



Kvalitetskontroll av tandröntgen- verksamhet och strålskärmning av undersökningsrummet

Innehåll

1	Inledning.....	5
2	Patientens och personalens strålningsexponering.....	6
3	Kvalitetssäkring	8
3.1	Röntgenapparaters mekaniska funktioner och nödströmbrytare	10
3.2	Strålningsdetektorer och varningsljus samt strålskyddsutrustningarnas skick	10
3.3	Undersökning på testfantom	10
3.4	Panoramatomografiröntgenapparaters jämna rörelse	14
3.5	Framkallning och bildvisare.....	14
3.6	Digitala bildreceptorer och bildläsare.....	15
3.7	Bildmonitorer och förhållandena runt dem	16
4	Användningsutrymmen och strålskärmning	17
4.1	Praktiska exempel på den strålskärmning olika apparattyper kräver	17
4.1.1	Exempel på strålskärmning som intraoral röntgenapparat kräver	18
4.1.2	Exempel på strålskärmning som panoramatomografiröntgenapparat kräver	19
4.1.3	Exempel på strålskärmning som CBCT-apparat kräver	20
4.2	Blyekvivalenter för konstruktionsmaterial.....	21
	Litteratur	23
Bilaga	Exempel på användning av testfantom och tolkning av bilden med en panoramatomografiröntgenapparat.....	25

Kvalitetskontroll av tandröntgenverksamhet och strålskärmning av undersökningsrummet

1 Inledning

I Finland finns i dag ca 4800 tandröntgenapparater med vilka man tar bilder på en bildreceptor som placeras i munnen (intraoral röntgenapparat), och ca 700 panoramatomografiröntgenapparater till vilka ofta hör en kefalostat. Tandröntgenundersökningar utförs på ca 2 000 platser, huvudsakligen tandläkarmottagningar. Dessutom används panoramatomografiröntgenapparater på hälsocentraler och sjukhus. På senaste tiden har datortomografiapparater med konformat strålnippe för tänder och käkområde (CBCT-apparater) blivit vanligare; då den här guiden publiceras är något över 30 i bruk.

I denna guide framställs praktiska exempel på användartest vid kvalitetskontroll av tandröntgenapparater. Verksamhetsutövarna kan planera och använda också andra lämpliga metoder för kvalitetssäkring. Syftet med dem är att minimera stråldoserna och säkra tillräcklig bildkvalitet för att ställa diagnos. I guiden behandlas dessutom behovet av strålskärmning i undersökningsrummet samt strålskydd av personalen och patienten. Ett centralt tema när det gäller att ställa diagnos, nämligen tolkning av bilden, behandlas dock inte i denna guide.

Krav gällande tandröntgenapparater och deras användning och kvalitetssäkring framställs i Strålsäkerhetscentralens direktiv ST 3.1 Tandröntgenundersökningar inom hälsovården. Acceptanskrav för tandröntgenapparater under användning framställs i bilaga B i direktiv ST 3.1 och krav på kvalitetssäkring i bilaga C. I Guide för kvalitetskontroll av röntgenapparater inom hälsovården (STUK tiedottaa 2/2008, på finska) beskrivs dessutom test för röntgenrör, generator och CT-apparatur, som kan vara till nytta också då man testar tandröntgenapparater.

2 Patientens och personalens strålningsexponering

Effektiv dos är en storhet, som beskriver den totala skada för hälsan som joniserande strålning förorsakar. De storheter som används i uträkningen av denna är stråldosen till varje organ eller vävnad och en särskild viktningskoefficient för varje vävnad eller organ som beskriver vävnadens eller organets ”strålkänslighet”. Den effektiva dosen beror i betydande grad på vilka organ som finns i strålknippets riktning eller i dess omedelbara närhet. Enheten för effektiv dos är sievert, som förkortas Sv.

De typiska effektiva doserna till följd av tandröntgenundersökning är av storleksordningen 0,01–2 mSv. Effektiva stråldoser till patienten till följd av tandröntgenundersökningar framställs i tabell 1.

Tabell 1. Typiska effektiva stråldoser till patienten till följd av tandröntgenundersökningar [HPA 2010].

Undersökning	Effektiv dos / mSv
Intraoral röntgenundersökning	0,01
Kefalostatundersökning	< 0,01
Panoramatomografiundersökning	0,02
CBCT med smalt strålknippe	0,05–0,7
CBCT med brett strålknippe	0,07–1,1
CT med flera snitt	0,5–2,1

Ett effektivt sätt att minska både patientens och bildtagarens strålningsexponering är att hålla det bestrålade området (strålknippet) så litet som möjligt. Till exempel kan man vid intraorala undersökningar, genom att använda ett rektangulärt strålknippe med stråldetektorns dimensioner och en hållare för placering av bildreceptorn, minska patientens exponering med tiotals procent jämfört med om man använder ett cylinderformat riktarrör. Då minskar också mängden strålning som sprids från patienten till omgivningen. Det är skäl för patienten att använda strålskyddsutrustning, ifall detta är möjligt utan att undersökningen störs. Om det finns risk för att strålskyddsutrustningen skulle leda till att undersökningen måste göras om, bör undersökningen genomföras utan utrustningen.

Då man för intraoral röntgenundersökning använder digital bildreceptor kan den nödvändiga stråldosen minskas till bara en bråkdel av den dos som krävs om man använder film. Ändå är det skäl att också vid digitala undersökningar försäkra sig om att man inte använder onödigt stora stråldoser – i en digital undersökning syns överexponeringen tydligt först då dosen är mångdubbelt större än den optimala. Mätningar visar att doserna i panoramatografiundersökningar som görs med digital bildteknik är ungefär lika stora som för den gamla metoden med filmteknik.

De som utför undersökningarna ska skyddas så, att de inte i onödan exponeras för strålning. Vid undersökning med en intraoral apparat eller panoramatomografiröntgenapparat behöver bildtagaren i allmänhet inga extra skyddsutrustningar då han eller hon undviker primärknippe under undersökningen och befinner sig på minst två meters avstånd från patienten och röntgenröret. Det rekommenderas ändå att man, särskilt om man tar många bilder, under undersökningen ställer sig bakom en strålskärmande vägg och betraktar patienten med hjälp av en lämpligt placerad spegel eller genom ett blyglasfönster. På så sätt undviker bildtagaren onödig exponering för strålning.

Ifall bildtagaren är närmare än två meter från patienten rekommenderas användning av strålningskyddsutrustningar, t.ex. en rörlig strålskärm eller ett blygummiförkläde. Undersökningar med CBCT-apparater bör alltid genomföras bakom en strålskärmande vägg eller från ett särskilt kontrollrum så, att bildtagaren har synkontakt till patienten antingen direkt eller via en spegel.

