

# Kalibrering av håndholdte beredskapsdosimetre

**Referanse**

Hoftuft J, Hetland P.O. Kalibrering av håndholdte beredskapsdosimetre.  
Teknisk dokument nr. 23. Østerås: Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet, 2022.

Publisert  
Sider

19.08.2022  
12

DSA,  
Postboks 329, 0213 Oslo

**Emneord**

Beredskap, kalibrering, håndholdt monitor, dosimeter.

Telefon  
Faks  
Email

67 16 25 00  
67 14 74 07  
dsa@dsa.no  
dsa.no

**Resymé**

Beredskapsavdelingens instrumenter for områdeovervåking er kalibrert ved Dosimetrlaboratoriet (SSDL) hos DSA. Instrumentene måler doserater fra gammastråling. 42 av 52 instrumenter viser resultater som ligger innenfor toleransegrensene gitt i standard IEC 60846-1.

ISSN 2387-5240

**Reference**

Hoftuft J, Hetland P.O. Calibration of handheld dosimeters used in emergency preparedness. Technical Document no. 23. Østerås: Norwegian Radiation and Nuclear Safety Authority, 2022. Language: Norwegian.

**Key words**

Emergency preparedness, calibration, handheld monitor, dosimeter.

**Abstract**

The Secondary Standard Dosimetry Laboratory (SSDL) at DSA have calibrated the instruments of The Department of Emergency Preparedness and Response used for area monitoring. The instruments measure the dose rates of gamma radiation. 42 of 52 instruments showed results within the tolerance limits given in standard IEC 60846-1.

Prosjektleder: Per Otto Hetland

Godkjent:



Astrid Liland, avdelingsdirektør, avdeling beredskap

**Teknisk dokument** Nummer 23  
Kalibrering av håndholdte beredskapsdosimetre

Jostein Hoftuft  
Per Otto Hetland

fra Direktoratet for strålevern  
og atomsikkerhet (DSA)

Østerås, 2022,  
Norway

# Innholdsfortegnelse

<b>Introduksjon</b>		<b>5</b>
<b>1</b>	<b>Teoretisk bakgrunnsmateriale og metode</b>	<b>6</b>
1.1	Definisjoner og anvendelsesområder	6
1.2	Fremgangsmåte / prosedyre	6
1.3	Begrensninger	6
<b>2</b>	<b>Resultater</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>Diskusjon og konklusjon</b>	<b>12</b>

## Introduksjon

Beredskapsavdelingen på Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet (DSA) har flere instrumenter som brukes på måleoppdrag og øvelser i felt. En type måleinstrument er håndholdte dosimetre som brukes for områdeovervåkning. For å sikre at instrumentene viser korrekte verdier, må instrumentene kalibreres i henhold til internasjonale standarder. 52 håndmonitører fra beredskapsavdelingen ble kalibrert totalt. Etter justering lå 42 av instrumentene innenfor toleransegrensene, mens 10 av instrumentene lå utenfor. Instrumentene ble kalibrert i perioden august 2020 til mars 2021 på Dosimetrlaboratoriet (SSDL - Secondary Standard Dosimetry Laboratory) hos DSA.

# 1 Teoretisk bakgrunnsmateriale og metode

## 1.1 Definisjoner og anvendelsesområder

Instrumentene for områdeovervåkning innen strålevernsmålinger skal måle miljødoseekvivalenten som er definert gjennom internasjonale standarder (ref. ICRP Publication 103). Denne ekvivalenten er betegnet med  $H^*(10)$  og måles i sievert (Sv). Målingene foretas av gammastråling som kan trenge gjennom huden, og doseekvivalenten skal tilsvare dosen man får fra strålingen 10 mm under huden. Raten av miljødoseekvivalent måles i Sievert per time (Sv / h). Bakgrunnsstrålingen i Norge ligger typisk mellom 0,05  $\mu\text{Sv/h}$  til 0,20  $\mu\text{Sv/h}$  (ref. <https://radnett.dsa.no/faq.html>).

