

Två tekniska korrigeringar I Strålsäkerhetscentralens föreskrift om mätningar av joniserande strålning STUK S/7/2021 har gjorts 4.4.2022 (röd text).

1)

Bilaga 1, sida 11, tabell 1.4, 2. raden och sista kolumnen:

Satsen "Mätarens responstid ska vara minst 100 min." har ersatts med satsen " Mätarens responstid ska vara högst 100 min."

2)

Bilaga 1, sida 12, tabell 1.4, tabellens fotnot:

Satsen "Utvidgad mätosäkerhet med täckningskoefficienten 2." har tillsatts i tabell 1.4, fotnot nr. 1. Satsen hänvisar till tabellens kolumrubrik "Största tillåtna mätosäkerhet (%)".

# Strålsäkerhetscentralens föreskrift om mätningar av joniserande strålning

Utfärdad i Helsingfors 27.4.2021

I enlighet med Strålsäkerhetscentralens beslut föreskrivs med stöd av 59 § 2 mom. och 63 § 3 mom. i strålsäkerhetslagen (859/2018):

## 1 §

### Tillämpningsområde

Denna föreskrift tillämpas med stöd av strålsäkerhetslagen på mätningar av joniserande strålning.

I räddningsverksamhet och civilskydd som avses i räddningslagen (379/2011) tillämpas denna föreskrift på strålningsmätningar som görs med bärbara mätinstrument.

## 2 §

### Definitioner

I denna föreskrift avses med

- 1) *bruksmätare* ett annat mätinstrument för mätning av extern strålning än en kontamineringsmätare och som kalibreras eller vars kalibrering kontrolleras med hjälp av en referensmätare,
- 2) *utvidgad mätosäkerhet* produkten av den sammantagna mätosäkerheten och täckningsfaktorn,
- 3) *mätosäkerhet* en kvantitativ uppskattning av mätresultatets kvalitet med vilken man beskriver den antagna variationen av måttstorhetens värden,
- 4) *mätssystem* ett system avsett för mätning som omfattar strålningsmätare, strålningsdetektor, läsare, tillbehör samt datorprogram och förhållningsregler,
- 5) *grundläggande förhållanden* den strålart och den strålkvalitet och omgivningsförhållanden som anges i standarden för mätaren samt fastställda referensvärden,
- 6) *grundfel* fel som fastställts under de grundläggande förhållandena,
- 7) *strålkvalitet* strålartens energifördelning,
- 8) *strålningsart* strålningens fysikaliska form,
- 9) *referensmätare* en mätare som kalibreras med hjälp av mätnormaler,
- 10) *fel* skillnaden mellan mätresultatet och det rätta värdet för den mätbara storheten, om alla kända korrektioner har gjorts för mätresultatet,
- 11) *omgivningsförhållanden* andra förhållanden än sådana som beror på joniserande strålning och som kan påverka mätresultatet.

Rådets direktiv 2013/59/Euratom (32013L0059); EUT L 13, 17.1.2014, s. 1.

Har meddelats kommissionen i enlighet med artikel 33 i Fördraget om upprättandet av Europeiska atomenergigemenskapen

## 3 §

## Storheter och enheter som används

I mätningarna ska användas

- 1) grundenheter och andra SI-enheter som anges i statsrådets förordning om måttenheter (1015/2014),
- 2) storheter och måttenheter som används vid fastställande av strålningsexponering som anges i statsrådets förordning om joniserande strålning (1034/2018),
- 3) storheter och måttenheter som anges i bilaga 2.

## 4 §

## Tillförlitlighet hos strålningsmätningar

En strålningsmätare ska vara lämplig för mätning med den mätbara storhetens värden, strållart och strålkvalitet. Om den mätbara strålningens dosrat är pulsformad ska man med mätaren och mätsystemet kunna mäta såväl kontinuerlig som pulsformad strålning. Dessutom ska en strålningsmätare vara lämplig för omgivningsförhållandena på platsen där den används.

Mätresultatets metrologiska spårbarhet ska kunna påvisas med hjälp av uppgifterna i mätinstrumentets och mätsystems kalibreringsintyg och beskrivningen av den tillämpade mätmetoden.

I syfte att påvisa den metrologiska spårbarheten hos bruksmätarens mätresultat kan bruksmätarens i 14 § avsedda kalibreringsdata i stället för på kalibreringsintyget ges som data i mätarens användares verksamhetssystem.

