

# TILLÄMPNING AV MAXIMIVÄRDENA FÖR STRÅLNINGSEXPONERING OCH BERÄKNINGSGRUNDER FÖR STRÅLDOSEN

1	ALLMÄNT	3
2	DOSGRÄNSERNA STADGAS SKILT FÖR ARBETSTAGARE OCH BEFOLKNING	3
2.1	Allmänt	3
2.2	Dosgränser för arbetstagare, studerande och befolkning	3
2.3	Skydd av foster och olycksfall	4
2.4	Medicinsk användning av strålning	4
3	DOSEN DEFINIERAS MED HJÄLP AV MÄTBARA OCH BERÄKNADE STORHETER	5
4	TILLÄMPNING AV DOSGRÄNSER	5
4.1	Användning av strålning	5
4.2	Verksamhet som medför exponering för naturlig strålning	6
5	BEFOLKNINGENS EXPONERING BEGRÄNSAS GENOM KÄLLSPECIFIKA DOSRESTRIKTIONER OCH ÅTGÄRDSVÄRDEN	7
<hr/>		
BILAGA A	DEFINITIONER	
BILAGA B	FAKTORER SOM ANVÄNDS VID BERÄKNING AV EKVIVALENTDOS OCH EFFEKTIV DOS	

Detta direktiv är i kraft från och med den 1.10.2014 tills vidare. Detta direktiv ersätter direktiv ST 7.2 av den 9.8.2007, Tillämpning av maximivärdena för strålningsexponering och beräkningsgrunder för stråldosen.

Helsingfors 2014  
ISSN 1456-8160

ISBN 978-952-309-221-1 (tryckt)  
Grano Oy 2015  
ISBN 978-952-309-222-8 (pdf)  
ISBN 978-952-309-223-5 (html)

# Grund för bemyndigandet

Enligt strålskyddslagen ansvarar verksamhetsutövaren för att strålningsverksamheten är säker. Verksamhetsutövaren är skyldig att sörja för att den säkerhetsnivå som framställs i ST-direktiven förverkligas och upprätthålls.

Strålsäkerhetscentralen ger för strålningsanvändning och annan strålningsverksamhet allmänna anvisningar, strålsäkerhetsdirektiv (ST-direktiv) med stöd av strålskyddslagen (592/1991) 70 § 2 mom.

## 1 Allmänt

Exponering för joniserande strålning kan förorsaka skadeverkningar på organismen, vilka indelas i två kategorier: direkta och stokastiska. Direkta skadeverkningar av strålning är till exempel strålsjuka, gråstarr, fosterskador, lossning av huvudhår eller kroppsbehåring samt strålbrännskador. Direkta skadeverkningar av strålning förekommer som typiska biverkningar för patienter vid strålbehandling, ibland även vid interventionell radiologi. Direkta skadeverkningar kan dessutom orsakas av stora stråldoser vid olycksfall. Till de stokastiska skadeverkningarna av strålning hör cancer och skador på könscellerna som nedärvs till kommande generationer (genetisk skada).

Inom strålskyddet används för bedömning av exponering storheterna ekvivalentdos och effektiv dos. För dessa storheter fastställs maximivärden (dosgränser) som inte får överskridas vid exponering.

I detta direktiv ges definitioner och beräkningsgrunder för ekvivalentdos och effektiv dos samt anvisningar för hur maximivärdena ska tillämpas. Dessutom anges för övervakningen av exponering till följd av intern strålning gränser härledda från dosgränserna (gränsen för årligt intag och gränsen för aktivitetskoncentration i luft). Direktivet behandlar inte beräkning av patientens stråldos till följd av exponering för joniserande strålning vid medicinsk undersökning och vård.

*Om maximivärden för strålningsexponering (årliga dosgränser) stadgas i kapitel 2 i strålskyddsförordningen (1512/1991). Om Strålsäkerhetscentralens rätt att utfärda närmare anvisningar om tillämpning av maximivärdena och beräkning av stråldosen stadgas i 7 § i strålskyddsförordningen. Övervakning av strålningsexponering behandlas i direktiv ST 7.1 och beräkning av dosen från intern strålning i direktiv ST 7.3. Andra storheter som används inom strålskyddet utöver effektiv dos och ekvivalentdos samt mätning av strålning behandlas i direktiv ST 1.9.*

## 2 Dosgränserna stadgas skilt för arbetstagare och befolkning

### 2.1 Allmänt

Dosgränserna gäller sådan exponering av arbetstagare och befolkning som orsakas

- av användning av joniserande strålning eller kärnenergi
- av sådan verksamhet som medför exponering för naturlig strålning och som av Strålsäkerhetscentralen konstaterats vara strålningsverksamhet.