Håndmonitorene brukes blant annet på sykehus for å overvåke stråling fra instrumenter og radioaktive kilder innen behandling og diagnostikk, og av strålevernsmyndigheter til måling av radioaktiv forurensing og søk etter radioaktive kilder på avveie.

## 1.2 Fremgangsmåte / prosedyre

Håndmonitører for strålevernsmålinger kalibreres for miljødoseekvivalenten  $H^*(10)$  i strålefeltet fra  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{241}\text{Am}$  og  $^{60}\text{Co}$ . Lineariteten og energiavhengigheten til instrumentene blir karakterisert.

Strålefeltet fra kildene måles opp med sporbare ionisasjonskammer, og utfra måleresultatene angir man ved hvilke posisjoner kalibreringen skal utføres. Raten av miljødoseekvivalenten i punktene på den aktuelle dagen kalibrering skjer, er basert på den tidligere oppmåling av strålefeltene og halveringstiden til kildene.

Doseraten i strålefeltene er bestemt med sekundærnormaler sporbare til det Internasjonale kontoret for mål og vekt (BIPM) og til det Nederlandske nasjonale metrologiinstituttet (VSL). Prosedyren for kalibreringen av håndmonitører er nærmere gitt i DSA SSDLs interndokument Håndmonitor kalibreringer ID: 97-2 i kvalitetssystemet.

Instrumentene ble plassert slik at referansepunkt var riktig i forhold til feltretningen og med riktig høyde og avstand fra kilden. Referansepunktet for hver type instrument er enten oppgitt på instrumentet eller i manualen. For noen instrumenter ble tilhørende ekstern probe for gammastråling tilkoblet.

Lineariteten til doseraten sjekkes med gammastråling fra  $^{137}\text{Cs}$  som referansekilde. Radionukliden sender ut stråling med energi på 662 keV. Toleransegrenser er gitt i IEC60846-1, hvor de målte verdiene skal ligge innenfor -15 % til +22 % fra de oppmålte referanseverdiene.

Energiavhengighet kalibreres ved å bruke kildene  $^{241}\text{Am}$  (60 keV) og  $^{60}\text{Co}$  (1250 keV). For energiavhengigheten er toleransegrensene mye større, dvs. de målte verdiene skal ligge mellom -29 % - +67 % fra referanseverdiene.

Noen av instrumentene kan justeres, og de som lå utenfor toleransegrensene ble justert. Instrumenter som lå innenfor toleransegrensene, men som viste avvik på mer enn  $\pm 5\%$  ble også justert der det var mulig.

## 1.3 Begrensninger

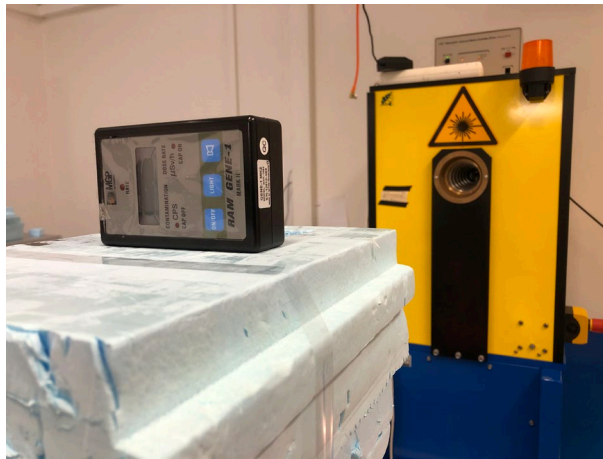
Instrumentene kan registrere gammastråling fra et stort spekter av energier. Men innenfor dette energiintervallet kan det være stor variasjon på nøyaktigheten til doseratene, både innenfor samme energi og på de ulike energinivåene. Toleransegrensene for energiavhengigheten er store, og et instrument kan vise opptil +67% avvik fra den reelle doseraten. Måling på energier som er forskjellig fra 662 keV kan dermed vise stort avvik. Det er derfor viktig at brukere får riktig opplæring i bruk av instrumentet, og at bruker er klar over at den reelle doseraten kan være forskjellig fra det som står på skjermen. Det er

spesielt viktig å være klar over denne begrensningen der hvor instrumentet viser lavere verdier enn de reelle verdiene.

