

# STRÅLSÄKERHET VID FLYGVERKSAMHET

1	ALLMÄNT	3
2	DEN SOM BEDRIVER FLYGVERKSAMHET SKA UTREDA EXPONERINGEN FÖR STRÅLNING	3
3	FLYGPERSOALENS STRÅLNINGSEXPONERING SKA BEGRÄNSAS OCH ÖVERVAKAS	3
3.1	Vid planeringen av verksamheten ska exponeringens maximivärden beaktas	3
3.2	Stråldoserna ska bestämmas och bokföras	4
3.3	Vid flygning på hög höjd kan avvikande strålningsexponering förekomma	4
3.4	Hälsokontrollen ska ske på basis av en arbetsplatsutredning och luftfartsbestämmelserna	4
4	FLYGPERSOALEN SKA INFORMERAS OM STRÅLNINGEN OCH OM SIN EGEN EXPONERING	4
5	EXPONERINGEN FÖR STRÅLNING SKA BESTÄMMAS MED ETT BERÄKNINGSPROGRAM	5
6	STRÅLSÄKERHETSCENTRALEN SKA FÖR TILLSYNYN TILLSTÄLLAS UPPGIFTER	5
6.1	Förfarandena ska beskrivas när övervakningen av exponeringen inleds	5
6.2	Flygpersonalens dosuppgifter ska regelbundet anmälas till dosregistret	5
BILAGA A	DEFINITIONER	
BILAGA B	UPPSKATTNING AV EXPONERING FÖR KOSMISK STRÅLNING	
BILAGA C	STRÅLNINGSEXPONERINGENS STORHETER	

Detta direktiv är i kraft från och med den 1.1.2014 tills vidare. Detta direktiv ersätter direktiv ST 12.4 av den 20.6.2005, Strålsäkerhet vid flygverksamhet

Helsingfors 2014  
ISSN 0789-4554

ISBN 978-952-309-015-6 (pdf)  
ISBN 978-952-309-016-3 (html)

# Grund för bemyndigandet

Den som bedriver strålningsverksamhet ansvarar enligt strålskyddslagen för att verksamheten är säker. Verksamhetsutövaren är skyldig att sörja för, att den säkerhetsnivå som framläggs i ST-direktiven förverkligas och upprätthålls.

Strålsäkerhetscentralen ger med stöd av 70 § 2 mom. i strålskyddslagen (592/1991) allmänna anvisningar, strålsäkerhetsanvisningar (ST-direktiv) beträffande säkerheten vid användning av strålning och vid övrig strålningsverksamhet.

# 1 Allmänt

Jorden nås av naturlig joniserande strålning från rymden, s.k. kosmisk strålning. Dess doshastighet vid jordytan är liten men ökar ju högre upp man kommer, och dess inverkan på strålsäkerheten måste beaktas när det gäller flygpersonal.

I detta direktiv ges krav på strålsäkerhet avseende dels flygpersonal som utsätts för kosmisk strålning och dels övervakning av strålningsexponeringen. Direktivet gäller företag som bedriver flygverksamhet på över åtta kilometers höjd med finsk koncession samt finskt militärflyg. På höjder under åtta kilometer är flygpersonalens strålningsexponering så liten att särskilda åtgärder för att utreda eller begränsa den inte behövs.

Förekommande definitioner ges i bilaga A.

*Om utredning och begränsning av exponering för naturlig strålning föreskrivs i 12 kapitlet i strålskyddslagen (592/1991) och i 7 kapitlet i strålskyddsförordningen (1512/1991). Också i de sameuropeiska luftfartsbestämmelserna EU-OPS (punkterna 1.390, Kosmisk strålning, och 1.680, Mätutrustning för kosmisk strålning) uppställs för utövare av flygverksamhet krav som gäller exponering för kosmisk strålning och skydd av flygpersonal. Lufttransport av radioaktiva ämnen behandlas utförligare i förordningen om lufttransport av farliga ämnen (210/1997) och i Trafiksäkerhetsverkets luftfartsbestämmelse OPS M1-18.*

## 2 Den som bedriver flygverksamhet ska utreda exponeringen för strålning

Den som bedriver flygverksamhet ska utreda flygpersonalens exponering för kosmisk strålning, om man konstaterar eller det med fog kan misstänkas att den effektiva dosen till en enskild arbetstagare kan överskrida 1 mSv per år. I praktiken gäller detta alla verksamhetsutövare vars flygplan flyger på höjder över åtta kilometer.

Utredningen ska tillställas Strålsäkerhetscentralen. Av utredningen ska framgå flygbolagets vanligaste flygrutter och -höjder, flygplanstyper och kontaktuppgifter. Dessutom ska

utredningen innehålla en uppskattning av flygpersonalens årliga stråldoser och av deras beräkningsgrunder (exempelvis av vanliga ruttdoser och maximala årliga flygtider). Uppskattningen kan göras på det sätt som beskrivs i bilaga B eller med ett beräkningsprogram för bestämning av stråldoser från kosmisk strålning (se kapitel 5).