Dosgränserna gäller inte sådan exponering som orsakas av radon i andningsluften i bostäder, den kosmiska strålningen vid jordytan eller strålning från radioaktiva ämnen som finns i jordskorpan i dess naturliga tillstånd eller naturligt förekommer i människokroppen. Dosgränserna gäller inte heller sådan exponering som orsakas av de åtgärder inom medicinsk strålningsanvändning som räknas upp i punkt 2.4.

Definitionerna på ekvivalentdos och effektiv dos ges i bilaga A i föreliggande direktiv. Vid exponering för intern strålning motsvaras dessa av intecknad ekvivalentdos och intecknad effektiv dos, vilkas definitioner också ges i bilaga A.

Om en person exponeras för både extern och intern strålning, ska dosen från den externa strålningen och den intecknade dosen från de radioaktiva ämnena som kommit in i kroppen adderas. Härvid ska man särskilt sörja för att totalexponeringen inte överskrider de uppställda dosgränserna.

*Om Strålsäkerhetscentralens rätt att i enskilda fall avgöra om verksamheten definieras som strålningsverksamhet stadgas i 11 § i strålskyddslagen (592/1991).*

## 2.2 Dosgränser för arbetstagare, studerande och befolkning

Dosgränser fastställs för följande persongrupper:

- arbetstagare i strålningsarbete
- studerande och praktikanter som fyllt 16 men inte 18 år och som i sin yrkesutbildning deltar i användning av strålkällor
- befolkningen.

Strålningsarbete är arbete i vilket strålnings-exponeringen för arbetstagaren kan överskrida någon för befolkningen fastställd dosgräns.

Dosgränser för olika persongrupper anges i tabell 1.

Dosgränserna för arbetstagare i strålningsarbete gäller arbetstagare såväl i kategori A som i kategori B. Dosgränserna för arbetstagare i strålningsarbete gäller även studerande och praktikanter som har fyllt 18 år.

En dosgräns innebär ett maximivärde för exponeringen under ett kalenderår. En femårsperiod betyder fem på varandra följande kalenderår.

För bedömning av ekvivalentdosen till ögonlinsen väljer man undersökningsdjupet 3 mm och för bedömning av ekvivalentdosen till huden 0,07 mm. Dosgränsen för ekvivalentdosen till huden avser den genomsnittliga dosen till varje 1 cm<sup>2</sup> stort hudområde, oavsett storleken på hudområdet som exponerats.

*Om maximivärden för strålningsexponering (årliga dosgränser) stadgas i kapitel 2 i strålskyddsförordningen. Strålningsarbete definieras i 9 § i strålningsförordningen. Kategorierna A och B, definieras i 10 § i strålskyddsförordningen. Klassificeringen förklaras närmare i direktiv ST 1.6.*

## 2.3 Skydd av foster och olycksfall

### Skydd av foster

Foster ska skyddas på samma sätt som individer i befolkningen. Sedan en kvinna i strålningsarbete har meddelat att hon är gravid, ska hennes arbete ordnas på ett sådant sätt att fostrets ekvivalentdos hålls så låg som det i praktiken är möjligt och att ekvivalentdosen under den återstående graviditeten inte överskrider värdet 1 mSv.

### Olycksfall

I olycksfall där det inte är fråga om att rädda människoliv får den effektiva dosen för den som deltar i nödvändiga, omedelbara åtgärder som vidtas för att begränsa strålfaran och för att återfå kontrollen över strålkällan inte överskrida 0,5 Sv eller dosen till huden 5 Sv.

*Om skydd av foster stadgas i 5 § i strålskyddsförordningen och om dosgränser vid olycksfall i 8 § i strålskyddsförordningen.*

## 2.4 Medicinsk användning av strålning

Dosgränserna gäller inte exponering som vid åtgärder inom medicinsk användning av strålning orsakas

- den person som är föremål för åtgärden (patienten)
- en person som frivilligt, av andra orsaker än sitt yrke, hjälper personen som är föremål för åtgärden, till exempel en ledsagare till ett barn eller en åldring
- en person som man bestrålar i annan avsikt än att undersöka eller vårda sjukdom, bland annat personer som deltar i vetenskapliga undersökningar och personer som exponeras i och med rättsmedicinska åtgärder.