Selv om flere av instrumentene har flere innstillinger og bruksområder (f.eks. kan noen også brukes til å identifisere radionuklider, registrere stråling fra alfa- og beta-partikler fra kontaminasjon, nøytronmålinger ved hjelp av eksterne prober), så ble instrumentene bare kalibrert for miljødoseekvivalent  $H^*(10)$  som foretas ved å måle gammastråling.

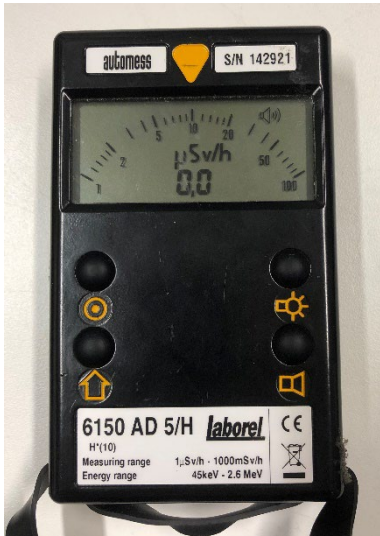
Effektiviteten til instrumentet avhenger også av retningen til innkommende stråling. Dette kan komme av flere årsaker, slik som utformingen av detektoren og at materialer og elektronikk i instrumentet kan skjerme for detektoren. Ved kalibrering settes instrumentets referansepunkt mot strålingsfeltet. Ved bruk må man variere orienteringen til instrumentet slik at instrumentets referansepunkt kan peke mot kilden.

Dosimetrene er kalibrert i et kontinuerlig strålingsfelt. Stråling kan også forekomme i pulser, dvs. stråling som varer kortere enn 10 sekunder. Ved pulset stråling er det ikke sikkert at dosimetrene viser korrekte verdier.



Figur 1: Instrument som skal kalibreres satt foran kildekarusell med radioaktive kilder.

Tabell 1: Oversiktsbilder over instrumentene som ble kalibrert



Automess



Bicron



Colibri



Inspector 1000

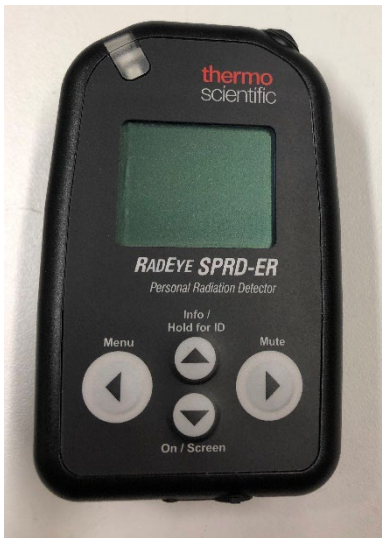


Ludlum

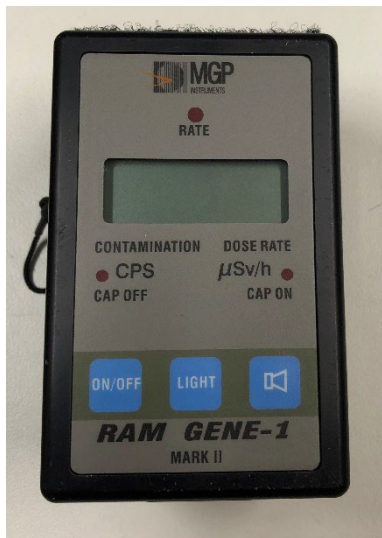


RadEye G-10 Ex





RadEye SPRD-ER



Ram Gene-1 Mark II



RNI 10/SR



SAM 940



Smart ION



SPIR-ACE



SPIR-ID



Thermo FH 40G-L10

## 2 Resultater

Av de totalt 52 instrumentene ble 11 instrumenter justert. 5 instrumenter ble justert ettersom de lå utenfor toleransegrensene, og av disse 5 var det 4 stykk som kunne justeres inn slik at de lå innenfor toleransegrensene på alle doserater. 6 instrumenter lå innenfor toleransegrensen i utgangspunktet, men ble justert slik at de skulle vise verdier som var nærmere referanseverdiene. Etter justering var det totalt 10 instrumenter som viste doserater utenfor toleranseverdiene.