Under en tandröntgenundersökning får i undersökningsrummet förutom patienten bara sådana personer vistas vars närvaro är nödvändig med tanke på undersökningens genomförande eller patientens säkerhet. Dessa ska skyddas på rätt sätt med hjälp av lämpliga strålskyddsutrustningar, och ingen del av dem får exponeras för primärstrålningen. Under röntgenundersökningen ska onödig vistelse i patientens och röntgenrörets omedelbara närhet undvikas.

3 Kvalitetssäkring

Med kvalitetssäkring strävar man till att trygga att röntgenapparaturen fungerar säkert och att röntgenbildens kliniska kvalitet är tillräckligt god under det att stråldosen till patienten och personalens exponering är så små som möjligt. Delområden i kvalitetssäkringen är teknisk kvalitetssäkring och kvalitetssäkring av verksamheten. Krav gällande kvalitetssäkring framställs i Strålsäkerhetscentralens direktiv ST 3.1, Tandröntgenundersökningar inom hälsovården.

Till kvalitetssäkring av verksamheten hör följande delområden:

- undersökningsinstruktioner
- bokföring och rapportering av undersökningsdata
- bedömning av den kliniska bildkvaliteten
- bestämning av patientens stråldos och bedömning av resultaten
- självbedömning
- klinisk auditering (verksamhet som förutsätter säkerhetstillstånd).

Teknisk kvalitetssäkring innefattar:

- mottagningskontroll
- kvalitetskontroll enligt apparatspecifika instruktioner med bestämda intervall
- kvalitetskontroll efter betydande reparation eller underhåll
- kvalitetskontroll då det finns skäl att befara att apparatens funktion skadats eller förändrats.

I mottagningskontrollen säkras man att apparaturen efter transport, installation och montering av de olika delarna fungerar ändamålsenligt och säkert så att acceptanskraven under användning enligt bilaga B i direktiv ST 3.1 uppfylls och att de centrala prestanda och säkerhetsegenskaper tillverkaren angett gäller. Det är ändamålsenligt att i fortsättningen använda resultaten från mottagningskontrollen som referensvärden för apparatens prestanda, då sådana behövs för kontroll av apparaturens funktionsskick och prestanda. Mottagningskontrollen kan genomföras av en representant för användarorganisationen eller leverantören eller en tredje part. I fall mottagningskontrollen genomförs av någon annan än en representant för användarorganisationen, ska en representant för användarorganisationen se till att mottagningskontrollen övervakas tillräckligt och utse en ansvarsperson för detta uppdrag.

Om sådana ändringar i apparaten eller dess inställningar görs som kan påverka bildkvaliteten eller strålningsalstringen, ska funktionsskicket omtestas och referensvärden för prestanda bestämmas på nytt. Alla test som hör till kvalitetskontroll under användning ska alltså första gången göras i samband med mottagningskontrollen. Samtidigt bestämmer

man, t.ex. utgående ifrån leverantörens rekommendationer, hur stora avvikelser från dessa referensvärden som ska tillåtas. I fortsättningen ska testerna upprepas med samma mätarrangemang, så att resultaten blir jämförbara sinsemellan.

Instruktioner och ansvarsfördelning för kvalitetskontroll av apparaturen bestäms och bokförs apparatspecifikt, nämligen:

- kontroller och mätningar inom kvalitetskontrollen och deras syfte
- kontroll- och mätmetoder samt mätresultat
- vilka som utför kontroller och mätningar (yrkesgrupper)
- apparatur och utrustning som ska användas
- intervallen mellan kontrollerna och mätningarna
- åtgärdsgränser för kontroll- och mätresultaten, vilka inte får vara mindre strikta än de acceptanskrav under användning som ges i bilaga B i direktiv ST 3.1
- åtgärder ifall åtgärdsgränserna överskrids.

Tester för kvalitetskontroll kan vidare indelas i användartest och tekniska test:

- *Användartest* är test som är lätta att utföra och är nödvändiga relativt ofta, och som vanligen utförs av personal som i sitt arbete använder apparaturen. Dessa delas för sin del in i säkerhetstest och funktionstest:
 - *Säkerhetstest* är kontroll av röntgenapparatens mekaniska funktioner, nödströmbrytare, strålningsdetektorer och varningsljus, samt kontroll av strålskyddsutrustningarnas skick.
 - *Funktionstest* är undersökning på testfantom och analys av bilderna, kontroll av strålnippets centrering, storlek och homogenitet samt av ljusmarkeringarnas riktning.
- *Tekniska test* förutsätter tekniskt specialkunnande, tillämpningsprogram eller specialutrustning, och de behövs i allmänhet mera sällan. Med hjälp av dem kan man försäkra sig om att apparaten är funktionsduglig och uppfyller de tekniska krav som ställs på den, t.ex. Strålsäkerhetscentralens acceptanskrav. Tekniska test utförs ofta av teknisk personal, sjukhusfysiker eller annan i saken insatt specialist, eller också beställs tjänsten utifrån, t.ex. av leverantören.

Förutom röntgenapparatens korrekta funktion är också funktionsdugligheten hos bildreceptorerna och apparatur och utrustning för betraktande av bilderna viktig för en korrekt diagnos. Därför ska också testning av filmer och kassetter, bildplattor och andra bildreceptorerna samt kvalitetssäkring av monitorer organiseras.

3.1 Röntgenapparaters mekaniska funktioner och nödströmbrytare

Stabiliteten hos intraorala röntgenapparaters riktning och placering kontrolleras genom att man säkrar apparatens stabilitet i undersökningssituationen. Dessutom säkras man att avståndsbegränsarens riktning bibehålls och att kablarna är i skick. Det mekaniska skicket hos den intraorala röntgenapparatus olika delar (bl.a. utlösarknappen, strömbrytarna, ledningarna, apparatus fastsättning och stödskaft) kontrolleras med ögonmått.

För panoramatomografiröntgen- och CBCT-apparatus del kontrolleras stabiliteten på riktningen och placeringen. Kontrollen görs genom att man säkrar att röntgenrörets och bildreceptorns vridning är jämn och att riktningssljusen för placering av patienten är exakta. Kontrollen kan göras t.ex. genom att ta en bild av ett testfantom som placerats i strålknippen (punkt 3.2). Dessutom kontrolleras att apparatus lodräta låsning fungerar.

Om apparaten har en strömbrytare för nödstopp, ska dess funktion kontrolleras genom att prova den.

3.2 Strålningsdetektorer och varningsljus samt strålskyddsutrustningarnas skick

Man kontrollerar att detektorerna och varningsljusen fungerar som avsett. Också funktionen hos apparatus displayer och signalljus för inställning av undersökningsparametrar kontrolleras.