Vid mätning av strålningsverksamhet samt vid mätningar av radonhalten i inandningsluften på arbetsplatser, i bostäder och andra vistelseutrymmen ska mätresultatet genomgå en osäkerhetsbedömning.

Strålningsmätningens tillförlitlighet, mätaren och mätsystemet ska uppfylla kraven som anges i tabellerna 1.1–1.4 i bilaga 1.

## 5 §

## Yrkesmässig exponering och exponeringens mätstorheter

Vid strålningsmätningar vid övervakning av exponeringsförhållandena och individuell dosövervakning samt vid strålningsmätningar som görs för att säkerställa allmänhetens säkerhet ska de mätstorheter som anges i tabell 1.1 och 1.3 i bilaga 1 användas.

## 6 §

## Strålningsmätningar vid övervakning av exponeringsförhållanden och exponering av allmänheten

Vid strålningsmätningar vid övervakning av exponeringsförhållandena och exponering av allmänheten ska man känna till strålningens effekt på strålningsmätarens respons.

Om den mätbara dosraten i mätningarna som avses i 1 mom. kan vara högre än övre gränsen för mätarens mätområde ska mätaren i detta fall indikera överbelastning.

## 7 §

## Strålningsmätningar av individuell dosövervakning

Vid strålningsmätningar av individuell dosövervakning ska man vid fastställande av noggrannheten av det dosimetrisystem som används för att fastställa en strålningsarbetarens individuella dos ta i beaktande den mätbara strållarten och -kvaliteten, dosraten och dosens variationsintervall samt strålningens pulskaraktär.

Vid fastställande av dosen som orsakas av intern exponering när det gäller aktivitetsmätning ska man ta i beaktande de mätbara nukliderna.

### 8 §

#### Dosimetrisystem och mätsystem för mätning av intern exponering

Dosimetrisystem som är avsett för individuell dosövervakning ska ha en utredning av dosimetrisystemets egenskaper och prestanda som omfattar provresultat av dosmätarens respons som funktion av den uppmätta dosen, strålningens energi och strålningens energifördelning, strålningens riktning samt mätsystemets detektionsgräns och inverkan av omgivningsförhållandena på mätresultatet.

Med ett dosimetrisystem som är avsett för individuell dosövervakning och därtill hörande mätare ska det vara möjligt att mäta persondosekvivalenten  $H_p(d)$ .

Det ska finnas en utredning av egenskaperna och prestanda hos ett dosimetrisystem som används för att fastställa yrkesmässig intern exponering och intern exponering av allmänheten och i fråga om provresultaten ska man hänvisa till de standarder som använts för att påvisa mätningarnas tillförlitlighet eller beskriva provmetoden. Vid fastställande av dos som orsakas av intern exponering ska man ta i beaktande tidpunkten för exponeringen, exponeringssättet, absorptionsklass, partikelstorlek och tidigare exponering.

### 9 §

#### Strålningsmätare som används i räddningsverksamhet och civilskydd

En bärbar dosratsmätare som används i räddningsverksamhet och civilskydd ska ha en kontinuerlig ljudsignal för detektion av dosraten och ändringar i dosraten. Mätaren ska ha en bruksanvisning. Strömkällan till mätaren ska vara av en typ som är i allmänt bruk.

### 10 §

#### Mätinstrument för mätning av radonhalt och exponering för radon

En mätare för mätning av radonhalt och exponering för radon ska vara en referensmätare.

En mätare och mätsystem för mätning av radonhalt och exponering för radon ska ha en utredning av dess egenskaper och prestanda. I fråga om provresultat ska man hänvisa till de standarder som använts för att påvisa mätningarnas tillförlitlighet eller beskriva provmetoden.

### 11 §

#### Tillförlitligheten vid mätningar av medicinsk exponering

Vid mätning av medicinsk exponering i röntgenundersökningar och -behandlingar samt strålbehandling och brachyterapi ska man använda mätstorheter som anges i tabell 1.2 i bilaga 1.

Om displayen till en apparat som används vid röntgenundersökningar och -behandlingar visar någon annan än den i 1 momentet avsedda storheten ska verksamhetsutövaren känna till denna storhets samband med den i 1 momentet avsedda storheten och mätresultatens metrologiska spårbarhet.

På displayer som visar kalkylerade värden och används i röntgenundersökningar och -behandlingar för att fastställa den medicinska exponeringen tillämpas kraven i 13 § och 15 § 4 mom.