*Om att dosgränserna inte tillämpas på patienten och en frivillig hjälpare vid medicinsk användning av strålning stadgas i 7 a § i strålskyddsförordningen. Om skydd av frivilliga hjälpare och personer som kommer i kontakt med patienten i samband med användning av radioaktiva läkemedel stadgas i 10 och 11 § i social- och hälsovårdsministeriets förordning om medicinsk användning av strålning (423/2000, nedan SHM:s förordning). Dosrestriktion för patientens hjälpare, familjemedlemmar, närstående och andra människor behandlas dessutom i direktiven ST 3.3 och ST 6.3. I 6–8 § i SHM:s förordning stadgas även begränsning av dosen för de personer som exponeras för strålning annars än vid undersökning eller behandling av sjukdom.*

Tabell 1. Dosgränser för arbetstagare, studerande och befolkning.

Dosgräns	Arbetstagare i strålningsarbete	Studerande och praktikanter som fyllt 16 men inte 18 år	Befolkningen
Effektiv dos (mSv per år)			
• medelvärde under fem år	20	-	-
• under ett år	50	6	1
Ekvivalentdos (mSv per år)			
• ögonlinsen	150	50	15
• huden	500	150	50
• händerna och fötterna <sup>*)</sup>	500	150	- <sup>**)</sup>
<sup>*)</sup> Handflatorna, handryggarna, fingrarna, handlederna och underarmarna, samt fötterna och vristerna. <sup>**)</sup> Ingen särskild dosgräns har fastställts, men dosgränsen för ekvivalentdosen till huden gäller också huden på händerna och fötterna.			

### 3 Dosen definieras med hjälp av mätbara och beräknade storheter

Effektiv dos och ekvivalentdos kan inte mätas direkt. Man är tvungen att använda mätbara eller beräknade storheter för att bestämma dessa.

Då en person exponeras för extern strålning, används för bestämning av den effektiva dosen och ekvivalentdosen de mätbara storheterna djupdos och ytdos.

Då en person exponeras för intern strålning kan man beräkna den intecknade effektiva dosen med hjälp av aktiviteterna hos de radioaktiva ämnen som kommit in i kroppen och dosomvandlingskoefficienter.

*Djupdos och ytdos behandlas i direktiv ST 1.9, dosomvandlingskoefficienter behandlas i direktiv ST 7.3.*

### 4 Tillämpning av dosgränser

#### 4.1 Användning av strålning

##### Extern strålning

Dosgränsen för den effektiva dosen är inte överskriden om den uppmätta djupdosen inte överskrider dosgränsens värde.

Inom röntgendiagnostiken, där man använder personliga strålskärmar, mäts djupdosen vanligen med en dosmätare placerad på skydden. Den uppmätta djupdosen ger då inte någon tillförlitlig bild av den effektiva dosen, eftersom de viktiga kroppsdelarna är skyddade. Bestämning av den effektiva dosen utifrån djupdosen ska alltid utföras fallspecifikt.

Om ett tillförlitligt värde saknas för dosen från en punktformig betastrålar i kontakt med

huden kan man anta att ekvivalentdosen till huden inte överskrider den årliga dosgränsen 500 mSv avseende händer, fötter och alla hudområden för arbetstagare i strålningsarbete, om den totala betaemissionen under exponeringstiden inte är större än  $10^9$  betapartiklar. T.ex. en 0,28 MBq:s betastrålare utsänder detta antal betapartiklar under 1 timme. Detta antagande är en ganska grov uppskattning. För en lågenergetisk betastrålare är exponeringen klart under 500 mSv.

Den årliga ekvivalentdosen till ögonlinsen samt händerna och fötterna bestäms på basis av djupdosen och ytdosen eller vid behov utifrån särskilda mätningar.

Om en person omges av radioaktiv ädelgas eller annan radioaktiv gas vars absorption till kroppen är ringa, är den effektiva dosen från extern strålning ofta större än den in-tecknade effektiva dosen som samlas i kroppen via inandning av radionuklider. Av ädelgaserna är nukliderna  $^{39}\text{Ar}$ ,  $^{85}\text{Kr}$ ,  $^{83\text{m}}\text{Kr}$  och  $^{133}\text{Xe}$  sådana för vilka den begränsande faktorn, vid överskridande av dosgränsen, är den årliga ekvivalentdosen till arbetstagarens hud eller ögonlins.