Genom att titta och känna efter med händerna försäkras man sig om att strålskyddsutrustningarna är hela och funktionsdugliga.

3.3 Undersökning på testfantom

Med testbilder som tas med bestämda intervall kan man försäkra sig om att bildkvaliteten inte förändrats och fortsättningsvis är på en tekniskt acceptabel nivå. För bedömning av bildkvaliteten med hjälp av testfantom tar man alltid röntgenbilder (testbilder) på samma sätt och använder den bildtagningsteknik som används i en typisk klinisk undersökning och med samma undersökningsparametrar. Testfantomet bör vara sådant att man utifrån en bild taget av fantomet kan bedöma bildens jämnhet och den framställda bildens kvalitet.

Testbilden jämförs på ögonmått med en jämförelsebild som tidigare tagits med samma undersökningsmetod och samma undersökningsparametrar. I jämförelsen kan man fästa uppmärksamhet bl.a. vid bildens jämnhet, kontrast och upplösning samt eventuella bildfel. Om testbilden avviker betydligt från jämförelsebilden, lönar det sig att först försäkra sig om att den är tagen med samma metod och med samma parametrar som jämförelsebilden. Om så är fallet, beror förändringarna i allmänhet på förändringar i bildframställningen eller röntgenapparaten. Ifall man använder film för undersökningen, kan orsaken till den förändrade bilden vara t.ex. annan filmtyp och förstärkningsskärm, gammal film eller förändringar i framkallningsprocessen. I digitala undersökningar kan förändringen bero t.ex. på programuppdateringar, ändringar i undersökningsapparatus inställningar eller ett apparatfel. Om man inte kan reda ut eller korrigerar orsakerna till den försämrade bildkvaliteten eller patientens ökade exponering är det skäl att kontakta apparatservicen.

Uppföljning av bildkvaliteten från en intraoral röntgenapparat kan genomföras t.ex. med ett testfantom av ett lämpligt material som har delar för bedömning av upplösning och kontrast. Vid testningen ska man se till att avståndsbegränsarens (riktarrörets) ända är fast i testfantomet.

Ur testbilden kan man samtidigt kontrollera också strålknippets storlek (bild 1).

För testning av bildkvaliteten från panoramatomografiröntgen- och CBCT-apparatur kan man använda särskilda testfantom för varje apparattyp, som leverantören tillhandahåller. Ur en testbild från en panoramatomografiröntgen- eller CBCT-apparat kan man förutom bildkvaliteten och strålknippets storlek även kontrollera att röntgenrörets och bildreceptorns rörelse är jämn och försäkra sig om att patienten kan placeras rätt inför undersökningen, d.v.s. kontrollera riktningen av placeringsljusen för patienten. Testet utförs enligt apparattillverkarens instruktioner (bild 2 och 4).

Då man tar bilder på ett testfantom med panoramatomografiröntgenapparatur kan man dessutom kontrollera att det skikt som avbildas skarpt är symmetriskt och ligger på rätt ställe. På motsvarande sätt kan man då man tar bilder på ett testfantom med en CBCT-apparat försäkra sig om att fantommaterialets CT-tal är konstanta och avgöra CT-bildens brus och bildfel. Ifall apparaten är utrustad med ett program för ROI-mätning kan CT-talet bestämmas genom att man väljer ett tillräckligt stort cirkelformat ROI-område, vars genomsnittliga pixelvärde avläses. Det på så sätt bestämda CT-talet jämförs med ett tidigare bestämt referensvärde och apparatens tekniska specifikationer. Bestämningen av CT-bildens brus baserar sig på spridningen av CT-talen som bestämts över ett visst överenskommet område, vilken man även jämför med ett tidigare bestämt referensvärde och med apparatens tekniska specifikationer (bild 3).

Utifrån bilden av testfantomet kontrolleras också eventuella bildfel. Bilden får inte uppvisa betydande bildfel.

I bilaga A på s. 25 ges ett exempel på användning av testredskap och tolkning av bilden med panoramatomografiröntgenapparat.



Bild 1.
Undersökning av testfantom med intraoral röntgenapparat.

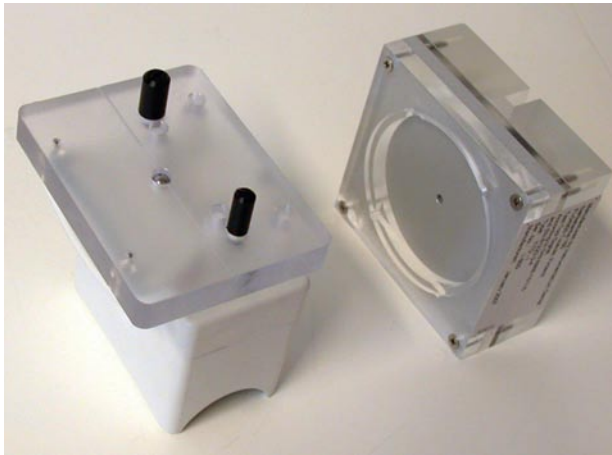


Bild 2.

Exempel på ett testfantom (till höger) som kan användas för teknisk testning av bildkvaliteten hos intraorala apparater och panoramatomografiröntgenapparater samt kefalostater. Testfantomet får sin rätta placering med hjälp av ett för apparattypen särskilt stödstycke. Till vänster ett exempel på ett testfantom med kula och nålar, med vars hjälp man kan kontrollera att läget för det skikt som avbildas med en panoramatomografiapparat är rätt inställt och att skiktet avbildas symmetriskt.



Bild 3. Tolkning av testbild tagen med CBCT-apparat.



Bild 4. Undersökning av testfantom med CBCT-apparat.

3.4 Panoramatomografiröntgenapparaters jämna rörelse

Man kan kontrollera panoramatomografiröntgenapparaters jämna rörelse genom att fästa ett jämnt, strålningsdämpande föremål (t.ex. 1 mm kopparskiva) i röntgenrörets primärknippe och fotografera utan undersökningsobjekt (förutom sagda kopparskiva) och med små undersökningsparametrar. Utifrån bilden kan man bedöma bildens jämnhet med ögonmått. Bilden ska genomgående vara jämnt exponerad utom på kompensationsområdet för halskotorna i mitten.

3.5 Framkallning och bildvisare

Intraorala röntgenbilder som tagits på tandröntgenfilm framkallas vanligen för hand eller med en framkallningsmaskin med dagsljustillsats. Då räcker det som kvalitetskontroll att man följer av framkallar- och filmtillverkare rekommenderade framkallningstider, -temperaturer och blandningsförhållanden och att framkallningsvätskorna byts enligt tillverkarnas anvisningar. Då man använder framkallningsmaskin med dagsljustillsats ska man, för att undvika onödigt slöjning, se till att inga lysrör brinner ovanför framkallningsmaskinen och att maskinen inte placeras nära fönster i starkt ljus.