## 12 §

## Tillförlitligheten vid mätningar av radioaktiva läkemedels aktivitet

Vid mätningar av radioaktiva läkemedel i isotopundersökningar och -behandlingar är mätstorheten aktivitet.

Mätningens grundfel får vara högst 10 %, om aktiviteten är större än 3,7 MBq. Om aktiviteten är högst 3,7 Mbq får grundfelet vara större än 10 %, men det största möjliga värdet ska uppskattas. Om det mätbara radioaktiva ämnet har dotterisotoper, vars aktivitet mäts och som inte är i balans med modernukliderna, ska man ta i beaktande hur detta påverkar mätresultatet.

Ett enskilt mätresultat av en aktivitetsmätare får i en serie på tio mätningar uppvisa en avvikelse från resultatens medelvärde på högst 5 %. Aktiviteten som används i mätningen är den typiska aktiviteten för ett radioaktivt läkemedel som ges åt en patient.

Om man med en aktivitetsmätare mäter gammastrålning, vars energi är högst 100 keV, betastrålning eller alfastrålning, ska man ta i beaktande hur ampullen och mätgeometrin påverkar mätresultatet.

Den linjära avvikelsen hos aktivitetsmätarens respons får vara högst 5 % vid en aktivitet på högst 5 GBq. Lineariteten hos en aktivitetsmätarens respons ska mätas med minst en radionuklid. Vid en aktivitet som är högre än 5 GBq ska aktivitetsmätaren kalibreras med den aktivitet som används.

## 13 §

## Allmänna krav för kalibrering

En strålningsmätare och ett mätsystem ska kalibreras innan de tas i bruk.

En strålningsmätare och ett mätsystem ska kalibreras utifrån en lämplig standard. Vid avsaknad av en standard genomförs kalibreringen enligt andra standardiserade metoder och bästa internationella praxis.

Med avvikelse från det som föreskrivs om kraven på kalibrering i 2 momentet i denna paragraf får bruksmätarens kalibrering basera sig på ett förfarande som överensstämmer med allmänna kalibreringsprinciper.

## 14 §

## Kalibrering av strålningsmätare och mätsystem

Dosimetrisystem för individuell dosövervakning samt referensmätare inom strålningsverksamhet och räddningsverksamhet ska kalibreras i ett laboratorium som ackrediterats för kalibrering av strålningsmätare eller i ett nationellt mätnormallaboratorium.

Ett mätsystem för mätning av radonhalten i inandningsluften och exponering för radon ska kalibreras i ett laboratorium som ackrediterats för mätning av radonhalt.

Sättet på vilket kalibreringsresultaten presenteras ska uppfylla kraven för kalibrerings- och provlaboratorier samt specialkraven för kalibreringslaboratorier i standarden ISO/IEC 17025. Resultaten av kalibreringen av en mätare som endast används som bruksmätare ska utom allmänna uppgifter om kalibreringen innefatta åtminstone uppgifter om kalibreringsmetoden, kalibreringsstorheten, det numeriska resultatet och dess enhet samt mätosäkerheten.

Bruksmätare ska kalibreras med hjälp av referensmätare.

Bärbara strålningsmätare som används i räddningsverksamhet, civilsskydd eller övervakning av exponeringsförhållanden kan istället för att kalibreras kontrolleras med hjälp av en strålkälla och en referensmätare.

## 15 § Kalibreringsintervall

Kalibreringsintervallet för en referensmätare, bruksmätare och ett mätsystem får vara högst fem år, om inte annat föreskrivs nedan eller Strålsäkerhetscentralen bestämt annat i samband med godkännandet av verksamheten eller annars. Kalibreringsintervallet för mätare och mätsystem för mätning av radonhalten i luften och exponeringen för radon får vara högst två år.

Kalibreringsintervallet för mätare som används för doskalibrering av strålbehandlingsanordningar för extern strålbehandling och mätare som används för kalibrering av strålkällor i brachyterapi och strålkällor får vara högst tre år.

Kalibreringsintervallet för bruksmätare som används för mätning av medicinsk exponering får vara högst två år.

## 16 § Kontroll av mätarens funktion

En strålningsmätare ska vara funktionsduglig. Funktionsdugligheten ska fastställas genom kontroll.

En strålningsmätarens funktion ska kontrolleras regelbundet med hjälp av en lämplig strålkälla eller referensmätare. Dessutom ska funktionen alltid kontrolleras om det finns anledning att misstänka en förändring i mätarens funktionsduglighet.

