

## DAP kalibrering ved norske sykehus/røntgeninstitutter

**Dose Areal Produkt (DAP) er en dosimetrisk størrelse som direkte kan knyttes til pasientdoser innen røntgen. Størrelsen brukes til å monitorere pasientdoser og etablere representative doser. For at den estimerte dosen skal være riktig er det viktig at den avleste DAP-verdien er kalibrert.**

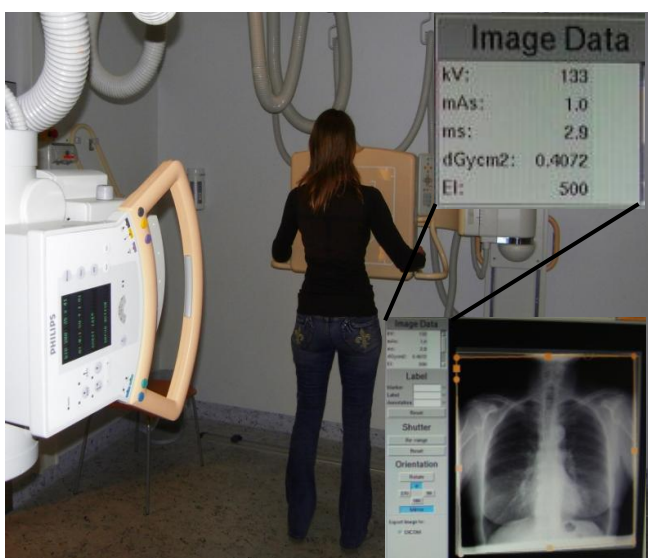


Foto: Per Otto Hetland, Statens strålevern

Ny forskrift om strålevern og bruk av stråling (strålevernforskriften) trådte i kraft 1. januar 2011. Forskriften fokuserer på økt kunnskap om pasientdoser lokalt ved virksomheten. Dette betyr at virksomhetene daglig må monitorere pasientdoser (jf. § 50 første ledd) samt etablere representative doser (jf. § 40). Representative doser er et viktig verktøy for optimalisering av røntgenundersøkelser (jf. § 38). Forskriften stiller videre krav om at nytt røntgenapparat skal være utstyrt med en anordning som gir et mål for pasientdosen (jf. § 50 første ledd) og kalibrering av denne anordningen er videre en naturlig del av virksomhetens kvalitetskontroll av røntgenapparatet (jf. § 49 andre ledd).

Dose areal produktet (DAP) er en dosimetrisk størrelse som kan knyttes direkte til pasientdosen og er mye brukt for dosemonitorering innen røntgendiagnostikk. Moderne røntgenapparat

har enten et innebygd DAP-meter eller er utstyrt med en programvare som beregner DAP-verdien ut fra eksponeringsbetingelsene. Denne infoen gir en anbefaling til hvordan oppgitt DAP-verdi kan kalibreres.

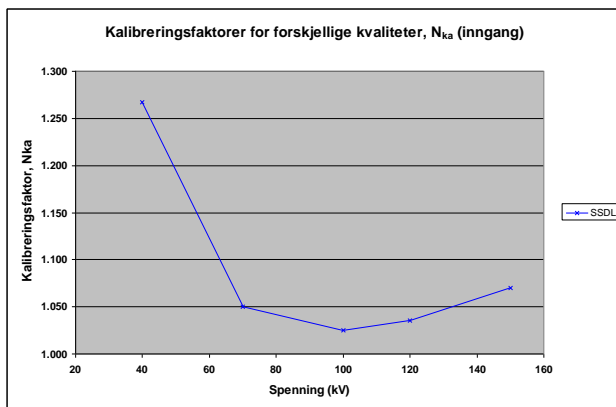
### Bruk av kalibrert referanse DAP-meter

Bruk av et kalibrert referanse DAP-meter er en enkel måte å kalibrere DAP-verdien oppgitt av røntgenapparatet. Kalibreringen av referanse DAP-meteret må være sporbar til et sekundær standard dosimetri laboratorium (SSDL). SSDL ved Statens strålevern tilbyr sporbar kalibrering av referanse DAP-metre og utsteder tilhørende kalibreringsbevis.