Film och laddade kassetter får inte förvaras i röntgenundersökningsutrymmen för att inte slöjas av spridd strålning. Film och framkallningsvätskor får inte långvarigt förvaras i samma utrymme.

Bildvisarapparaturens och ljustavlornas ljuseffekt ska vara tillräcklig och belysningen jämn. Ljustavlorna och bildvisarna ska placeras så, att rumsbelysningen inte orsakar synliga speglingar i bilderna.

Kompatibiliteten hos förstärkningsskärmar och film som används för panoramatomografi och kefalometri ska säkras. I planeringen av instruktionerna för kvalitetskontroll av framkallningsmaskinen samt filmen och förstärkningsskärmen kan man ta till hjälp instruktioner för kvalitetskontroll av andra röntgenapparater inom hälsovården, t.ex. Guide för kvalitetskontroll av röntgenapparater inom hälsovården (STUK tiedottaa 2/2008, på finska), punkt 4.2. Nedan framställs huvudpunkterna i dessa instruktioner:

- Filmkassettenns låsmekanism och ljusäthet kontrolleras genom att man placerar kassetten, med en oexponerad film, på ljustavlan eller på ett annat ljust ställe i 10 minuter (på båda sidorna). Den framkallade filmen får inte uppvisa svarta ränder.
- Kontakten mellan förstärkningsskärmen och filmen kontrolleras genom att man tar en röntgenbild av en perforerad skiva eller ett galler av metall som placeras på kassetten. Bilden får inte innehålla områden av olika svärtning eller skärpa.
- Mörkrummets ljusäthet bör kontrolleras med bestämda intervall, alltid då en ny filmtyp tas i bruk eller då mörkrumslampan byts eller andra reparationer utförs i rummet. Filmernas slöjning bör kontrolleras också då man använder framkallningsmaskin med dagsljustillsats.

3.6 Digitala bildreceptorer och bildläsare

Precis som film och kassetter måste också digitala bildplattor förvaras skyddade för spridd strålning.

Bildplattor som exponerats för strålning eller inte använts på länge bör tömmas innan de används för undersökningar. Bildplattorna ska avläsas inom rimlig tid efter bildtagningen, så att inte blekning (fading) och överflödigt, ackumulerad bakgrundsstrålning hinner försämra bildens kvalitet.

Bildplattornas renhet och skick kontrolleras med ögonmått. Vid behov rengörs bildplattorna enligt tillverkarens anvisningar.

Bildreceptorernas mekaniska slitning och eventuella bildfel kan testas genom att man bestrålar kassetten jämnt med en lämplig dos och kontrollerar bildens jämnhet och felfrihet visuellt. Bilden får inte ha betydande ojämnheter eller andra bildfel som försvårar diagnosen. För vissa bildreceptorer rekommenderar tillverkaren kalibrering med bestämda intervall; denna ska göras enligt tillverkarens anvisningar.

Ifall testfantomet har en upplösningstestskiva i 45 graders vinkel, kan man testa också funktionen hos bildplattans läsare i samband med testningen av bildkvaliteten. Bildplattan läses med hjälp av testbildens läsprogram. Utifrån bilden kontrolleras upplösningstestskivans rand med tillräcklig förstoring och smalt gråskalefönster. Bilden av linjalens kant ska vara kontinuerlig och trappaform jämn över hela bildens längd.

Noggrannare föreskrifter om kvalitetssäkring av digitala bildreceptorer framställs i Guide för kvalitetskontroll av röntgenapparater inom hälsovården (STUK tiedottaa 2/2008, på finska) punkt 4.3.

3.7 Bildmonitorer och förhållandena runt dem

När man använder digitala röntgenbilder bör man organisera kvalitetskontroll också av de bildmonitorer som används för att se på bilderna. Särskild uppmärksamhet fästs vid förhållandena i vilka man betraktar bilderna, bl.a. rummets belysning och reflektioner som syns på bildytan. Man bör kontrollera att monitorn inte utsätts för direkt ljus från ljuskällor såsom lampor eller fönster. Sådana ljuskällor borde inte heller finnas i bildbetraktarens synfält. Vidare kan bildmonitorns funktion bedömas med hjälp av särskilda testbilder. Anvisningar för kvalitetssäkring av bildmonitorer finns i Guide för kvalitetskontroll av röntgenapparater inom hälsovården (STUK tiedottaa 2/2008, på finska), punkt 4.6. (bild 5).

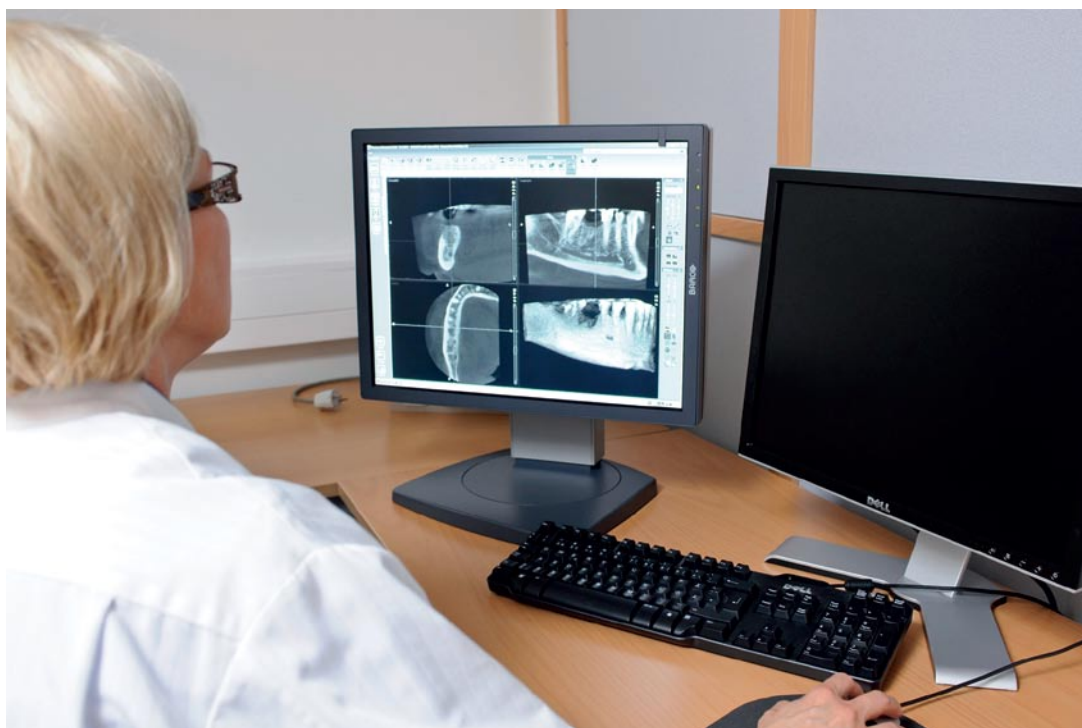


Bild 5. Man bör organisera kvalitetssäkring av de monitorer som används för tolkning av tandröntgenbilder.