Funktionen hos en strålningsmätare ska kontrolleras i kända och upprepbara strålningsförhållanden. De erhållna mätresultaten ska jämföras med tidigare erhållna strålningsvärden från motsvarande mätningar och mätaren ska vid behov omkalibreras.

Strålmätarnas larmfunktioner ska kontrolleras.

## 17 § Ikraftträdande och övergångsbestämmelse

Denna föreskrift träder i kraft den 1 maj 2021 och är i kraft tills vidare.

På de ärenden som är anhängiga då denna föreskrift träder i kraft tillämpas denna föreskrift.

Genom denna föreskrift upphävs Strålsäkerhetscentralens föreskrift om strålningsmätningar (STUK S/6/2018).

Helsingfors den 27 april 2021

Generaldirektör                      Petteri Tiippana

Direktör                                      Tommi Toivonen

**Tillgång till föreskriften, handledning och rådgivning**

Denna föreskrift har publicerats i Strålsäkerhetscentralens föreskriftssamling och den finns att fås från Strålsäkerhetscentralen.

Besöksadress: Flänsvägen 4, 00880 Helsingfors

Postadress: PB 14, 00811 Helsingfors

Telefon: 09 759 881

Föreskriftssamling: <https://www.finlex.fi/sv/viranomaiset/normi/555001/>

## BILAGA 1

## Kraven på strålningsmätningarnas tillförlitlighet, mätarna och mätsystemen

**Tabell 1.1** Mätningens syfte, mätstorheter, mätningens noggrannhetskrav samt krav på strålningsmätare och mätsystem.

Mätningens syfte	Mätstorhet	Största tillåtna mätosäkerhet (%) <sup>1)</sup>	Krav på strålningsmätare <sup>2)</sup> eller mätsystem
Övervakning av exponeringsförhållanden. Mätning av dos eller dosrat i arbetsutrymmen eller deras omgivning <sup>3)</sup>	Miljödosekvivalent Miljödosekvivalent rat	60	Vid fotonstrålning får mätarens respons <sup>4)</sup> inte vara mindre än 0,71 eller större än 1,67 i energiområdet 20 keV–150 keV eller 80 keV–1,5 MeV  Grundfel hos en signalerande mätare för individuell dos får vara högst 30 %
Övervakning av exponeringsförhållanden. Mätning av dos eller dosrat i arbetsutrymmen eller deras omgivning <sup>3)</sup>	Riktningdosekvivalent Riktningdosekvivalentrat	60	Grundfel hos en signalerande mätare för individuell dos får vara högst 30 %
Övervakning av exponeringsförhållanden. Läck- och den spridda strålningen från en röntgendiagnostikapparat	Luftkermarat	20	
Övervakning av exponeringsförhållanden. Kontaminering av radioaktivt ämne i arbetsutrymmen eller deras omgivning	Ytaktivitet	60	
Individuell dosövervakning. Dosimetrisystem som används för att fastställa en arbetstagares dos	Persondos-ekvivalent	42	Största variationsintervall vid förrespons R <sup>4)</sup>  Vid fotonstrålning $\bar{E}_{ph} > 10$ keV och vid betastrålning $\bar{E}_{beta} > 0,2$ MeV  $0,71 \cdot \left[ 1 - \frac{2 \cdot H_0/1,33}{H_0/1,33 + H_{ref}} \right] \leq R$ <sup>5)</sup>  $1,67 \cdot \left[ 1 + \frac{H_0}{4 \cdot H_0 + H_{ref}} \right] \geq R$  Vid neutronstrålning och fotonstrålning $\bar{E}_{ph} \leq 10$ keV och betastrålning $\bar{E}_{beta} \leq 0,2$ MeV  $0,5 \cdot \left[ 1 - \frac{2 \cdot H_0/1,5}{H_0/1,5 + H_{ref}} \right] \leq R \leq 2$

## STUK

SÄTEILYTURVAKESKUS  
STRÅLSÄKERHETSCENTRALEN  
RADIATION AND NUCLEAR SAFETY AUTHORITY

Osoite / Address | Laippatie 4, 00880 Helsinki  
Postiosoite / Postal address | PL / P.O.Box 14, FI-00811 Helsinki, FINLAND  
Puh. / Tel. (09) 759 881, +358 9 759 881 | Fax (09) 759 88 500, +358 9 759 88 500 | www.stuk.fi