Om arbetstagaren i sitt arbete omges av radioaktiv ädelgas, beräknas den effektiva dosen från extern strålning från gasens aktivitetskoncentration enligt punkt 4.2 i direktiv ST 7.3. De för beräkningen nödvändiga värden för omvandlingskoefficienter för ädelgaserna argon, krypton och xenon har angetts i tabell H i direktiv ST 7.3. För andra radionuklider, såsom till exempel  $^{11}\text{C}$ ,  $^{13}\text{N}$ ,  $^{15}\text{O}$  och  $^{18}\text{F}$ , beräknas dosen från extern strålning på motsvarande sätt och nödvändiga värden för omvandlingskoefficienter fås ur tabell A.1 i rapporten NCRP 123 I (kolumn Atmospheric Submersion).

Ifall den uppmätta djupdosen till en gravid kvinna inte under återstoden av graviditeten efter tillkännagivandet av graviditeten överskrider värdet 1 mSv, anses att inte heller fostrets ekvivalentdos överskrider värdet 1 mSv.

### Intern strålning

Då radionuklider kommer in i kroppen antingen via andningen eller oralt, överskrids inte den år-

liga dosgränsen för effektiv dos, 20 eller 50 mSv, om den beräknade in-tecknade effektiva dosen inte överskrider den årliga dosgränsen 20 eller 50 mSv.

*Beräkning av den in-tecknade effektiva dosen behandlas i direktiv ST 7.3.*

## 4.2 Verksamhet som medför exponering för naturlig strålning

### Extern strålning

Strålningsexponeringen för flygpersonal till följd av kosmisk strålning beror på flygtiden, flyghöjden, rutten och solens aktivitet. Exponeringen bestäms med hjälp av kalkylprogram som beaktar dessa faktorer.

Då en person exponeras för extern strålning i verksamhet som medför exponering för naturlig strålning annars än vid flygverksamhet tillämpas dosgränserna enligt punkt 4.1.

*Bestämningen av flygpersonalens exponering behandlas utförligare i direktiv ST 12.4.*

### Intern strålning

Då en person exponeras för radon i andningsluften, beräknas den effektiva dosen med hjälp av radonhalten, vilken bestäms med mätningar, tiden för vistelse i denna halt samt dosomvandlingskoefficienter. Maximivärdet för radonhalten i andningsluften på arbetsplatsen, vilket härleds ur dosgränsen för effektiv dos (medelvärde under fem år 20 mSv), är vid regelbundet arbete  $3\,000\text{ Bq}\cdot\text{m}^{-3}$ .

Då en person exponeras för intern strålning av andra orsaker än radon, tillämpas dosgränserna enligt punkt 4.1.

Radon som kommer in i en gravid kvinnas lungor med andningsluften ger inte upphov till någon betydande dos för fostret.

*Tillämpningen av åtgärds- och maximivärdena för radonhalten samt beräkning av dosen behandlas utförligare i direktiv ST 12.1.*

## 5 Befolkningens exponering begränsas genom källspecifika dosrestriktioner och åtgärdsvärden

Befolkningens exponering kan inte övervakas med hjälp av mätningar på samma sätt som exponeringen av arbetstagare, eftersom mätningar i praktiken skulle bli mycket besvärliga att genomföra och för att samma person kan exponeras för strålning som härrör från olika verksamheter. Därför begränsar man befolkningens exponering huvudsakligen genom källspecifika dosrestriktioner, vars underskridande kan konstateras antingen med hjälp av direkta mätningar eller med storheter härledda ur dosrestriktionen. Sådana härledda storheter kan till exempel vara doshastigheten utanför strålkällornas användningsutrymme eller aktiviteten hos radioaktiva ämnen som frigörs till miljön till följd av en funktion.

Strålsäkerhetscentralen fastställer källspecifika dosrestriktioner för att beakta den exponering som orsakas av olika strålkällor. Dosrestriktioner har fastställts till exempel för planeringen av utrymmen där strålkällor används. En dosgräns för befolkningen anses inte överskridas om den källspecifika dosrestriktionen inte överskrids.