4 Användningsutrymmen och strålskärmning

Ett rum där tandröntgenundersökningar utförs ska vara försett med sådan strålskärmning att den strålningsexponering undersökningarna leder till för personer utanför undersökningsrummet blir så liten som det med rimliga åtgärder är möjligt. Strålskärmningen görs genom att använda ett material som minskar strålningens dosrat. I bestämningen av behovet av strålskärmning beaktar man

- hur mycket apparaten används
- apparatens undersökningsspänning och apparatens totalfiltrering
- produkten av röntgenrörets undersökningsström och -tid (mAs)
- strålnippets storlek
- röntgenapparatens placering i undersökningsrummet
- undersökningsriktningarna
- omgivande utrymmens användningssyfte.

Då röntgenapparaten finns i en tandläkares mottagningsrum är användningsutrymmets storlek i allmänhet tillräckligt också med tanke på röntgenundersökningar. Om röntgenapparaten är placerad i ett skilt rum, ska rummet vara så stort att undersökningarna kan göras på tillräckligt avstånd och utan att den som utför dem råkar i primärknippet. Allmänna skärningskrav framställs i direktiv ST 1.10 och för tandröntgenverksamhet i direktiv ST 3.1.

Undersökningsrummets strålskärmning kontrolleras utgående ifrån ansökan om registrering eller säkerhetstillstånd och dess bilagor. Ifall de uppgifter som framställs i ansökan och tilläggsutredningar inte räcker för att avgöra om undersökningsrummets strålskärmning är tillräcklig, försäkras man sig om saken genom kontroll på användningsplatsen.

4.1 Praktiska exempel på den strålskärmning olika apparattyper kräver

Exemplen nedan är uträknade utgående ifrån den dosrestriktion som uppställts för befolkningen, vilken för beräkning av strålskärmning är 0,3 mSv per år. I skärningsuträkningar antas den kontinuerliga effekttåligheten för panoramatomografiröntgenapparater vara 125 W och för CBCT-apparater 290 W. Dosraten för läckstrålning genom röntgenrörets kåpa antas vid dessa spänningar och effekter, på en meters avstånd, vara 0,1 mGy/h. Erfarenheten visar att en ännu bättre skärningsförmåga för kåpan i allmänhet uppnås. I så fall är skärningsbehovet mindre än i exemplen nedan. Apparatstandarderna tillåter dock en större läckstrålning genom kåpan (1 mGy/h); för en sådan apparat skulle skärningsbehovet vara större än vad som framställs i bilderna 7 och 8.

Man bör särskilt uppmärksamma att mängden undersökningar har stor betydelse för hurudan strålskärmning utrymmena kräver. Ofta lönar det sig att redan då man planerar utrymmena förutse eventuella förändringar i angränsande utrymmen eller i mängden undersökningar. Om användningsmängden per vecka är större än i exemplen nedan ska man bedöma också strålskärningsbehovet för korridorer, WC och andra sporadiskt använda utrymmen som gränsar till undersökningsrummet. I byggnader som har mellanbottnar av betong behövs ingen särskild strålskärmning för golvet; om mellanbottnarna är av trä måste behovet av extra skärmning utredas.

4.1.1 Exempel på strålskärmning som intraoral röntgenapparat kräver

Vid användning av intraoral röntgenapparat behövs extra skärmning i allmänhet bara i utrymmen som ligger i primärknippets riktning i vilka man vistas under undersökningarna. Den extra skärmningen behöver inte täcka hela väggen, utan det räcker med att skärmningen täcker de delar av väggen som primärknippet kan träffa. Extra skärmning kan behövas också i andra riktningar än primärknippets om röntgenapparaten är placerad nära en vägg, mängden undersökningar är exceptionellt stor och människor vistas regelbundet bakom väggen under undersökningarna.

I bild 6 framställs den nödvändiga strålskärmningen i primärknippets riktning vid användning av intraoral röntgenapparat, då röntgenrörets spänning är 70 kV och apparaten placerats på en eller två meters avstånd från ett utrymme i regelbunden användning (bostads-, arbets- eller väntrum) eller annat vistelseutrymme.

Om rörströmmen t.ex. är 8 mA, exponeringstiden 0,2 s och man gör 30 undersökningar i veckan, blir produkten av rörströmmen och exponeringstiden 48 mAs/vecka ($8 \text{ mA} \cdot 0,2 \text{ s/bild} \cdot 30 \text{ bilder/vecka}$).

I regel görs intraorala röntgenundersökningar mot tre väggar. Således riktas mot en vägg användningen $1/3 \cdot 48 \text{ mAs} = 16 \text{ mAs}$. Kurvorna i bild 6 visar att en användning av 16 mAs per vecka på en meters avstånd från ett vistelseutrymme kräver en skärm med blyekvivalenten 0,4 mm. Om det skyddade utrymmet är på två meters avstånd från röntgenröret, ska skärmen motsvara 0,2 mm bly.

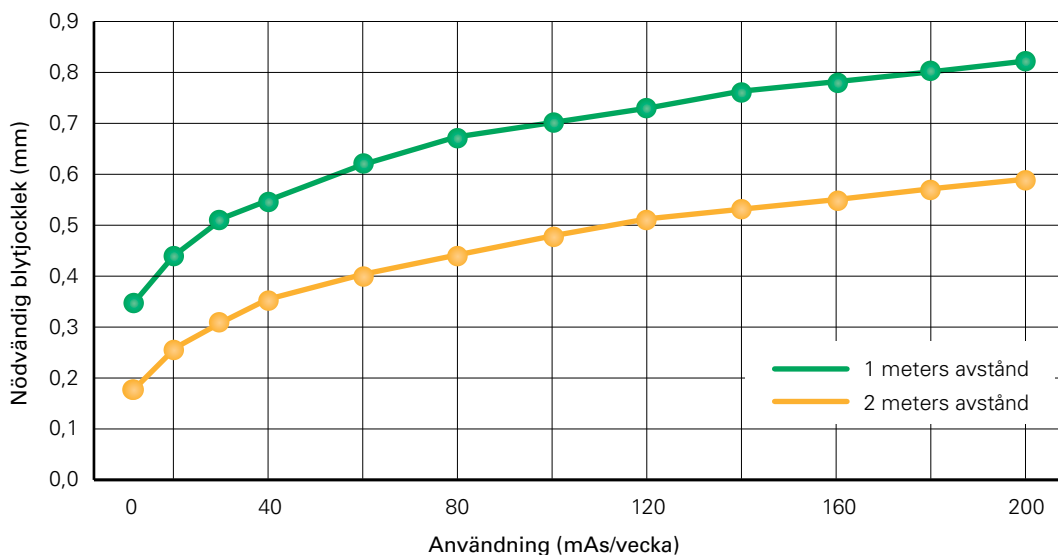


Bild 6. Behovet av strålskärmning i primärknippets riktning på 1 och 2 meters avstånd från röntgenröret (en intraoral apparat), då rörspänningen är 70 kV och dosrestriktionen för utrymmet bakom skärmen är 0,3 mSv/år.