Mätningens syfte	Mätstorhet	Största tillåtna mätosäkerhet (%) <sup>1)</sup>	Krav på strålningsmätare <sup>2)</sup> eller mätsystem
Dosbestämning av strålningsarbetarens interna exponering. Aktivitetsmätning	Nuklidspecifik aktivitet	Osäkerhet enligt standarden för beräkningsmetoden	Enligt standarden för beräkningsmetoden
Dosbestämning av strålningsarbetarens interna exponering. Dosbestämning	Intecknad effektiv dos	Osäkerhet enligt standarden för beräkningsmetoden	Enligt standarden för beräkningsmetoden
Mätningar av byggmaterial	Aktivitetskoncentration	Osäkerhet enligt standarden för beräkningsmetoden	Aktivitetskoncentrationen i byggmaterial ska mätas genom högupplösande gammaspectrometri (HPGe)

<sup>1</sup> Utvidgad mätosäkerhet med täckningskoefficienten 2.  
<sup>2</sup> En mätare ska uppfylla kraven som anges i den standard som tillämpas.  
<sup>3</sup> Kravet gäller extern strålningsexponering.  
<sup>4</sup>  $R = \frac{G}{H_{ref}}$  är dosmätarens respons, där  $G$  är dosen som bestämts med dosmätaren och  $H_{ref}$  är den faktiska dosen.  
<sup>5</sup>  $H_0$  är inteckningströskel.

**Tabell 1.2** Storheter och noggrannhetskrav som används vid mätningar för att bestämma medicinsk exponering

Mätningens syfte	Mätstorhet	Största tillåtna mätosäkerhet (%) <sup>1)</sup>	Krav på strålningsmätaren
Röntgenundersökningar och -åtgärder. Röntgenapparatus strålningsalstring	Luftkerma Elmängd	7	Ett mätinstrument som uppfyller kriterierna enligt IAEA TRS 457 <sup>2)</sup>
Röntgenundersökningar och -åtgärder	Luftkerma vid ytan Luftkerma-areaprodukt	25 <sup>3)</sup>	Ett mätinstrument som uppfyller kriterierna enligt IAEA TRS 457 <sup>2)</sup>
Datortomografiundersökningar och -behandlinger	Luftkerma-längdprodukt Volumetriskt luftkermaindex vid datortomografi	25 <sup>3)</sup>	Ett mätinstrument som uppfyller kriterierna enligt IAEA TRS 457 <sup>2)</sup>
Extern strålbehandling med fotonstrålning under referensförhållanden <sup>4)</sup>	I vatten absorberad dos	3	Ett mätinstrument som uppfyller kriterierna enligt IAEA TRS 398 <sup>5)</sup>
Extern strålbehandling med elektronstrålning under referensförhållanden <sup>4)</sup>	I vatten absorberad dos	4	Ett mätinstrument som uppfyller kriterierna enligt IAEA TRS 398 <sup>5)</sup>
Extern strålbehandling. Mätning i patient	I vatten absorberad dos	5	
Brachyterapi med fotonstrålkälla under referensförhållanden <sup>4)</sup>	Referensluftkermarat	5	Tillämpbar internationell standard
Brachyterapi med betastrålkälla under referensförhållanden <sup>4)</sup>	Den i vatten absorberade dosens referensdosrat	15	Tillämpbar internationell standard

<sup>1</sup> Utvidgad mätosäkerhet med täckningskoefficienten 2.  
<sup>2</sup> International atomic energy agency (IAEA). Dosimetry in diagnostic radiology: An international code of practice Technical report series no. 457. Vienna: IAEA, 2007.  
<sup>3</sup> Samma maximivärde för osäkerhet används även när apparaten visar en kalkylerad strålningsexponering för patient.  
<sup>4</sup> Med referensförhållanden avses mätning i vatten, med en uppberedd och känd geometri och under omgivningsförhållanden och vars resultat används som grund för patientens dosbestämning och -planering.  
<sup>5</sup> International atomic energy agency (IAEA). Absorbed dose determination in External Beam Radiotherapy. An international code of practice for Dosimetry Based on Standards of Absorbed Dose to Water. Technical reports series no. 398, V12, 05 June 2006 eller en senare publikation.

**Tabell 1.3** Mätstorheter som används i räddningsverksamhet och civilskydd samt krav på mätning av fotonstrålning och på strålningsmätare.

