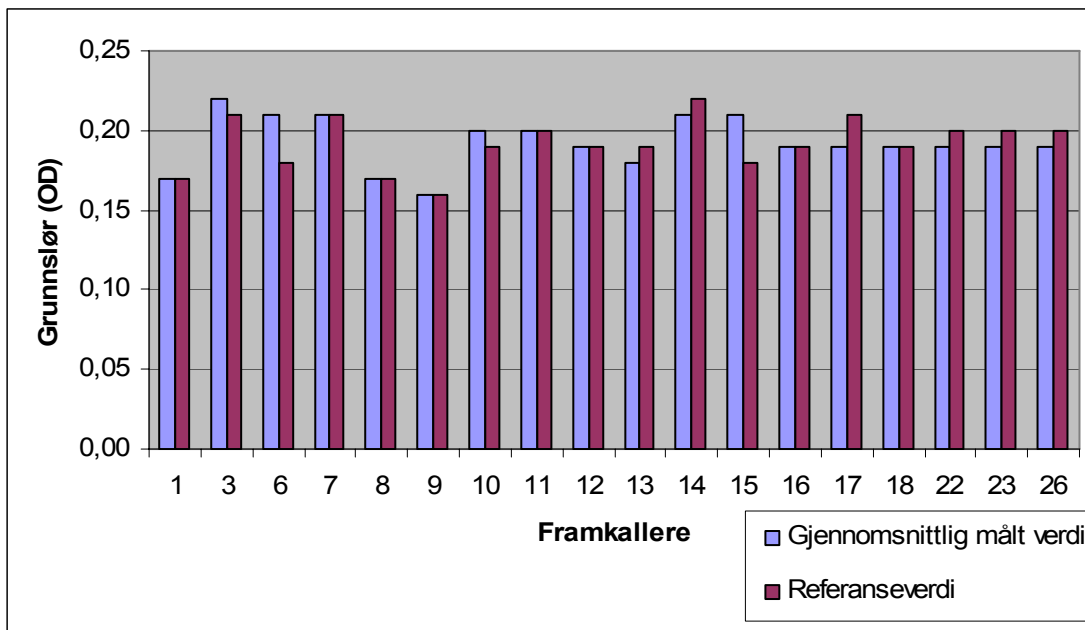
Figur 15 viser referanseverdien per 31.12.2004 for grunnsløret for alle framkallermaskinene registrert i TKK.



Figur 15 Referanseverdier for grunnslør registrert i TKK per 31.12.2004.

22 av 27 framkallermaskiner (81 %) har en referanseverdi for grunnslør likt eller lavere enn øvre grense på 0,20 svertningsenheter. De fem framkallermaskinene som ligger over grenseverdien ligger på 0,21 eller 0,22 svertningsenheter.

Resultatene for testen "Sensitometri – Trepunkts", vist i Figur 14, sier ikke noe om hvilke av de tre måleparametrene grunnslør, kontrast og følsomhet som avviker for mye fra grenseverdien. For å få en oversikt over hva som faktisk er årsaken til andelen ikke godkjente resultater, kan en sammenlikne referanseverdiene med den gjennomsnittlige målte svertningen hvert laboratorium har registrert. Resultatene fra en slik sammenlikning er vist i Figur 16. Dataene er hentet fra TKK-rapporten "Referanser Sensitometri" som lister opp referanseverdier med tilhørende gjennomsnittlige testresultater. For de framkallermaskiner som har hatt flere referanseverdier i perioden, viser vi den som gjaldt per 31.12.2004. Ni framkallermaskiner med færre enn 20 registreringer er blitt utelatt fra figuren.