### Bruk av kalibreringsbeviset fra SSDL

Referanse DAP-meteret kalibreres ved fem veletablerte strålekvaliteter (RQR), der RQR 5 er valgt som referansestrålekvalitet. Figur 1 viser en

typisk energirespons til et DAP-meter for disse strålekvalitetene.



Figur 1: Typisk energirespons for et DAP-meter.

SSDL ved Strålevernet utsteder to kalibreringsfaktorer for referanse DAP-meteret:

- Kalibreringsfaktor for strålefelt inn på DAP-kammeret ( $N_{KA}$ ) - for bruk i kalibreringsøyemed.
- Kalibreringsfaktor for strålefelt ut fra DAP-kammeret ( $N_{KA,pas}$ ) - for bruk ved pasientdosemålinger.

2. Resultater fra kalibreringene

2.1 Kalibreringsfaktorer for DAP-meter

Doseguard 100 snr. 439  
VacuTec 70157 snr. 0300177

Kalibreringsfaktorer for DAP-meteret for bruk til krysskalibrering ( $N_{KA}$ ) og pasientdosemåling ( $N_{KA,pas}$ ) ved referanseforhold er:

$N_{KA} = 1,05 \pm 0,02$  (for  $Q_0$ , for andre strålekvaliteter se tabell)

$N_{KA,pas} = 0,91 \pm 0,04$  (midlet over strålekvalitetene RQR 5, RQR 8 og RQR 9)

$N_{KA,pas}$  tar hensyn til absorpsjon i kammeret.

Detaljert informasjon fra kalibreringene om strålekvalitet og korreksjonsfaktor ( $k_Q$ ). Opplysningene kan sammen med  $N_{KA}$  benyttes ved krysskalibrering.

$Q$	[kV]	Tilleggsfilter [mm Al]	HVL [mm Al]	Keramarate [mGyem <sup>2</sup> /s]	$k_Q$	Transmisjonsfaktor
RQR 2	40	2,51	1,42	4,4	(1,21 ± 0,03)	(0,83 ± 0,03)
RQR 5	70	2,83	2,55	17	1	(0,86 ± 0,02)
RQR 8	100	3,36	4,03	30	(0,98 ± 0,02)	(0,88 ± 0,02)
RQR 9	120	3,55	4,95	40	(0,99 ± 0,02)	(0,89 ± 0,02)
RQR 10	150	4,37	6,65	50	(1,02 ± 0,02)	(0,90 ± 0,02)

Figur 2: Utklipp fra et DAP kalibreringsbevis

Forskjellen mellom kalibreringsfaktorene  $N_{KA}$  og  $N_{KA,pas}$  er transmisjonen i selve DAP-kammeret.  $N_{KA}$ ,  $N_{KA,pas}$  og transmisjonsfaktoren i kammeret for de ulike strålekvalitetene er oppgitt i kalibreringsbeviset, se figur 2.

Kalibreringsfaktoren  $N_{KA}$  gitt i kalibreringsbeviset refererer seg til referansestrålekvaliteten RQR 5. Dersom man ønsker å kalibrere DAP-verdien ved andre strålekvaliteter må korreksjonsfaktoren  $k_Q$  for aktuell strålekvalitet benyttes.

Kalibreringsfaktoren  $N_{KA,pas}$  er et middel over strålekvalitetene RQR 5, RQR 8 og RQR 9.