Mätningens syfte	Mätstorhet	Mätområde <sup>1)</sup>	Krav på strålningsmätaren
Räddningsverksamhet	Miljödosekvivalent <sup>2)</sup>	För dosekvivalentraten minst 0,1 µSv/h–10 Sv/h	Uppfyller kraven i standarden IEC 60846-2 <sup>2)</sup>  Damm- och vattentäthet: Kapslingsklass IP 65 (standarden SFS-EN 60529)  Om mätaren kan kopplas till en separat ytkontaminationsgivare ska den uppfylla kraven i standarden IEC 60325
Civilskydd	Miljödosekvivalent <sup>2)</sup>	För dosekvivalentraten minst 1 µSv/h–100 mSv/h	Uppfyller kraven i standarden IEC 60846-1 <sup>2)</sup>  Damm- och vattentäthet: Kapslingsklass IP 54 (standarden SFS-EN 60529)
Mätning av individuell dos	Persondosekvivalent Persondosekvivalentrat	För dosekvivalentraten minst 0,5 µSv/h–1 Sv/h	Uppfyller kraven i standarden IEC 61526  Damm- och vattentäthet: Kapslingsklass IP 54 (standarden SFS-EN 60529)
<sup>1</sup> Om hela mätområdet inte kan täckas av en enda strålningsmätare kan flera strålningsmätare användas, vilkas sammantagna mätområde täcker det behövliga mätområdet. <sup>2</sup> Om en bärbar dosratmätare också har en dosmätningsegenskap ska mätarens dosmätningsegenskaper uppfylla kraven i standarden.			

Tabell 1.4.- Krav på mätning av radonhalt och exponering för radon.

Mätningens syfte och mätning	Mätstorhet och mätenhet	Största tillåtna mätosäkerhet (%) <sup>1)</sup>	Krav på strålningsmätaren och mätsystemet
Integrerande kontinuerlig mätning i minst 2 månader av inomhusluftens radonhalt på arbetsplatser, i bostäder eller i andra vistelseutrymmen	Aktivitetskoncentration (Bq/m <sup>3</sup> )	30	Variationskoefficienten för resultaten får vara högst 10 % vid aktivitetskoncentrationen 300 Bq/m <sup>3</sup> och en exponering motsvarande en mätning under 1 500 timmar. Variationskoefficienten för resultatens spridning bestäms ur en avläsning av flera integrerande mätare under standardiserade förhållanden (jämn kvalitet)*.  Mätområdets övre gräns ska vara minst 5 000 Bq/m <sup>3</sup> om mätaren används för jämförelse med referensvärdet för radonhalt på arbetsplatser eller i bostäder och mätningen utförs under en mättid av minst 60 dygn.  Mätområdets övre gräns ska vara minst 10 000 Bq/m <sup>3</sup> om arbetstagarens dos beräknas ur mätresultatet och mätningen utförs under en mättid av minst 60 dygn.
Kontinuerlig mätning under minst en vecka för bestämning av tidsvariationen hos inomhusluftens radonhalt	Aktivitetskoncentration (Bq/m <sup>3</sup> )	30	Mätarens känslighet ska vara minst 0,01 cph/(Bq/m <sup>3</sup> ).  <b>Mätarens responstid ska vara högst 100 min.</b>  Mätområdets övre gräns ska vara minst 9 000 Bq/m <sup>3</sup> om radonhalten under arbetstid och under den totala tiden bestäms ur mätresultatet och mätningen utförs under en mättid av minst 7 dygn.
Mätning av luftens momentana radonhalt under högst 1 timme	Aktivitetskoncentration (Bq/m <sup>3</sup> )	30	Variationskoefficienten för resultaten får vara högst 10 % vid aktivitetskoncentrationen 300 Bq/m <sup>3</sup> . Variationskoefficienten för resultatens spridning bestäms ur upprepade avläsningar av en mätning (reproducerbarhet) <sup>2)</sup> .  Mätområdets övre gräns ska vara minst 10 000 Bq/m <sup>3</sup> om arbetstagarens dos beräknas ur mätresultatet.