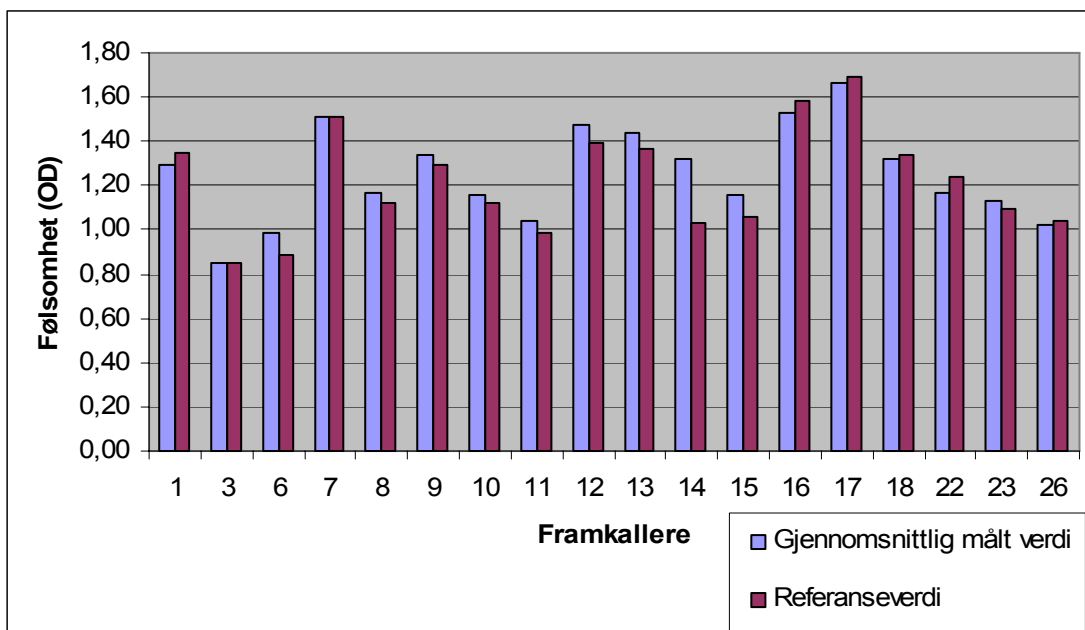
Figur 16 Referanseverdier for grunnslør sammenlignet med gjennomsnittlig målte verdier registrert i TKK per 31.12.2004.

Det er ikke registrert større avvik enn tillatte grenseverdier på +0,03 svertningsenheter ved noen av laboratoriene.

3.5.2 Filmhastighet

Hastigheten eller følsomheten til filmen forteller hvor raskt filmen reagerer på eksponering. Hvis filmen trenger høy eksponering før den begynner å svartes, betyr det at filmen har lav følsomhet eller hastighet. I testen "Sensitometri – Trepunkts" uttrykkes følsomheten som svartningen i trinnet nærmest 1,0 i nettosvertning (tilleggssvertning utover grunnsløret).

Figur 17 viser referanseverdien for følsomhet sammenlignet med gjennomsnittsverdien for testresultatet for framkallermaskiner registrert i TKK. For de framkallermaskinene som har hatt flere referanseverdier viser vi den som gjaldt per 31.12.2004. Ni framkallermaskiner med færre enn 20 registreringer er utelatt fra figuren. Maksimalt akseptabelt avvik mellom referanseverdien og testverdiene er på 0,15 svertningsenheter.



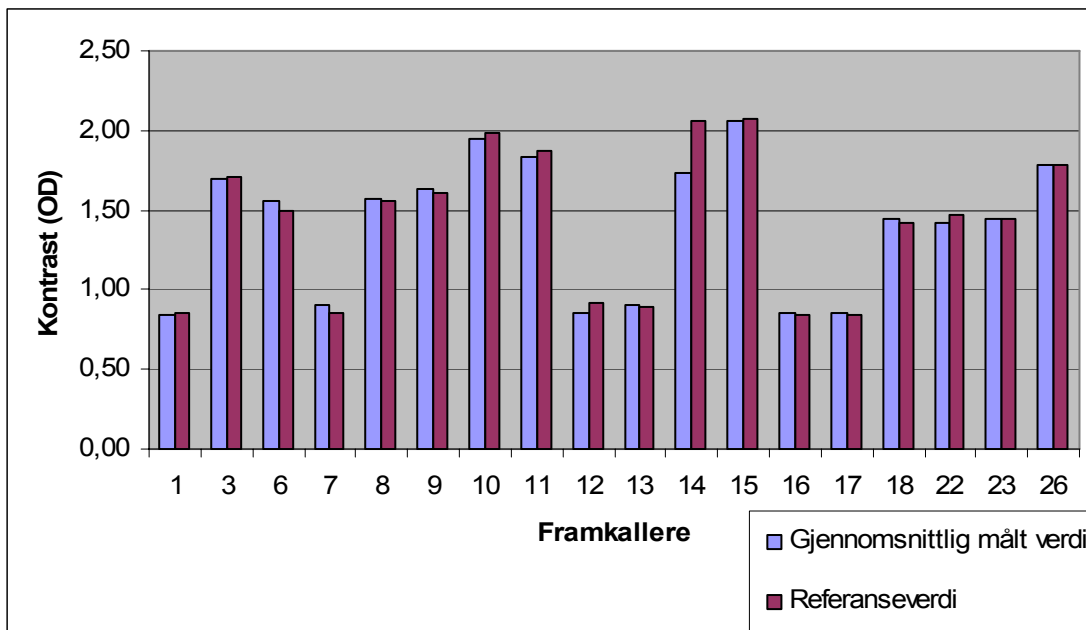
Figur 17 Referanseverdier for følsomhet sammenlignet med gjennomsnittlig målte verdier registrert i TKK per 31.12.2004.