### Anbefaling for kalibrering av DAP-verdi

Kalibrering av DAP-verdien som røntgenapparatet oppgir skal gjøres for én typisk innstilling av eksponeringsparametrene (kV og mAs). Kalibreringsoppsettet er avhengig av om røntgenapparatet har røntgenrøret over eller under pasientbordet. Strålevernet anbefaler følgende kalibreringsprosedyrer for de ulike rørgemetriene:

#### Ved overbordsrør:

1. Fest referanse DAP-meteret på kollimatoren/rørhetta.
2. Kollimer strålefeltet slik at det er innenfor referanse DAP-kammeret.
3. Still inn ønsket kV og mAs. Dersom dette ikke lar seg gjøre pga. AEC/ABC, må et fantom (f.eks. 20 cm PMMA) legges på bordet for å simulere en pasient. Kalibreringsoppsettet er vist i figur 3.
4. Gjør en eksponering og les av referanse DAP-meteret og røntgenapparatets oppgitte DAP-verdi.
5. Beregn kalibreringsfaktoren vha. formel 1.

#### Ved underbordsrør:

1. Legg DAP-meteret på pasientbordet.
2. Kollimer strålefeltet slik at det er innenfor referanse DAP-kammeret (sjekk vha. gjennomlysning).
3. Still inn ønsket kV og mAs. Dersom dette ikke lar seg gjøre pga. AEC/ABC, må et fantom brukes for å simulere pasienten. For å redusere spredt stråling fra fantom inn på DAP-kammeret, må fantomet heves ca. 30 cm over DAP-kammeret (ved bruk av f.eks. isopor eller annet lavabsorberende materiale). Av praktiske grunner kan en 2 mm

- kobberplate brukes som pasientfantom. Kalibreringsoppsettet er vist i figur 4.
- Gjør en eksponering og les av referanse DAP-kammeret og røntgenapparatets oppgitte DAP-verdi.
  - Beregn kalibreringsfaktoren vha. formel 1.

#### Spesielt for C-buer:

Brukes C-buen i en vanlig underbordsoppstilling utføres kalibreringen som for underbordsrør. Dersom C-buen skal brukes i en oppstilling der bordet ikke er i strålefeltet er det strålingen rett ut av rørhetta som er relevant. Da utføres kalibreringen på følgende måte:

- Still C-buen med røntgenrøret under bordet.
- Fest referanse DAP-meteret på kollimatoren/rørhetta.
- Kollimer strålefeltet slik at det er innenfor referanse DAP-kammeret.
- Still inn ønsket kV og mAs. Dersom dette ikke lar seg gjøre pga. AEC/ABC, må et fantom (20 cm PMMA / 2 mm kobberplate) legges på bordet for å simulere en pasient. Kalibreringsoppsettet er vist i figur 4.
- Gjør en eksponering og les av referanse DAP-meteret og røntgenapparatets oppgitte DAP-verdi.
- Beregn kalibreringsfaktoren vha. formel 1.

#### Beregning av bordabsorpsjon:

For å kunne vurdere den faktiske dosen til pasient ved undersøkelser utført på C-buer, er det nyttig å kjenne til primærstrålens transmisjon i pasientbordet. Bordtransmisjonen bestemmes på følgende måte:

- Still C-buen med røntgenrøret under bordet.
- Bruk oppsettet for vanlig underbordsrørkalibrering. Dvs. med DAP-meteret oppå bordet. Les av DAP-verdien ( $M_{ref, over}$ ).
- Flytt DAP-meteret og fest det på rørhetta. Dette er eneste endringen fra pkt. 2. Les av DAP-verdien ( $M_{ref, under}$ ).
- Beregn bordtransmisjonen ( $k_{bord}$ ) vha. formel 2.

Bordtransmisjonen utgjør typisk 25%, men er avhengig av bordkonstruksjon og bordmaterialet.

#### Aksjonsgrense:

Dersom kalibreringsfaktoren for røntgenapparatet avviker mer enn  $\pm 10\%$  anbefales det at DAP-verdien justeres til korrekt verdi. Gjøres dette, kan avlest DAP-verdi brukes direkte uten noen form for korreksjoner til daglig monitorering av pasientdoser og til etablering av representative doser.