Mätningens syfte och mätning	Mätstorhet och mätenhet	Största tillåtna mätosäkerhet (%) <sup>1)</sup>	Krav på strålningsmätaren och mätsystemet
För bestämning av en arbetstagares exponering för radon som utförs med en integrerande individuell mätning under minst 2 månader	Exponering för radon (Bq·h/m <sup>3</sup> )	30	Variationskoefficienten för resultaten får vara högst 10 % vid exponeringen 500 000 Bq·h/m <sup>3</sup> . Variationskoefficienten för resultatens spridning bestäms ur en avläsning av flera integrerande mätare under standardiserade förhållanden (jämn kvalitet)*.  Mätområdets övre gräns hos mätare och mätsystem som mäter yrkesmässig exponering för radon ska vara minst 3 000 000 Bq·h/m <sup>3</sup> .
För bestämning av en arbetstagares exponering för radon som utförs med en mätning kortare än 2 månader med en bärbar mätare.	Aktivitetskoncentration (Bq/m <sup>3</sup> )	30	Mätarens känslighet ska vara minst 0,01 cph/(Bq/m <sup>3</sup> ).  Mätområdets övre gräns ska vara minst 10 000 Bq/m <sup>3</sup> om arbetstagarens dos beräknas ur mätresultatet och mätningen utförs under en mättid kortare än 60 dygn.
<p><sup>1)</sup> Utvidgad mätosäkerhet med täckningskoefficienten 2.</p> <p><sup>2)</sup> Vid bestämningen av variationskoefficienten beaktas inte den statistiska variation som orsakas av radonets sönderfall.</p>			

**BILAGA 2****Definition av storheter****Luftkerma**

Luftkerma ( $K_a$ ) är den sammanlagda rörelseenergin vid uppkomsttidpunkten hos de laddade partiklar som oladdade joniserande partiklar frigör i ett luftelement, dividerad med luftelementets massa.

Enheten för luftkerma är gray (Gy),  $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}$ .

Luftkermarat är luftkermats tillväxt under ett kort tidsintervall, dividerad med tidsintervallet.

**Dosekvivalent**

Dosekvivalent  $H$  är produkten av absorberade dosen  $D$  kvalitetsfaktorn  $Q$ :

$$H = Q \cdot D.$$

Enheten för dosekvivalent är sievert (Sv).

Kvalitetsfaktorn  $Q$  beror på den linjära energiöverföringen  $L$  och beaktar att strålning av olika kvalitet har olika förmåga att åstadkomma men för hälsan.

Sambandet mellan  $Q$  och  $L$  fås ur tabell 2.1.

**Tabell 2.1.** Sambandet mellan kvalitetsfaktorn  $Q$  och linjära energiöverföringen  $L$ .

Linjär energiöverföring $L$ i vatten ( $\text{keV}\cdot\mu\text{m}^{-1}$ )	Kvalitetsfaktor $Q$ ( $L$ )
<10	1
10–100	$0,32 L - 2,2$
>100	$300 / \sqrt{L}$

När den absorberade dosen i en punkt i vävnaden orsakas av partiklar med olika linjära energiöverföringar, kan medelkvalitetsfaktorn beräknas med beaktande av den absorberade dosens fördelning med avseende på den linjära energiöverföringen. Med linjär energiöverföring avses obegränsad linjär energiöverföring.

**Riktningdosekvivalent**

Riktningdosekvivalenten  $H'(d, \Omega)$  i en punkt i ett strålfält är den dosekvivalent som skulle alstras av det motsvarande utvidgade fältet på ett djup  $d$  i en ICRU-sfär på en radie i riktningen  $\Omega$ , där

- 1) ett utvidgat fält är ett strålfält där partikelfluensen och dess riktning- och energifördelning har samma värden i hela den granskade volymen som de har i referenspunkten i det verkliga fältet
- 2) en ICRU-sfär är en kropp som har införts av Internationella kommissionen för strålningsenheter och strålmätningar (International Commission on Radiation Units and Measurements, ICRU) för att approximera människokroppen vad gäller energiabsorbering från joniserande strålning.

Enheten för riktningdosekvivalent är sievert (Sv).

**Miljödosekvivalent**

Miljödosekvivalenten  $H^*(d)$  i en punkt i ett strålfält är den dosekvivalent som skulle alstras av det motsvarande riktade fältet på ett djup  $d$  i en ICRU-sfär på en radie i en riktning motsatt det riktade fältet, där

- 1) ett riktat utvidgat fält är ett strålfält där partikelfluensen och dess energifördelning är desamma som i det utvidgade fältet men där alla partiklar kommer från samma riktning
- 2) en ICRU-sfär är en kropp som har införts av ICRU för att approximera människokroppen vad gäller energiabsorbering från joniserande strålning.

Enheten för miljödosekvivalent är sievert (Sv).