4.1.2 Exempel på strålskärning som panoramatomografiröntgenapparat kräver

I panoramatomografiröntgenapparaters primärknippe finns en effektiv strålningsdämpande skärm, vilket betyder att huvudsakligen bara spridd strålning från patienten når apparatens omgivning. Vad gäller panoramatomografiröntgenapparat är läckstrålningen som kommer igenom röntgenrörets kåpa med dagens apparater i allmänhet en betydligt mindre källa till exponering än den spridda strålningen från patienten.

I bild 7 framställs den nödvändiga strålskärningen vid användning av panoramatomografiröntgenapparat, då rörspänningen är 85 kV och apparaten placerats på en eller två meters avstånd från ett utrymme i regelbunden användning (bostads-, arbets- eller väntrum) eller annat vistelseutrymme.

Om t.ex. rörströmmen för undersökningen är 8 mA, exponeringstiden 18 s och man gör 10 undersökningar per vecka (ca 500 undersökningar per år), blir produkten av rörströmmen och exponeringstiden 1 440 mAs/vecka ($8 \text{ mA} \cdot 18 \text{ s/bild} \cdot 10 \text{ bilder/vecka}$).

Kurvorna i bild 7 visar att en användning av 1 440 mAs per vecka på en meters avstånd från ett vistelseutrymme kräver en skärm med blyekvivalenten 0,4 mm. Om det skyddade utrymmet är på två meters avstånd från röntgenröret, ska skärmen motsvara ca 0,1 mm bly.

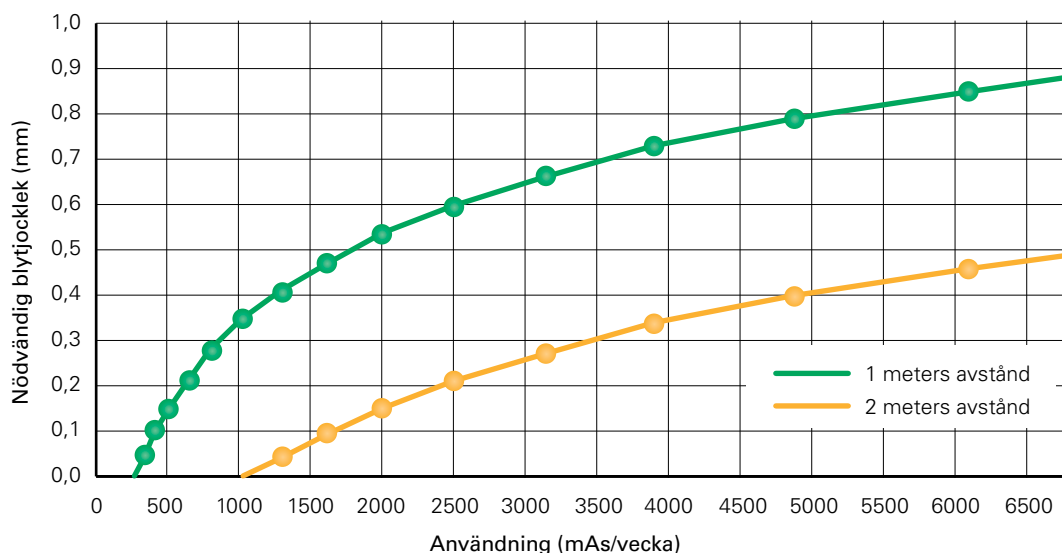


Bild 7. Behovet av strålskärning i utrymmen som omger en panoramatomografiröntgenapparat på 1 och 2 meters avstånd från patienten, då dosrestriktionen för utrymmet bakom skärmen är 0,3 mSv/år och rörspänningen är 85 kV. Genom röntgenrörets kåpa antas komma läckstrålning på 0,1 mGy/h (rörets maximala spänning 85 kV, kontinuerliga effekten 125 W). Strålfältets storlek antas vara 1,2 cm² på 33 cm:s avstånd från röntgenrörets fokus.

4.1.3 Exempel på strålskärmning som CBCT-apparatur kräver

I CBCT-apparaters primärknippe finns en effektiv strålningsdämpande skärm, vilket betyder att huvudsakligen bara spridd strålning från patienten når apparatens omgivning.

I bild 8 framställs den nödvändiga strålskärmningen vid användning av CBCT-apparatur, då rörspänningen är 84 kV och apparaten placerats på en eller två meters avstånd från ett utrymme i regelbunden användning (bostads-, arbets- eller väntrum) eller annat vistelseutrymme.

Om t.ex. rörströmmen för undersökningen är 16 mA, exponeringstiden 8 s och man gör 30 undersökningar per vecka, blir produkten av rörströmmen och exponeringstiden 3 840 mAs/vecka ($16 \text{ mA} \cdot 8 \text{ s/bild} \cdot 30 \text{ bilder/vecka}$).

Kurvorna i bild 8 visar att en användning av 3 840 mAs per vecka på en meters avstånd från ett vistelseutrymme kräver en skärm med blyekvivalenten 0,7 mm. Om det skyddade utrymmet är på två meters avstånd från röntgenröret, ska skärmen motsvara ca 0,4 mm bly.