Figur 3: Kalibreringsoppsett for overbordsrør uten AEC/ABC (venstre) og med AEC/ABC (høyre).  
Foto: Per Otto Hetland, Statens strålevern

#### **Formalisme:**

Formel for beregning av kalibreringsfaktor ( $N_{KA}$ ) for DAP-avlesningen på røntgenapparatet er som følger:

$$N_{KA} = N_{KA, ref} \times M_{ref} / M \quad (1)$$

der  $N_{KA, ref}$  er kalibreringsfaktoren til referanse DAP-meteret,  $M_{ref}$  er DAP-avlesningen på referanse DAP-meteret og  $M$  er avlest DAP-verdi på røntgenapparatet.

Bordtransmisjonen ( $k_{bord}$ ) er gitt ved forholdet mellom DAP-verdien målt med referanse DAP-kammeret plassert over og under bordet:

$$k_{bord} = M_{ref, over} / M_{ref, under} \quad (2)$$

der  $M_{ref, over}$  og  $M_{ref, under}$  er avlesningen på referanse DAP-meteret plassert henholdsvis over og under bordet.



Figur 4: Venstre: Kalibreringsoppsett for underbordsrør med AEC/ABC (DAP-meteret ligger på bordet under den blå isoporen. Kobberplaten ligger oppå isoporen). Gjelder også for C-bue som skal brukes som et vanlig underbordsrør med AEC/ABC. Høyre: Kalibreringsoppsett for spesialtilfellet der C-buen skal brukes uten bordet i strålefeltet. Foto: Per Otto Hetland, Statens strålevern

## Mulige feilkilder

Kalibrering ved bruk av referanse DAP-meter er forbundet med følgende feilkilder:

**Strålekvalitet:** DAP-meterets energirespons varierer lite for rørspenninger mellom 70-150 kV. Man kan derfor bruke kun kalibreringsfaktoren RQR 5 for referanse DAP-meteret. Dette fører til en liten, men akseptabel økning i kalibreringsusikkerheten.

**Trykk og temperatur:** Dersom røntgenapparatet er utstyrt med programvare som beregner DAP-verdien bør DAP-verdien avlest fra referanse DAP-meteret korrigeres for trykk og temperatur. Ved normale trykk- og temperaturendringer kan dette utgjøre en korreksjon på opp til 3-4%. For innebygd DAP-meter vil korreksjonen for trykk og temperatur være lik for begge DAP-kamrene og derfor oppheve hverandre.

**Spredt stråling:** Spredt stråling fra pasientbord eller fantom påvirker avlesningen til referanse DAP-meteret.

### Ved overbordsrør:

Plassering av referanse DAP-meteret direkte på bordet eller fantomet vil introdusere en feil på henholdsvis ca. 4% og ca. 25%. Ved å feste

DAP-meteret på rørhetta reduseres denne feilen til ca. 1%. Størrelsen på disse feilene vil variere noe med forskjellig utstyr.

### Ved underbordsrør:

Plassering av fantom direkte oppå referanse DAP-meter introduserer en feil på ca. 25%. Ved å heve fantomet 30 cm over DAP-meteret (vha. isopor) reduseres feilen til under 1%.

## Konklusjon

Korrelasjonen mellom DAP og pasientdose er i utgangspunktet forbundet med stor usikkerhet. Korreksjon for samtlige feilkilder er derfor lite hensiktsmessig. Ved bruk av referanse DAP-meter til kalibrering av DAP-verdien på røntgenapparatet, anbefales derfor følgende:

- Velg kalibreringsoppsett for under- eller overbordsgeometri og følg prosedyren.
- Bruk referanse DAP-meterets kalibreringsfaktor for referansestrålekvaliteten RQR 5.
- Ikke nødvendig å korrigere for trykk og temperatur.

Dersom man ønsker en lavere usikkerhet i DAP-kalibreringen, må man korrigere for feilkildene.