**Persondosekvivalent**

Persondosekvivalenten  $H_p(d)$  är dosekvivalenten i mjukvävnad i en punkt på djupet  $d$  i kroppen.

Enheten för persondosekvivalent är sievert (Sv).

**Ytaktivitet**

Ytaktiviteten  $A_s$  är aktiviteten  $A$  hos ett radioaktivt ämne på en yta, dividerad med arean  $S$  hos denna yta.

Enheten för ytaktivitet är  $\text{Bq}\cdot\text{m}^{-2}$ .

**Luftkerma vid ytan**

Luftkerma vid ytan (*ESAK*) är luftkerma vid skärningspunkten mellan strålknipets mittaxel och patientens yta och omfattar även strålning som sprids från patienten till denna punkt.

Enheten för storheten luftkerma vid ytan är gray (Gy).

**Luftkerma-areaprodukt**

Luftkerma-areaprodukten (KAP) definieras som integralen

$$KAP = \int_{A_M} K(x, y) dx dy,$$

där  $K(x, y)$  är luftkerma i ett plan vinkelrätt mot strålknipets mittaxel och  $A_M$  integrationsområdet.

Enheten för luftkerma-areaprodukten är  $\text{Gy}\cdot\text{m}^2$  (allmänt  $\text{Gy}\cdot\text{cm}^2$ ).

**Luftkerma-längdprodukt**

Vid tomografiundersökning definieras luftkerma-längdprodukten (KLP) som integralen

$$KLP = \int_{-\infty}^{\infty} K(z) dz,$$

där  $K(z)$  är den av undersökningen orsakade luftkerma som funktion av läget  $z$  (luftkermaprofil) längs en rät linje parallell med röntgenrörets rotationsaxel.

Enheten för luftkerma-längdprodukten är Gy·m (allmänt mGy·cm).

På basis av luftkermaprofilen för det enskilda axiella snittet eller varvet av röntgenröret är  $KLP$

$$KLP = N \cdot \int K_1(z) dz = N \cdot KLP_1,$$

där

$K_1(z)$  är luftkermaprofilen för det enskilda axiella snittet eller varvet av röntgenröret och  $KLP_1$  motsvarande luftkerma-längdprodukt

$N$  är antalet varv av röntgenröret.

**Viktad luftkerma-längdprodukt**

Den viktade luftkerma-längdprodukten ( $KLP_w$ ) definieras på följande sätt:

$$KLP_w = \frac{1}{3} \cdot KLP_c + \frac{2}{3} \cdot KLP_p,$$

där  $KLP_c$  är on luftkerma-längdprodukten som bestämts i mitten av den vävnadsrespons som används vid en datortomografiundersökning och  $KLP_p$  är luftkerma-längdprodukten som bestämts på djup av 10 mm i vävnadsresponsen i fråga.

**Volumetriskt luftkermaindex vid datortomografi**

Volumetriskt luftkermaindex vid datortomografi i en datortomografiundersökning som består av flera enskilda axiella snitt eller vid spiral-DT av flera varv av röntgenröret är

$$CTKI_{vol} = \frac{1}{d} \int_{-\infty}^{\infty} K(z) dz = \frac{1}{d} KLP,$$

där  $K(z)$  är den luftkermaprofil i ett standardfantom som används vid datortomografiundersökning som hela undersökningen ger upphov till längs röntgenrörets rotationsaxel ( $z$ ) i det undersökta området på det granskade avståndet från rotationsaxeln,

$d$  är det undersökta områdets längd i rotations-axelns riktning.

Enheten för volumetriskt luftkermaindex vid datortomografi är Gy (vanligen mGy).



Om luftkermaprofilen  $K(z)$  mätts under ett enskilt axiellt snitt eller under ett varv av röntgenröret vid spiral-DT, där  $\Delta d$  är motsvarande förflyttning av patientbordet är det volumetriska luftkermaindexet vid datortomografi:

$$CTKI_{vol} = \frac{1}{\Delta d} \int_{-\infty}^{\infty} K(z) dz$$

Den viktade luftkerma-längdprodukten med hjälp av volumetriskt luftkermaindex vid datortomografi är:

$$CTKI_{vol} = \frac{1}{d} KLP_w$$

Vid praktiska mätningar är integrationsgränserna ändliga.

### **Referensluftkermarat**

Referensluftkermarat är luftkermaraten på en meters avstånd från brachyterapiens strålkälla.