En av 18 framkallermaskiner (6 %) viser et avvik mellom referanseverdi og gjennomsnittlig verdi for testresultatet på mer enn 0,15 svertningsenheter (nummer 14).

3.5.3 Filmkontrast

Filmkontrasten uttrykker sammenhengen mellom endring i eksponeringen av filmen og endring i svertningen i bildet. I testen "Sensitometri – Trepunkt" beregnes et uttrykk for kontrast ved å trekke svertningen i følsomhetstrinnet (trinnet nærmest 1,0 i nettosvertning) fra svertningen i kontrasttrinnet (trinnet nærmest over 2,0 i nettosvertning).

Figur 18 viser referanseverdien for kontrast sammenlignet med gjennomsnittsverdien for testresultatet for alle framkallermaskinene i TKK. For de laboratoriene som har benyttet flere referanseverdier i perioden, viser vi den verdien som gjaldt per 31.12.2004. Maksimalt akseptabelt avvik mellom referanseverdien og testverdiene er på 0,10 svertningsenheter.



Figur 18 Referanseverdier for kontrast sammenlignet med gjennomsnittlig målte verdier registrert i TKK per 31.12.2004.

En framkallermaskin (6 %) har en forskjell mellom referanseverdi og gjennomsnittlig målt verdi på over 0,10 svertningsenheter (nummer 14). Ni framkallermaskiner med færre enn 20 registreringer er utelatt fra figuren.

4 Diskusjon

4.1 TKK som rapporteringsverktøy

4.1.1 Datatilgjengelighet i TKK

TKK gir Strålevernet muligheten til å ha en oppdatert oversikt over resultater fra konstanskontrollene ved hvert enkelt mammografilaboratorium i Mammografiprogrammet. Det er også enkelt å hente ut data til videre bearbeiding, men det er et potensial for å kunne hente ut flere typer data, for flere tester enn det som er mulig i dag. Rapportkjøringene, det vil si samlingen av data som kan hentes ut automatisk, ble definert før TKK ble tatt i bruk. I arbeidet med denne rapporten er de for første gang blitt utprøvd. Som forventet er det noe som fungerer tilfredsstillende og noe som med fordel kan forandres.

Generelt er TKK i dag lagt opp til å utføre standardiserte rapportkjøringer som i hovedsak forteller om antall og andel testresultater utenfor grenseverdiene og gjennomsnittsverdier for testresultatene. Rapportene gir altså bare opplysninger om antall og andeler underkjente tester, og kunne gjerne vært mer detaljerte. Det ville for eksempel vært en fordel å også kunne hente ut avvikene for hver parameter separat. Dette gjelder for testene "AEC – reproducerbarhet" (med parametrene mAs og svertning) og "Sensitometri – Trepunks" (med parametrene grunnslør, følsomhet og kontrast). Det kunne også være ønskelig med en tilsvarende rapport som "Resultater AEC" for sensitometritestene. Da vil en kunne få oversikt over andelen underkjente tester for lengre perioder enn bare for hvert tidsrom referanseverdiene gjelder.

I de rapportene som finnes for AEC – tester og sensitometritester i dag blir det bare registrert antallet og andelen av underkjente tester, altså ikke det totale antallet registrerte tester. Hvis antallet underkjente tester er null, kan man ikke beregne antall godkjente tester og må i så fall telle alle testene direkte fra programmet. Dette ville vært en fordel å få ut i en rapportkjøring.