Dosrestriktioner för befolkningen tillämpas vanligen inte på exponering till följd av naturlig strålning, även om det i vissa fall är skäl att

med åtgärdsvärden begränsa den exponering för naturlig strålning som befolkningen utsätts för på grund av strålningsverksamhet. Sådana fall är till exempel exponering som orsakas av byggnadsmaterial, hushållsvatten eller avfallsområden.

*Om Strålsäkerhetscentralens rätt att fastställa dosrestriktioner stadgas i 7 § i strålskyddsförordningen. Planeringen av utrymmen där strålkällor används behandlas i direktiv ST 1.10. Åtgärdsvärden för naturlig strålningsexponering ges i direktiven ST 12.2 och ST 12.3.*

## Litteratur

1. International Commission on Radiological Protection. The 2007 recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Annals of the ICRP 2007; 37 (2–4).
2. International Commission on Radiological Protection. 1990 recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. Annals of the ICRP 1991; 21 (1–3).
3. International Commission on Radiological Protection. General principles for the radiation protection of workers. ICRP Publication 75. Annals of the ICRP 1997; 27 (1).
4. International Commission on Radiological Protection. Compendium of dose coefficients based on ICRP Publication 60. ICRP Publication 119. Annals of the ICRP 2012; 41(s).

## BILAGA A

### Definitioner

#### Ekvivalentdos

Ekvivalentdosen  $H_{T,R}$  till vävnaden eller organet  $T$  är vävnadens eller organets genomsnittliga absorberade dos  $D_{T,R}$  multiplicerad med strålningens viktningfaktor  $w_R$ :

$$H_{T,R} = w_R D_{T,R} , \quad (\text{A1})$$

där

$w_R$  är strålningens viktningfaktor för strålkvaliteten  $R$

$D_{T,R}$  är den genomsnittliga absorberade dosen till vävnaden eller organet  $T$  från strålkvaliteten  $R$ .

Om strålningen består av olika strålkvaliteter, vars  $w_R$ -värden inte är lika, är ekvivalentdosen  $H_T$ :

$$H_T = \sum_R w_R D_{T,R} . \quad (\text{A2})$$

Enheten för ekvivalentdos är sievert (Sv).

I det följande menas med vävnad antingen vävnad eller organ.

#### Effektiv dos

Den effektiva dosen  $E$  är summan av ekvivalentdoserna  $H_T$  multiplicerade med vävnadernas viktningfaktorer  $w_T$ :

$$E = \sum_T w_T H_T = \sum_T w_T \sum_R w_R D_{T,R} . \quad (\text{A3})$$

Enheten för effektiv dos är Sv.

Faktorerna  $w_R$  och  $w_T$  som behövs för beräkning av ekvivalentdosen och den effektiva dosen finns i bilaga B till detta direktiv. Den genomsnittliga absorberade dosen som förekommer i storheternas definitioner definieras i direktiv ST 1.9.

#### Intecknad ekvivalentdos

Den intecknade ekvivalentdosen  $H_T(\tau)$  till vävnaden  $T$  är den ekvivalentdos som orsakas denna vävnad av ett radioaktivt ämne som kommit in i kroppen:

$$H_T(\tau) = \int_{t_0}^{t_0+\tau} \dot{H}_T(t) dt , \quad (\text{A4})$$

där

$\dot{H}_T(t)$  är ekvivalentdosraten i vävnaden  $T$  vid tidpunkten  $t$

$t_0$  är tidpunkten för intaget.

Enheten för intecknad ekvivalentdos är Sv.

Integreringstiden  $\tau$  räknas från tidpunkten för intaget och uttrycks i år. Om integreringstiden inte särskilt nämns antas den vara 50 år för vuxna och (70-n) år för barn, där n är barnets ålder.

#### Intecknad effektiv dos

Den intecknade effektiva dosen  $E(\tau)$  är summan av de intecknade ekvivalentdoserna  $H_T(\tau)$  multiplicerade med vävnadernas viktningfaktorer  $w_T$ :

$$E(\tau) = \sum_T w_T H_T(\tau) . \quad (\text{A5})$$

Enheten för intecknad effektiv dos är Sv.

Intecknad ekvivalentdos och intecknad effektiv dos är storheter som används för skattning av den ekvivalentdos och den effektiva dos som orsakas av radioaktiva ämnen som kommit in i kroppen. Ett sådant ämne kan orsaka strålningsexponering länge efter intaget. Även om dosen fås under lång tid anses dock att dosen fått i sin helhet under det år då intaget inträffat.