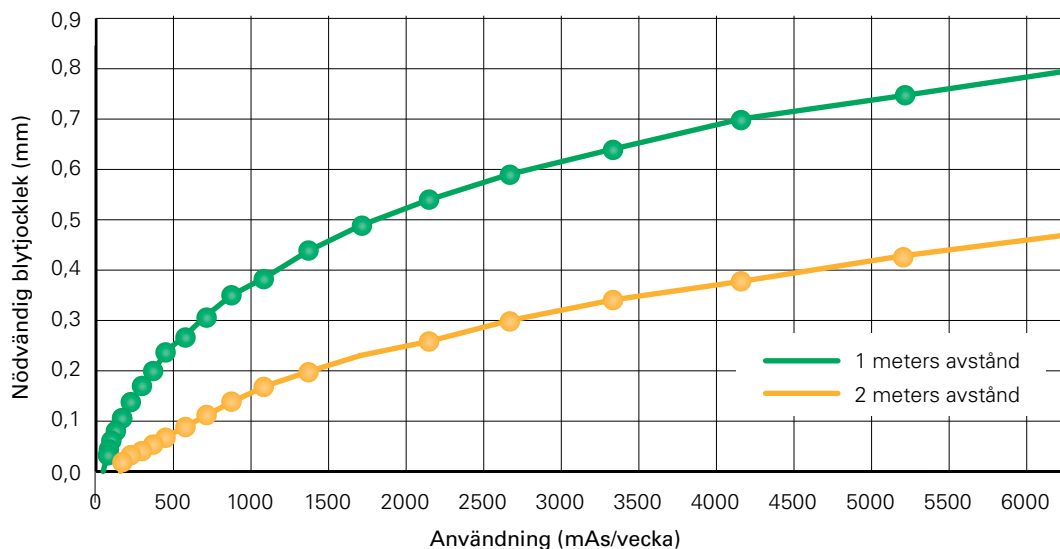


Bild 8. Behovet av strålskärmning i spridd strålnings riktning i utrymmen som omger en CBCT-apparat på 1 och 2 meters avstånd från röntgenröret, då dosrestriktionen för utrymmet bakom skärmen är 0,3 mSv/år och rörspänningen är 85 kV. Genom röntgenrörets kåpa antas komma läckstrålning på 0,1 mGy/h (rörets maximala spänning 100 kV, kontinuerliga effekten 300 W). Strålfältets storlek antas vara 40 cm² på 30 cm:s avstånd från röntgenrörets fokus.

4.2 Blyekvivalenter för konstruktionsmaterial

Ovan framställs hur man kan bestämma tjockleken på det nödvändiga blyskärmen. Man kan i stället för bly använda också andra material. Exempel på alternativa material framställs i tabell 2 på sid. 22. Materialets skärmningsförmåga beror på dess grundämnessammansättning och densitet: ifall sammansättningen är densamma är den nödvändiga skärmens tjocklek omvänt proportionell mot densiteten. T.ex. en gipsskivas skärmningsförmåga är betydligt sämre än hos betong, eftersom gipsskivans densitet typiskt ligger kring 750 kg/m^3 och betongens kring $2\,300 \text{ kg/m}^3$.

Också andra mineralbaserade byggnadsskivor finns att få, vars densitet är större (t.ex. $1\,500 \text{ kg/m}^3$) än gipsets, och skärmens nödvändiga tjocklek är då ca hälften mindre. Densiteten för lättbetong kan vara betydligt mindre än för vanlig betong, och skärmens nödvändiga tjocklek följaktligen större. Härutöver finns speciella gipsskivor som planerats för byggning av strålskärmar med tillsatt bariumsulfat för förbättrad strålningsdämpning.

Tabell 2. Alternativa konstruktionsmaterial och deras blyekvivalenter.

Konstruktionsmaterial och dess densitet	Blyvärde (mm Pb)	Materialtjocklek (mm) som motsvarat blyvärdet för olika rörspänningar		
		50 kV	70 kV	100 kV
Betong (2 300 kg/m ³) eller glas (2 600 kg/m ³)	0,12	16	16	15
	0,25	34	31	29
	0,5	65	58	51
	0,75	91	83	70
	1,0	115	106	87
Tegel (solitt, 1 800 kg/m ³)	0,12	23	23	22
	0,25	49	45	42
	0,5	94	84	74
	0,75	131	120	101
	1,0	166	153	126
Gipsskiva (750 kg/m ³)	0,12	37	36	35
	0,25	81	76	71
	0,5	157	145	132
	0,75	222	209	185
	1,0	284	270	234
Bariumhaltig strålskärningsskiva (60% BaSO ₄ , 1 360 kg/m ³)	0,12		2,5	2,1
	0,25		5,2	4,5
	0,5		10	8,9
	0,75		16	13
	1,0		21	18
Stål (7 900 kg/m ³)	0,12	0,7	0,8	0,8
	0,25	1,5	1,6	1,7
	0,5	3,0	3,2	3,4
	0,75	4,3	5,0	5,1
	1,0	5,6	6,8	7,0
Trä (550 kg/m ³)	0,12	258	232	170
	0,25	465	385	287
	0,5	761	600	442

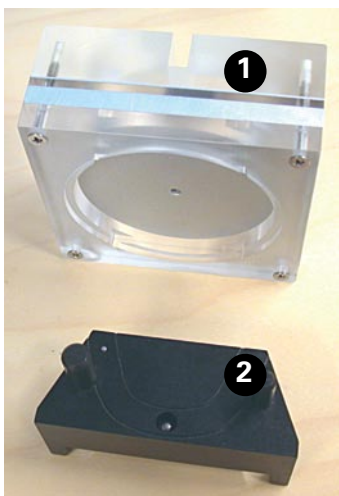
Litteratur

1. American Association of Physicists in Medicine (AAPM). Quality control in diagnostic radiology. Report of Task Group 12. AAPM Report No. 74. MD: AAPM; 2002. <http://www.aapm.org/pubs/reports/>
2. Conference of Radiation Control Program Directors, Inc. Quality control recommendations for diagnostic radiography. Volume 1: Dental facilities. Frankfort: CRCPD; 2001. <http://www.crcpd.org/Pubs/QC-Docs/QC-Vol1-Web.pdf>
3. European Commission. European guidelines on radiation protection in dental radiology. Radiation protection 136. Luxembourg: Office for Official Publication of the European Communities; 2004. http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radioprotection/publication/doc/136_en.pdf
4. European Commission. European guidelines on quality criteria for diagnostic radiographic images in paediatrics. Luxembourg: Office for Official Publication of the European Communities; 1996. <http://www.sprm.pt/legislacao/ficheiros/EuropeanGuidelinesEur16261.pdf>
5. Health Protection Agency (HPA). Guidance on the safe use of dental cone beam CT (computed tomography) equipment. HPA-CRCE-010. Oxfordshire: HPA; 2010. http://www.hpa.org.uk/web/HPAwebFile/HPAweb_C/1287143862981
6. Holroyd JR, Walker A. Recommendations for the design of X-ray facilities and the quality assurance of dental cone beam CT (computed tomography) systems. A report of the HPA Working Party on Dental Cone Beam CT. HPA-RPD-065. Oxfordshire: HPA; 2010. http://www.hpa.org.uk/web/HPAwebFile/HPAweb_C/1267551245480
7. Institute of Physics and Engineering in Medicine (IPEM). Recommended standards for the routine performance testing of diagnostic X-ray imaging systems. IPEM Report No. 91. York: IPEM; 2005.
8. Radiation Protection: Cone beam CT for dental and maxillofacial radiology. Evidence based guidelines. A report prepared by the SEDENTEXCT Project; 2011. http://www.sedentexct.eu/files/guidelines_final.pdf
9. National Council on Radiation Protection and Measurements. Radiation protection in dentistry. NCRP Report no 145. Bethesda, MD: NCRP; 2003.
10. National Radiological Protection Board. Guidance notes for dental practitioners on the safe use of X-ray equipment. NRPB; 2001.