4.1.2 Bruken av TKK ved screeninglaboratoriene

Antallet tester som danner grunnlaget for gjennomsnittsverdier er viktig å ta med i betraktningen når en skal tolke figurene i denne rapporten. Hvor ofte utstyret blir testet avhenger av hvor ofte utstyret blir brukt. Noen har screening hver dag, mens andre for eksempel har screening bare to ganger i uka og ikke hele året gjennom. Hvor hyppig testene blir utført og resultatene registrert avhenger også av tilgjengelighet til programmet, tid en har til rådighet og interesse for kvalitetskontrollarbeid i sin helhet. Dette kan gi store utslag på for eksempel figurer som framstiller andel utenfor grenseverdien. Denne rapporten er i tillegg laget på grunnlag av de aller første registreringene i et relativt nytt dataprogram, og det vil være naturlig med en del innkjøringsproblemer og noen mangler i resultatene på et så tidlig stadium.

Hvordan radiografene registrerer testresultater som er utenfor grenseverdiene i TKK er også avgjørende for tolkningen av resultatene. Regelen sier at dersom en test er utenfor grenseverdien, skal det gjøres en ny test. Hvis denne også er utenfor grenseverdien, må videre undersøkelser iverksettes. Ut fra de erfaringer arbeidet med denne rapporten har gitt, bør resultatene fra begge testene registreres. Trolig blir ikke dette gjennomført overalt. Noen registrerer både den første og andre testen. Andre registrerer bare det underkjente resultatet, med en kommentar om det videre arbeidet, eller bare det godkjente resultatet, siden saken i praksis er ute av verden. Disse tre metodene bidrar til store forskjeller i hvordan laboratoriet som helhet framstår i rapportkjøringene. To laboratorier med i praksis like stabilt utstyr kan

gi inntrykk av å ha ingen problemer og helt stabilt utstyr, eller å ha bare problemer og ingen stabilitet på utstyret i det hele tatt.

4.2 Utstyr i Mammografiprogrammet

Rapporten "Utstyrsoversikt" fra TKK gir en god oversikt over utstyrsparken i Mammografiprogrammet. Det er satt noen kriterier for hva som er tatt med i rapporten og hva som er utelatt. Laboratorier som har gått over til digitalt utstyr før 31.12.2004, men som tidligere har fått registrert testresultater fra sitt analoge utstyr, er utelatt fra rapporten. Det samme gjelder laboratorier som av ulike årsaker har registrert utstyret sitt i TKK, men som ikke har fått installert programmet lokalt, og dermed ikke har lagt inn noen testresultater enda.

4.2.1 Mammografiapparater

Flertallet (68 %) av mammografiapparater som er registrert i TKK er produsert av Siemens. Hvilke mammografiapparater/modeller de enkelte laboratoriene har, avhenger blant annet av når de ble anskaffet. Noen hadde utstyr fra før, og bruker dette i Mammografiprogrammet også, andre har kjøpt nytt utstyr for å begynne med screening. Blant de sist oppstartede screeningstedene har mange mammografiapparater av typen Instrumentarium Diamond, mens flertallet blant de som har vært med lengst har mammografiapparater fra Siemens.

Oversikten i Tabell 3 viser at de fleste mammografiapparater brukes enten kun til screening eller kun til oppfølging. Bare to mammografiapparater benyttes både til screening og oppfølging.

4.2.2 Framkallermaskiner

Kodak er den eneste leverandøren av film og framkallingsutstyr i Mammografiprogrammet. Firmaet er også dominerende når det gjelder leveranse av denne typen utstyr til mammografi i Norge for øvrig.

Det er færre framkallermaskiner enn mammografiapparater registrert i TKK. Dette er fordi noen framkallermaskiner brukes for flere mammografiapparater. For eksempel er det vanlig at et stasjonært screeninglaboratorium og en mobil enhet deler framkallermaskin. Tabell 5 viser at de fleste framkallermaskinene brukes enten bare til screening eller bare til oppfølgingsundersøkelser. Bare én framkallermaskin benyttes til begge deler.

Fordi det har vært noe usikkerhet omkring modellnavnene på framkallerutstyr, er det sannsynlig at det kan forekomme enkelte feilregistreringer.