#### Litteratur

1. International Commission on Radiological Protection. The 2007 recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Annals of the ICRP 2007; 37 (2–4).
2. International Commission on Radiological Protection. 1990 recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. Annals of the ICRP 1991; 21 (1–3).
3. International Commission on Radiological Protection. Conversion coefficients for use in radiological protection against external radiation. ICRP Publication 74. Annals of the ICRP 1996; 26 (3–4).



4. International Commission on Radiation Units and Measurements. Measurement of dose equivalents from external photon and electron radiations. ICRU Report 47. Bethesda, MD: ICRU; 1992.
5. National Council on Radiation Protection and Measurements. Screening models for releases of radionuclides to atmosphere, surface water, and ground. NCRP Report 123 I. Bethesda, MD: NCRP; 1996.

## BILAGA B

### Faktorer som används vid beräkning av ekvivalentdos och effektiv dos

I det följande menas med vävnad antingen vävnad eller organ.

#### 1 Allmänt

Sannolikheten för stokastiska skadeverkningar av strålning på en vävnad beror bland annat av vävnadens genomsnittliga absorberade dos samt strålkvaliteten (strålslag och -energi). Vid beräkning av vävnadens ekvivalentdos strävar man efter att beakta strålkvalitetens inverkan med hjälp av viktningsfaktorer för strålning ( $w_R$ ). Man har försökt välja viktningsfaktorn för en viss strålkvalitet så, att den för små doser är proportionell mot den biologiska effekten av strålningen.

Den stokastiska skadeverkning strålningen orsakar beror också på vilken eller vilka vävnader som utsatts för strålning. Sannolikheten för skadeverkningar av strålning är olika för olika vävnader. Detta försöker man vid beräkning av den effektiva dosen beakta med hjälp av viktningsfaktorer för vävnader ( $w_T$ ).

#### 2 Viktningsfaktorer för strålning vid beräkning av ekvivalentdosen

Vid beräkning av ekvivalentdosen används viktningsfaktorer för strålning  $w_R$ , vilka anges i tabell B1.

För andra strålkvaliteter än de som anges i tabellen fås ett närmevärde på  $w_R$  genom beräkning av den effektiva kvalitetsfaktorn  $\bar{Q}$  på 10 mm:s djup i en ICRU-sfär (se direktiv ST 1.9).

Vid beräkning av ekvivalentdosen från neutronstrålning kan man vid sidan av värdena i tabell BI även använda en kontinuerlig funktion som beskrivs av det matematiska uttrycket:

$$w_R = 5 + 17e^{-(\ln(2E))^2/6}, \quad (\text{B1})$$

där  $E$  är neutronenergin (MeV).

I bild B1 visas viktningsfaktorer för neutronstrålning. Den streckade kurvan visar grafen av uttrycket (B1) som kan användas som närmevärde för trappfunktionen enligt värdena i tabell B1.

#### 3 Viktningsfaktorer för vävnader för beräkning av den effektiva dosen

Med hjälp av den effektiva dosen kan man bedöma de stokastiska skadeverkningarna av strålningen för människan oberoende av om dosfördelningen i kroppen är jämn eller ojämn.

För beräkning av den effektiva dosen används viktningsfaktorerna för vävnader  $w_T$  som anges i tabell B2. Faktorerna baserar sig på en referenspopulation som representerar båda könen i samma mån och en stor åldersspridning. Då man tillämpar maximivärden för strålningsexponering används faktorerna för beräkning av den effektiva dosen för arbetstagare och befolkning samt för båda könen.

Viktningsfaktorerna för vävnader har valts så, att faktorn anger vävnadens eller organets relativa andel av den totala skadan då exponeringsfördelningen över hela kroppen är jämn. Därför är faktorernas summa 1.

Med viktningsfaktorn för tjocktarmen multipliceras den viktade summan av ekvivalentdoserna till övre och nedre tjocktarmen<sup>\*)</sup>. Vid beräkning av den viktade summan använder man som vikt-faktorer de relativa massorna hos övre och nedre tjocktarmens väggar. Viktfaktorerna (de relativa massorna) är 0,57 (övre tjocktarmen) och 0,43 (nedre tjocktarmen).