11. Suomalainen Anni. Cone beam computed tomography in oral radiology. Academic Dissertation. University of Helsinki, Faculty of Medicine, Helsinki 2010.
12. Lasten röntgentutkimuskriteerit (Kriterier för röntgenundersökningar för barn). STUK tiedottaa 1/2008 (STUK informerar 1/2008). Helsingfors: Strålsäkerhetscentralen; 2008. http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/sv_FI/stuk_tiedottaa/
13. Potilaan säteilyaltistuksen määrittäminen röntgentutkimuksissa (Bestämning av patientens strålningsexponering i röntgenundersökningar). STUK tiedottaa 1/2004 (STUK informerar 1/2004). Helsingfors: Strålsäkerhetscentralen; 2004. http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/sv_FI/stuk_tiedottaa/
14. Referensnivåer för patientens strålningsexponering gällande konventionella röntgenundersökningar på vuxna. Strålsäkerhetscentralens beslut dnr 65/310/08 (15.12.2008). http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/viranomaisohjeet/sv_FI/stohjeet/
15. Terveydenhuollon röntgenlaitteiden laadunvalvontaopas (Guide för kvalitetskontroll av röntgenapparater inom hälsovården). STUK tiedottaa 2/2008 (STUK informerar 2/2008). Helsingfors: Strålsäkerhetscentralen; 2008. http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/sv_FI/stuk_tiedottaa/
16. Acceptanskrav under användning för röntgenapparatur inom hälsovården. Röntgenundersöknings- och genomlysningsapparater och datortomografiapparater. Strålsäkerhetscentralens beslut dnro 12/310/06 (17.8.2006). http://www.stuk.fi/julkaisut_maaraykset/viranomaisohjeet/sv_FI/stohjeet/
17. Tapiovaara M. Röntgenhuoneen säteilysuojaustarpeen arviointiin käytettävä tietokoneohjelma: RtgSuojaus (Datorprogram för bedömning av strålskärningsbehov i ett röntgenutrymme: RtgSuojaus). STUK-STO-TR 2. Helsingfors: Strålsäkerhetscentralen; 2005. <http://www.stuk.fi/julkaisut/tr/stuk-sto-tr2.pdf>
18. Toroi P, Komppa T, Kosunen A. Annoksen ja pinta-alan tulon mittaaminen: DAP-mittarin kalibrointi röntgensäteilykeilassa (Mätning av produkten av dos och areal: Kalibrering av en DAP-mätare i ett röntgenstrålnippe). STUK-TR-4. Helsingfors: Strålsäkerhetscentralen: 2008. <http://www.stuk.fi/julkaisut/tr/stuk-tr4.html>

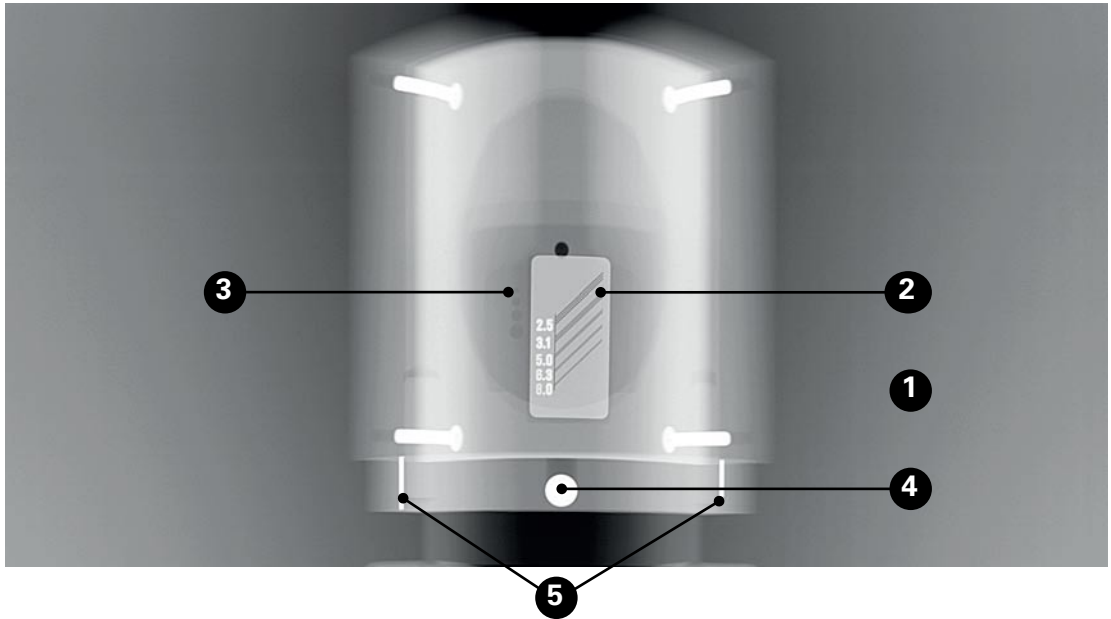
BILAGA

Exempel på användning av testfantom och tolking av bilden med en panoramatomografiröntgenapparat



- 1 Testfantom med vilket man testar bildens tekniska kvalitet.
- 2 Fantom med kula och nålar.
- 3 Testfantom och fantom med kula och nålar placerade i en panoramatomografiröntgenapparat.
- 4 Skilt filter framför kollimatorns strålöppning (t.ex. 1 mm kopparskiva).





Utifrån bilden kontrolleras följande:

- ❶ att det exponerade området är jämnt och det oexponerade området omger hela bildområdet
- ❷ hur många linjepar som syns (i allmänhet minst 2,5 LP/mm)
- ❸ 4 st. borrningar av olika storlek
- ❹ kulans rundhet; kulan ska sitta symmetriskt mellan nålarna (den ena nålen längre och den andra kortare)
- ❺ nålavståndet i enlighet med tillverkarens angivna mått



Laippatie 4, 00880 Helsinki
Puh. (09) 759 881, fax (09) 759 88 500
www.stuk.fi

ISBN 978-952-478-684-3

ISSN 1799-9480

Edita Prima Oy, Helsingfors 2012