4.3 Valg av strålekvalitet

4.3.1 Automatisk valg av strålekvalitet

Ved å utnytte mulighetene for automatisk valg av strålekvalitet er det vist at man kan redusere dosene, spesielt til kvinner med tykke bryst (7, 8). Her finnes et stort potensial for optimalisering, og både bildekvalitet og stråledoser må tas i betraktning når en skal gjøre et bevisst valg av strålekvaliteter. Slike optimaliseringsprosjekter bør også ta hensyn til hvilket svertningsnivå som er optimalt med tanke på bildekvalitet i forhold til nyere film-/foliekombinasjoner. Det er mulig dagens anbefalinger om svertningsnivå bør endres.

Optimalisering av bildekvalitet og stråledoser til kvinnene i Mammografiprogrammet er et prioritert tema i mammografigruppen på Strålevernet. Oversikt over dosenivået på de enkelte laboratoriene er også pålagt i henhold til den nye strålevernforskriften (9).

28 av de 31 mammografiapparatene det er data for her, har mulighet for automatisk valg av stråle-kvalitet. Ved 22 av disse (79 %) benyttes automatisk valg ved eksponering av kvinner. De seks laboratoriene som ikke benytter automatisk valg har alle sammen mammograf av modell, Siemens Mammomat 3000. De utgjør halvparten av laboratoriene som benytter denne typen mammografi-apparat. Tidligere var mammografiapparater med flere alternative anode-/filterkombinasjoner og automatisk valg av strålekvalitet mer sjeldne, og det var vanlig å benytte en spesiell anode-/filterkombinasjon, nemlig molybden/molybden, og 28 kV. Årsaken til dette var at sammen med den film- og folietype som ble benyttet på den tiden, var dette strålekvaliteten som gav best optimalisering av bildekvalitet og stråledose. Det kan hende dette fortsatt henger igjen i arbeidsrutinene ved noen laboratorier og er årsaken til at automatikken ikke er utnyttet. Manuell innstilling av strålekvalitet er mindre utbredt for de mammografiapparater som er av nyere dato, og som brukes av ”nye” screeningsteder.

Ved de seks laboratoriene som ikke benytter automatisk valg av strålekvalitet, er det høyst sannsynlig et uutnyttet potensial for dosereduksjon, spesielt for kvinner med tykke bryst. En skal imidlertid ikke ensidig sette inn dosereduserende tiltak uten samtidig å ha vurdert konsekvensene for bildekvaliteten. I samarbeid med Strålevernet har studenter ved videreutdanningen i mammografi ved Høgskolen i Bergen allerede gjennomført flere undersøkelser der en har sett på hvilke konsekvenser alternative strålekvaliteter vil ha for stråledose og bildekvalitet, spesielt for tykke bryst. Tilsvarende undersøkelser kan med fordel gjennomføres ved de aktuelle laboratoriene for eventuelt å gjøre en forandring i hvordan mammografiapparatene brukes.

4.3.2 Automatisk valg av strålekvalitet ved kvalitetskontroll

Noen enheter som benytter automatisk valg av strålekvalitet ved eksponering av kvinner, opplyser om at de ikke benytter automatikk ved daglige kontroller, til tross for at Kvalitetsmanualen sier at daglige kontroller skal utføres med referanseinnstilling (som er den eksponeringsteknikken en benytter ved vanlig avbildning av kvinner). Dette kan være fordi en ikke får samme strålekvalitet ved hver eksponering av fantomet. Hvis automatikken gjør sitt valg på grunnlag av brystets tykkelse, og hvis systemet som sjekker hvor tykt objektet er veksler mellom to strålekvaliteter akkurat på tykkelsen av standard testobjekt (4,5 cm), vil dette kunne føre til ustabile resultater uten at det strengt tatt er noe i veien. En måte å omgå dette problemet på er å benytte manuell innstilling av strålekvaliteten for de daglige testene.

4.4 Anvendt filmsvertning

Ni mammografiapparater er registrert med en referanseverdi høyere enn 1,6 svertningsenheter, to av disse ligger i overkant av 1,8. I Kvalitetsmanualen for Mammografiprogrammet heter det at svertningen skal ligge mellom 1,2 og 1,8, og bør ligge mellom 1,4 og 1,6 svertningsenheter. Dette er en anbefaling som har stått uendret siden starten av prøveprosjektet. De er dermed også basert på andre film-foliesystemer enn de som er i bruk i dag. Det er ikke utført undersøkelser angående sammenhengen mellom for eksempel cancerdeteksjon og svertningsnivå i Mammografiprogrammet. En slik under-søkelse ville gitt et bedre og mer oppdatert grunnlag for å anbefale svertningsnivå. Fra screening-programmer i andre land er det rapportert om høyere deteksjon av små brystcancere ved bruk av relativt høyt svertningsnivå (10). I europeiske retningslinjer (4) ligger kravet om svertningsnivå på mellom 1,3 og 1,8 svertningsenheter.