I tabell B2 avses med andra vävnader följande tio vävnader: binjurarna, hjärnan, andningsvägarna utanför bröstkorgen, tunntarmen, njurarna, musklerna, bukspottkörteln, mjälten, thymus och livmodern [2]. Den gemensamma viktningsfaktorn för dessa vävnader används på följande sätt:

- Det viktade medelvärdet av vävnadernas ekvivalentdoser, där viktfaktorerna är vävnadernas massor, multipliceras med viktningsfaktorn.

<sup>\*)</sup> Övre tjocktarmen (Upper Large Intestine) avser här tjocktarmens första del till och med den vänstra krökningen. Nedre tjocktarmen (Lower Large Intestine) omfattar resten av tjocktarmen.

- I de exceptionella fall då ekvivalentdosen till en (och endast en) av dessa tio vävnader är större än den största av ekvivalentdoserna till de tolv vävnaderna som anges i tabell B2, ges denna vävnad viktningsfaktorn 0,025 och de resterande nio vävnaderna den gemensamma viktningsfaktorn 0,025.

Förteckningen över de i tabell B2 nämnda andra vävnaderna omfattar sådana vävnader och organ som man vet är cancerkänsliga eller som i vissa exponeringssituationer (t.ex. då radioaktivt ämne ansamlas i vävnaden) kan få en större stråldos än andra vävnader i kroppen.

## Litteratur

1. International Commission on Radiological Protection. The 2007 recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Annals of the ICRP 2007; 37 (2–4).
2. International Commission on Radiological Protection. 1990 recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. Annals of the ICRP 1991; 21 (1–3).

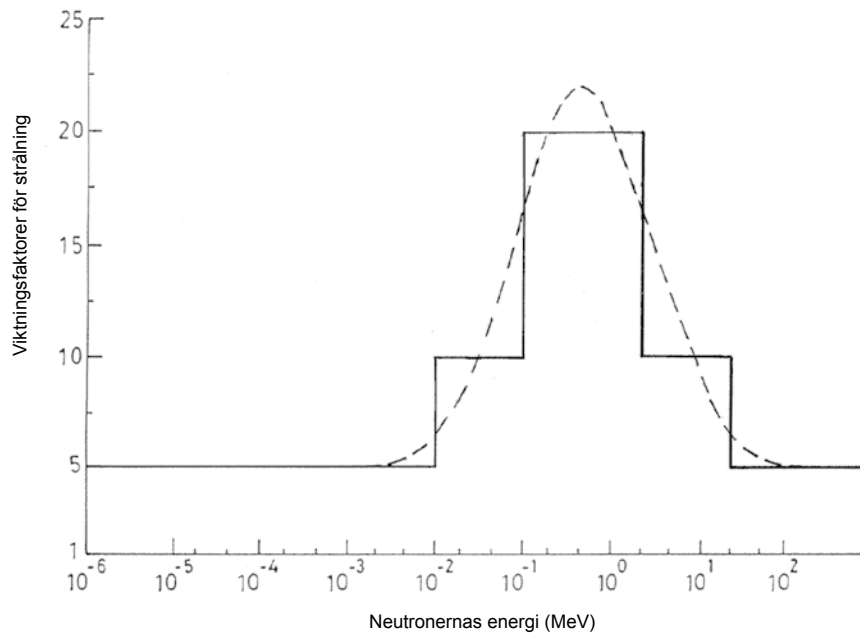
**Tabell B1.** Viktningsfaktorer  $w_R$  för olika strålkvaliteter [2].

Strålkvalitet	$w_R$
Fotoner, alla energier	1
Elektroner*) och myoner, alla energier	1
Neutroner, energi	
• under 10 keV	5
• minst 10 keV och högst 100 keV	10
• över 100 keV och högst 2 MeV	20
• över 2 MeV och högst 20 MeV	10
• över 20 MeV	5
Protoner**), energi över 2 MeV	5
Alfapartiklar, fissionsfragment, tunga kärnor	20

\*) Andra än Augerelektroner utsända av kärnor bundna i en DNA-molekyl.  
 \*\*) Rekyprotoner undantaget.