Om utredningen visar att de anställda utsätts för så mycket kosmisk strålning att den effektiva dosen på ett år kan överskrida värdet 1 mSv ska den som bedriver flygverksamhet sörja för de anställdas strålskydd och informera personalen (se kapitel 3 och 4).

*I 45 § i strålskyddslagen föreskrivs om verksamhetsutövarens skyldighet att utreda strålningsexponeringen. Skyldigheten gäller också den som bedriver flygverksamhet. I 27 § i strålskyddsförordningen bestäms om begränsning av exponeringen för naturlig strålning och i 28 a § i strålskyddsförordningen om skyddet av flygpersonal.*

## 3 Flygpersonalens strålningsexponering ska begränsas och övervakas

Verksamhetsutövaren ska genomföra flygpersonalens strålskydd enligt kraven i detta kapitel. Om verksamhetsutövaren har anställd personal från utomstående företag, gäller detta direktiv också skyddet av dem. Ett utomstående företag ansvarar som arbetsgivare för att dessa frågor sköts på behörigt sätt.

*I 37 a § i strålskyddslagen föreskrivs om ansvaret för utomstående företags arbetstagare.*

### 3.1 Vid planeringen av verksamheten ska exponeringens maximivärden beaktas

Verksamhetsutövaren ska föra bok över arbetstagarnas arbetsskift. Den som bedriver flygverksamhet ska planera verksamheten så, att flygpersonalens effektiv dos från kosmisk strålning inte överskrider 6 mSv per år. Enligt optimeringsprincipen ska strålningsexponeringen dessutom hållas så låg som är möjligt.

Strålskyddet under graviditet ska ordnas så

att fostret skyddas på samma sätt som enskilda personer ur befolkningen. En gravid besättningsmedlems flygarbete ska ordnas så, att fostrets ekvivalentdos är så liten som är praktiskt möjligt. När en kvinna meddelat att hon är gravid får ekvivalentdosen under återstoden av graviditeten inte överskrida 1 mSv. Om kvinnans ekvivalentdos från kosmisk strålning ligger under 1 mSv är också fostrets ekvivalentdos under 1 mSv. För att arbetet ska kunna ordnas på erforderligt sätt och för att skydda fostret ska verksamhetsutövaren uppmana personalen att informera verksamhetsutövaren om graviditet på ett så tidigt stadium som möjligt.

Om en person i sitt arbete utsätts inte bara för kosmisk utan också för annan joniserande strålning ska även denna andra strålningsexponering bestämmas. Dessutom ska man se till att den totala strålningsexponeringen inte överskrider maximivärdena för strålningsexponering.

*Den dosrestriktion som gäller för flygverksamhet är ett med stöd av 7 § i strålskyddsförordningen satt verksamhetsspecifikt gränsvärde, vars syfte är att säkerställa att arbetstagare i flygarbete inte utsätts för en avsevärt högre exponeringsnivå än normalt. I 5 § i strålskyddsförordningen föreskrivs om strålskydd under graviditet och i 3–5 § i strålskyddsförordningen om maximivärden för strålningsexponering.*

### 3.2 Stråldoserna ska bestämmas och bokföras

Övervakning av strålningsexponering innebär bestämning av personliga stråldoser och bokföring av doserna. Personliga stråldoser kan bestämmas med de i kapitel 5 beskrivna metoderna. För bokföring av doserna ska verksamhetsutövaren för varje arbetstagare registrera

- namn
- personbeteckning
- arbetsuppgift
- dosbestämningens resultat
- uppgifter som inverkar på strålningsexponeringen, bl.a. flygrutter och -tider.

Människor exponeras i ringa grad för kosmisk strålning också på jordytan. Denna exponering är inte arbetsrelaterad, varför den inte beaktas vid bestämning av den exponering som flygverksamheten medför.

### 3.3 Vid flygning på hög höjd kan avvikande strålningsexponering förekomma

En kraftig och plötslig soleruption kan öka den kosmiska strålningen högt uppe i atmosfären. Vid flygning på höjder över 15 km måste man vara förberedd på plötsliga soleruptioner.

*Krav på mätutrustning och alternativa dosbestämningmetoder vid flygning på över 15 km höjd ges i luftfartsbestämmelsen EU-OPS, 1.680.*

### 3.4 Hälsokontrollen ska ske på basis av en arbetsplatsutredning och luftfartsbestämmelserna

Behovet av hälsoundersökningar i samband med hälsokontrollen ska prövas på grundval av en i statsrådets förordning avsedd arbetsplatsutredning och de krav som uppställs i luftfartsbestämmelserna. Flygpersonalen behöver inte av strålskyddsskäl regelbundet genomgå hälsoundersökningar.