4.5 Test av automatisk eksponeringskontroll (AEC)

4.5.1 Stabil filmsvertning over tid – daglige kontroller

Det er registrert en del avvik i dataene fra laboratoriene i denne rapporten. Noe av årsaken til stor andel tester utenfor grenseverdien kan være at det er få registrerte resultater, men det kan ikke konkluderes med dette alene. Fire av ti laboratorier med over 200 registrerte tester har likevel over 10 % av testene sine utenfor grenseverdien.

Rapportkjøringene fra TKK viser at de aller fleste laboratorier har små forskjeller mellom referanseverdi og gjennomsnittlig testverdi. De små forskjellene kan i noen tilfeller skyldes veldig gode og stabile resultater, men kan også bety at referanseverdien har blitt endret for ofte, uten spesiell grunn. En tredje årsak til små avvik mellom referanseverdi og gjennomsnittet av målte verdier kan være at enkeltresultatene avviker mye fra referansen, men svinger like mye til begge sider slik at gjennomsnittet ikke varierer mye i forhold til referanseverdien. I så tilfelle kan en se dette på at en stor andel av testene er utenfor grenseverdien. Eksempler på dette er laboratorium nummer 11 i Figur 6 og Figur 7. Her finner en ikke spesielt stor variasjon mellom referanseverdi og gjennomsnittlig testverdi, men andelen av tester utenfor grenseverdien er på rundt 60 %.

Hvis årsaken til små avvik mellom referanseverdier og gjennomsnittlige testverdier er at referanseverdiene blir endret for ofte, gir dette grunnlag for å vurdere om det er behov for å gjennomgå og formidle kriterier for når det er nødvendig eller akseptabelt å endre referanseverdiene. Målet er at de målte verdiene skal være lik referanseverdien, ikke at referanseverdien skal være lik de målte verdiene. Det vil si at poenget med kvalitetskontrollen og rapporteringen er å avdekke eventuelle avvik. Å få flest mulig godkjente resultater er ikke noe mål i seg selv.

Gjennomgangen av TKK viser behovet for grundigere rapporteringsmuligheter for å identifisere årsakene til avvik mellom testverdier og grenseverdier, som nevnt i avsnitt 4.1.1.

4.5.2 Stabil filmsvertning for objekter med varierende tykkelse

Registreringene i TKK for den ukentlige testen "AEC – Tykkelseskompensasjon" viser varierende resultater. Resultatene viser likevel færre mammografiapparater med stor andel (over 20 % av registreringene) utenfor grenseverdien enn den daglige testen "AEC – Reprodukerbarhet". 22 % av mammografiapparatene har over 20 % av registreringene utenfor grenseverdien på "AEC – Tykkelseskompensasjon" mot hele 40 % av mammografiapparatene på "AEC – Reprodukerbarhet". Dette bekrefter at det ikke bare er få registreringer som er årsaken til stor andel avvik. Denne testen utføres kun ukentlig, og har følgelig færre registreringer enn den daglige "AEC – Reprodukerbarhet".

For fantom med tykkelse 2 cm går avvikene i retning av lysere bilder enn referansen. 8,9 % av testresultatene ligger utenfor anbefalt grenseverdi på $\pm 0,15$ svertningsenheter. For 7 cm er avvikene jevnt fordelt mellom mørkere og lysere bilder. Her har 8,7 % av testresultatene avvik utover $\pm 0,15$ svertningsenheter. Totalt sett ser det ut til at mammografiapparatene har større problemer med å kompensere for tykke fantomer enn tykke.

Instrumentarium Diamond er den apparatmodellen som har størst andel resultater utenfor grenseverdien for denne testen. Avvik fra referanseverdien kan komme av både utstyret og brukerens testmetode.

Testen "AEC – Tykkelseskompensasjon" har såpass mange registreringer at resultatene allerede nå kan fortelle oss mye om tilstanden for utstyret. Men på samme måte som for den daglige testen vil samleresultatene påvirkes av hvordan ikke godkjente tester blir håndtert (se avsnitt 4.1.2). En fordel med denne testen er at referanseverdien er gitt av testresultatet for 4,5 cm fantom. Dette betyr at resultatene ikke påvirkes av hyppige endringer i referanseverdier.