Tabell 2: Oversikt over antall instrumenter som var innenfor og utenfor<sup>1</sup> toleransegrensene etter kalibrering.

Instrumenttype	Antall innenfor toleransegrensene	Antall utenfor toleransegrensene	Totalt antall per instrumenttype
<i>Automess 6150AD1 SF</i>	7	0	7
<i>Bicron Micro Sievert</i>	1	0	1
<i>Colibri</i>	4	0	4
<i>InSpector 1000</i>	2	2	4
<i>Ludlum</i>	0	1	1
<i>RadEye G-10 Ex</i>	1	0	1
<i>RadEye SPRD-ER</i>	5	0	5
<i>Ram Gene-1 Mark II</i>	10	3	13
<i>RNI 10/SR</i>	0	2	2
<i>SAM 940</i>	0	1	1
<i>Smart ION</i>	3	0	3
<i>SPIR-ACE</i>	1	0	1
<i>SPIR-ID</i>	0	1	1
<i>Thermo FH 40G-L10</i>	8	0	8
<b>Totalt</b>	<b>42</b>	<b>10</b>	<b>52</b>

For instrumentene som var utenfor toleransegrensene var det stor forskjell på avvikene. To av instrumentene lå bare utenfor toleransegrensen på én doserate, mens de andre hadde avvik på flere doserater. Målingene viste at det var avvik på både linearitet og på energiavhengighet. Ett av instrumentene viste «overload» for tidlig i henhold til produsentens spesifikasjoner, men var ellers innenfor toleransegrensene. Instrumentet kan dermed brukes.

I tillegg var det 4 instrumenter som sto på liste over beredskapsinstrumenter, men som ikke ble kalibrert fordi de ikke var tilgjengelige. Disse instrumentene var ute på oppdrag, og må derfor kalibreres på senere tidspunkt.

<sup>1</sup> Kalibreringene er gyldige for enkeltinstrumenter som DSA eier. Hvorvidt disse enkeltinstrumentene faller innenfor eller utenfor toleransegrensene reflekterer ikke kvaliteten på andre instrumenter av samme type.

### 3 Diskusjon og konklusjon

Resultatene viser at de fleste, 42 av 52 instrumenter, var innenfor toleransegrensene. Disse instrumentene oppfyller kravene fra kalibreringen og kan brukes på oppdrag. Instrumentene er merket med kalibreringsbevis. De 10 instrumentene som var utenfor toleransegrensene, er tatt ut av bruk eller kan bare brukes med visse begrensninger. Instrumentene er merket slik at det kommer frem at instrumentet kan vise avvikende målinger. Merk at noen instrumenter ikke ble kontrollert for energiavhengighet, men kun for linearitet. Disse instrumentene er også merket med at de kun er kontrollert på noen doserater.

Det anbefales oppfølgende målinger hvert år for alle instrumenter som skal brukes, for å sikre at målingene fra instrumentene holder seg stabile. For årlig kontroll er det ikke nødvendig å foreta måling på hver doserate, men det holder å foreta kontrollmåling på én doserate. Dette kan f.eks. være en doserate man ikke bør oppholde seg lenge i når man er på oppdrag. Dette er typisk rundt 20  $\mu\text{Sv/h}$ . Hvert femte år bør man på nytt foreta en grundig kalibrering på alle doserater og undersøke energiavhengigheten. Det samme bør gjøres på nye instrumenter.