**Tabell B2.** Viktningsfaktorer  $w_T$  för olika vävnader [2].

Vävnad eller organ	$w_T$
Könskörtlarna	0,20
Röda benmärgen	0,12
Tjocktarmen	0,12
Lungorna	0,12
Magsäcken	0,12
Urinblåsan	0,05
Bröstkörtlarna	0,05
Levern	0,05
Matstrupen	0,05
Sköldkörteln	0,05
Huden	0,01
Benytan	0,01
Andra vävnader	0,05



**Figure B1.** Viktningsfaktorer för neutronstrålning.

## ST-DIREKTIV (26.1.2015)

### Allmänna direktiv

- ST 1.1 Säkerhet vid strålningsverksamhet, 23.5.2013
- ST 1.3 Varningsmärkning av strålkällor, 9.12.2013
- ST 1.4 Användarorganisation, 2.11.2011
- ST 1.5 Befrielse från kravet på säkerhetstillstånd vid användning av strålning, 12.9.2013
- ST 1.6 Strålskyddsåtgärder på arbetsplatsen, 10.12.2009
- ST 1.7 Strålskyddsutbildning inom hälso- och sjukvården, 10.12.2012
- ST 1.8 Behörighet och strålskyddsutbildning för personer inom en användarorganisation, 17.2.2012
- ST 1.9 Strålningsverksamhet och strålningsmätningar, 17.3.2008
- ST 1.10 Planering av strålkällors användningsutrymmen, 14.7.2011
- ST 1.11 Skyddsarrangemang för strålkällor, 9.12.2013

### Strålbehandling

- ST 2.1 Säkerhet vid strålbehandling, 18.4.2011

### Medicinsk röntgenundersökning

- ST 3.1 Tandröntgenundersökningar inom hälsovården, 13.6.2014
- ST 3.2 Mammografiapparater och deras användning, 13.8.2001
- ST 3.3 Röntgenundersökningar i hälsovården, 20.3.2006
- ST 3.7 Bröstcancerscreening med mammografi, 28.3.2001
- ST 3.8 Strålsäkerhet vid mammografiundersökningar, 25.1.2013

### Industri, forskning, undervisning och kommersiell verksamhet

- ST 5.1 Strålsäkerheten hos apparater med slutna källor, 7.11.2007
- ST 5.2 Användning av kontroll- och analysröntgenapparater, 26.9.2008
- ST 5.3 Användning av joniserande strålning vid undervisningen i fysik och kemi, 4.5.2007
- ST 5.4 Handel med strålkällor, 19.12.2008
- ST 5.6 Strålsäkerheten vid industriell radiografi, 9.3.2012
- ST 5.7 Transport av radioaktivt avfall och använt kärnbränsle, 6.6.2011

- ST 5.8 Installation, reparation och underhåll av strålningsalstrande apparater, 4.10.2007

### Öppna källor och radioaktivt avfall

- ST 6.1 Strålsäkerhet vid användning av öppna strålkällor, 17.3.2008.
- ST 6.2 Radioaktivt avfall och radioaktiva utsläpp, 1.7.1999
- ST 6.3 Strålsäkerhet inom nukleärmedicin, 14.1.2013

### Stråldoser och hälsokontroll

- ST 7.1 Övervakning av strålningsexponering, 14.8.2014
- ST 7.2 Tillämpning av maximivärdena för strålningsexponering och beräkningsgrunder för stråldosen, 8.8.2014
- ST 7.3 Beräkning av stråldos från intern strålning, 13.6.2014
- ST 7.4 Dosregister och anmälan av uppgifter, 8.12.2014
- ST 7.5 Hälsokontroll av arbetstagare i strålningsarbete, 4.5.2007

### Veterinärmedicin

- ST 8.1 Strålsäkerheten vid veterinärmedicinsk röntgenverksamhet 20.3.2012

### Icke-joniserande strålning

- ST 9.1 Strålsäkerhetskrav för och övervakning av solarieapparater 1.7.2013
- ST 9.2 Strålsäkerheten vid pulsradaranläggningar, 2.9.2003 (på finska)
- ST 9.3 Strålsäkerheten vid mastarbete på FM- och TV-stationer, 2.9.2003 (på finska)
- ST 9.4 Strålsäkerheten vid storeffektlasrar som används i underhållning, 28.2.2007 (på finska)

### Naturlig strålning

- ST 12.1 Strålsäkerheten vid verksamhet som medför exponering för naturlig strålning, 2.2.2011
- ST 12.2 Radioaktivitet i byggnadsmaterial och aska, 17.12.2010
- ST 12.3 Radioaktivitet i hushållsvatten, 9.8.1993
- ST 12.4 Strålsäkerhet vid flygverksamhet, 1.11.2013.