4.6 Kontroll av film og framkalling

Det er kjent at framkallingsmaskiner kan være vanskelige å få stabilisert på grunn av deres komplekse funksjon. Yteevnen kan blant annet påvirkes av framkallervæskens temperatur og antallet filmer som framkalles hver dag.

Resultatene i TKK viser stort sett få avvik hos framkallermaskinene. De aller fleste laboratoriene har en mindre andel av testene utenfor grenseverdien, og de tre framkallermaskinene som skiller seg ut med over 20 % underkjente testresultater har alle færre enn 50 registrerte testresultater. I teorien skulle alle laboratorier ha registrert like mange testresultater av de to daglige testene "AEC – Reproduserbarhet" og "Sensitometri – Trepunkts". Dette antallet er ikke likt i figurene vist i denne rapporten, noe som skyldes forskjeller i rapportkjøringene for de to testene i TKK. For "Sensitometri – Trepunkts" kan en bare regne seg fram til antallet tester innenfor en periode med samme referanseverdi, mens for "AEC – Reproduserbarhet" får en oppgitt tilsvarende data for hele perioden utstyret har vært registrert i TKK. Automatisk rapportering av totalt antall registrerte tester vil være en fordel med tanke på videreutvikling av TKK.

4.6.1 Grunnsløp

Det er få og små avvik mellom referanseverdien og den gjennomsnittlige testverdien for grunnsløret. Grunnsløret er sannsynligvis ikke den parameteren som får trepunkts - testen til å gå utenfor grenseverdiene. Erfaring viser at denne parameteren er mer robust og varierer sjeldnere enn følsomhet- og kontrastparametrene. Kun to laboratorier hadde en referanseverdi på over 0,20 svertningsenheter. Ingen laboratorier hadde gjennomsnittlig testverdi over 0,23 svertningsenheter.

4.6.2 Filmhastighet

Det er relativt store variasjoner i testverdien for følsomhet mellom de ulike laboratoriene. Dette er ikke merkelig siden følsomhetstrinnet, som skal velges ut fra hvilket trinn som ligger nærmest 1,0 i netto-svertning, kan få ganske forskjellige verdier avhengig av hvilken side av 1,0 en finner den nærmeste svertningsverdien.

Det vises ikke spesielt store avvik mellom referanseverdien og den gjennomsnittlige testverdien for filmhastighet, og figuren forteller derfor ikke om det er følsomheten som er årsaken til tester utenfor grenseverdien.

4.6.3 Filmkontrast

Det er også variasjoner i testverdien for kontrast mellom de ulike laboratoriene. Dette er av samme årsak som at følsomheten varierer, siden kontrastverdien regnes ut ved hjelp av følsomheten.

Ellers er det heller ikke her spesielt store avvik mellom referanseverdien og den gjennomsnittlige testverdien for kontrast, og figuren forteller ikke om kontrasten er årsaken til tester utenfor grenseverdien. Det laboratoriet (nummer 14, Figur 17 og Figur 18) som hadde for høy gjennomsnittlig følsomhet har tilsvarende for lav gjennomsnittlig kontrast. Dette er naturlig da kontrasten som nevnt beregnes ut fra følsomheten.

Forskjeller mellom referanseverdiene og de gjennomsnittlige målte testverdiene for de tre parametrene hver for seg forklarer altså ikke årsaken til andelene utenfor grenseverdien. Avvikene vil sannsynligvis finnes i de to siste parametrene, følsomhet og kontrast, selv om det ikke synes i disse framstillingene. Som nevnt i avsnitt 4.5.1 kan ikke sammenligning mellom referanseverdier og gjennomsnittlige testverdier avsløre alle former for avvik, og andelen tester som avviker fra referanseverdien er relativt små sammenlignet med de andre presenterte resultatene. Ved behov for å vurdere årsakene til eventuelle

større avvik trengs grundigere undersøkelser. Dette vil være mulig med større tilgjengelighet for uthenting av data fra TKK, som nevnt i avsnitt 4.1.1.

5 Konklusjon

Det er totalt 51 mammografiapparater og 33 framkallermaskiner i Mammografiprogrammet. Av disse er det i denne rapporten resultater fra 31 mammografiapparater og 27 framkallermaskiner fordelt på 17 fylker. Per 31.12.2004 var det disse som hadde tilgang til å registrere resultater fra konstanskontroller i TKK.

71 % av de laboratoriene det er rapportert resultater fra har et svertningsnivå innenfor det anbefalte området på 1,4 - 1,6 svertningsenheter. De resterende laboratoriene hadde høyere svertningsnivå enn dette. Med dagens film-foliesystemer, som er annerledes enn systemene som var i bruk da anbefalingene ble utarbeidet, er det mulig at anbefalt svertningsområde bør revurderes.

Resultatene presentert i denne rapporten viser at det er noen avvik mellom testverdier og referanseverdier hos laboratoriene registrert i TKK. Noen av de største avvikene kan forklares med at det er få registrerte testresultater og at verdiene dermed ikke nødvendigvis er representative, men noen avvik er store til tross for mange registreringer.

Halvparten av laboratoriene har mindre enn 10 % av resultatene sine utenfor grenseverdiene på de daglige testene av både mammografiapparat og framkallermaskin. Avvikene viser at det er viktig å ha oversikt over den tekniske kvaliteten, slik at en kan avverge en negativ utvikling så tidlig som mulig.

TKK er et godt hjelpemiddel for teknisk kvalitetskontroll, og programmet har potensial til å bli enda bedre. TKK bør utvikles til å kunne kjøre flere typer rapporter, og bør også utvikles slik at en kan få ut både samleresultater for god oversikt, og mer detaljerte rapporter for å forstå resultatene bedre. TKK bør også bli tilpasset tester av digitalt utstyr, da dette er allerede i bruk flere steder, og om få år kommer til å bli den enerådende teknologien innenfor mammografi.

Registrering av tester i TKK bør ensrettes for å få resultater som kan sammenlignes. Det vil bli laget rutiner for håndtering av tester som er utenfor grenseverdien slik at det blir likt for alle brukerne. Med helt konkrete retningslinjer vil arbeidet til både radiografene ved screeningenhetene og Strålevernet bli enklere, og tolkningen av resultatene blir mer pålitelig.

Referanser

1. Statens strålevern i Mammografiprogrammet. Databaseprogram for kvalitetskontrollresultater. Strålevernrapport 2005:9. Østerås: Statens strålevern, 2005.
http://www.nrpa.no/dokumentarkiv/StralevernRapport9_05.pdf (28.07.05)
2. Kvalitetsmanual mammografiprogrammet. Oslo: Kreftregisteret, 2003.
http://www.kreftregisteret.no/om_kreftregisteret/registrering/masseundersokelser_etc/manual.pdf (22.06.05).
3. Omsorg og kunnskap! Norsk kreftplan. NOU 1997:20. Oslo: Sosial- og Helsedepartementet, 1997.
http://odin.dep.no/hod/norsk/dok/andre_dok/nou/030005-020013/dok-bu.html (14.03.06)
4. European guidelines for quality assurance in mammography screening. 3rd edition. Europe against cancer. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2001.
5. Mammography quality control. Medical physicist's manual. Merrifield, VA: American College of Radiology, Committee on Quality Assurance in Mammography, 1999.
6. Kvalitetskontroll i mammografi. Konstanskontroll. Strålevernrapport 2003:14. Østerås: Statens strålevern, 2003.
http://www.nrpa.no/dokumentarkiv/StralevernRapport14_03.pdf (22.06.05)
7. Stråledose til screena kvinner i Mammografiprogrammet. Strålevernrapport 2005:12. Østerås: Statens strålevern, 2005.
http://www.nrpa.no/dokumentarkiv/StralevernRapport12_05.pdf (08.12.2005)
8. Young KC. Radiation doses in the UK trial of breast screening in women aged 40-48 years. The British Journal of Radiology, 75 (2002), 362-370.
9. Forskrift om strålevern og bruk av stråling (strålevernforskriften). 2003-11-21, nr.1362. Oslo: Helsedepartementet, 2004. Publikasjonskode: I-1094 B.
<http://www.lovdatab.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-20031121-1362.html> (22.06.05)
10. Young KC., et al. Mammographic film density and detection of small breast cancers. Clinical Radiology 49, 461-465 (1994).

StrålevernRapport 2006:1
Virksomhetsplan 2006



ISSN 0804-4910