*Arbetstagarnas hälsotillstånd ska kontrolleras på det sätt som bestäms i lagen om företagshälsovård (1383/2001) och i statsrådets med stöd av den utfärdade förordning (1485/2001) om hälsoundersökningar i arbete som medför särskild fara för ohälsa. Också i luftfartsbestämmelserna ges krav på företagshälsovård för flygpersonalen.*

## 4 Flygpersonalen ska informeras om strålningen och om sin egen exponering

Verksamhetsutövaren ska ge arbetstagarna information om kosmisk strålning och om dess hälsoeffekter samt om de typiska exponeringsnivåerna i arbetet. Arbetstagaren ska då arbetet börjar och under dess lopp få tillräcklig information om bestämmelser och direktiv gällande övervakningen av exponeringen för kosmisk strålning, samt om exponeringens storlek i det egna arbetet och dess betydelse för hälsan. Dessutom ska kvinnor få information om strålskydd under graviditeten, och de ska uppmanas att underätta arbetsgivaren om en graviditet så snabbt som möjligt efter att den konstaterats.

Verksamhetsutövaren ska se till att resultatet av exponeringsövervakningen årligen delges varje arbetstagare.

## 5 Exponeringen för strålning ska bestämmas med ett beräkningsprogram

Vid bestämning av exponering för kosmisk strålning ska ett lämpligt och bevisligen tillförlitligt beräkningsprogram användas. Tillförlitligheten kan påvisas till exempel med hjälp av internationella jämförelser.

Beräkningsprogrammet ska

- lämpa sig för bestämning av stråldoser från kosmisk strålning
- vara dokumenterat och testat
- ge resultaten i storheten effektiv dos eller miljödosekvivalent (se bilaga C och direktiven ST 1.9 och ST 7.2)
- vara tillräckligt noggrant: resultatet får inte avvika nedåt från det rätta värdet med mera än 33 % eller uppåt med mera än 50 % vid 95 % konfidensnivå.

Beräkningsprogram som visats vara tillförlitliga är t.ex. CARI, EPCARD och FREE.

## 6 Strålsäkerhetscentralen ska för tillsynen tillställas uppgifter

Verksamhetsutövaren ska för tillsyn över den exponering som uppstår på grund av flygverksamhet tillstålla Strålsäkerhetscentralen de uppgifter och dokument som nämns i detta kapitel.

*I 53 § i strålskyddslagen föreskrivs Strålsäkerhetscentralens inspektionsrätt och rätt till information.*

### 6.1 Förfarandena ska beskrivas när övervakningen av exponeringen inleds

Verksamhetsutövaren ska meddela Strålsäkerhetscentralen uppgifter om metoden för bestämning av strålningsexponeringen och visa att beräkningsprogrammet uppfyller de i kapitel 5

angivna kraven. Dessutom ska en utredning presenteras om de data som matas in i beräkningsprogrammet och om resultatens noggrannhet.

Om arbetstagarnas exponering bestäms av ett utomstående företag, ska verksamhetsutövaren meddela Strålsäkerhetscentralen dess kontaktuppgifter. Vidare ska verksamhetsutövaren förete en utredning om hur exponeringen bestäms och om hur informationsutbytet sköts på vederbörligt sätt.

### 6.2 Flygpersonalens dosuppgifter ska regelbundet anmälas till dosregistret

Verksamhetsutövaren ska årligen anmäla resultaten av exponeringsövervakningen till Strålsäkerhetscentralens dosregister. Anmälningspliktiga är arbetstagarens identifikationsuppgifter, arbetsuppgift och resultatet av dosbestämningen.

Uppgifterna för föregående kalenderår ska anmälas till dosregistret före utgången av januari påföljande år. Vid dataöverföringen ska Strålsäkerhetscentralens särskilda anvisningar följas.

En finländsk arbetsgivare är skyldig att sörja för att uppgifter om den strålningsexponering som en finländsk arbetstagare utsätts för införs i dosregistret även då arbetstagaren verkar i ett utländskt flygbolag.

*I 34 § i strålskyddslagen föreskrivs om Strålsäkerhetscentralens dosregister och om verksamhetsutövarens skyldighet att tillstålla Strålsäkerhetscentralen resultaten av övervakningen av strålningsexponeringen, specificerade på det sätt som Strålsäkerhetscentralen bestämmer.*

## 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. European Commission. Recommendations for the implementation of Title VII of the European Basic Safety Standards Directive (BSS) concerning significant increase in exposure due to natural radiation sources. Radiation Protection 88. Luxembourg:

- Office for Official Publications of European Communities; 1997.
3. European Commission. Exposure of air crew to cosmic radiation. Radiation Protection 85. Luxembourg: Office for Official Publications of European Communities; 1996.
  4. European Commission. Cosmic radiation exposure of aircraft crew. Compilation of measured and calculated data. Radiation Protection 140. Luxembourg: Office for Official Publications of European Communities; 2004.
  5. European Commission. Comparison of codes assessing radiation exposure of aircraft crew due to galactic cosmic radiation. Radiation Protection 173. Luxembourg: Publications Office of European Union; 2012.
  6. Kommissionens förordning (EG) nr 859/2008 av den 20 augusti 2008 om ändring av rådets förordning (EEG) nr 3922/91 i fråga om gemensamma tekniska krav och administrativa förfaranden för kommersiella transporter med flygplan. EUT L 254, 20.9.2008, s. 1–238.

## BILAGA A

### Definitioner

#### **Kosmisk strålning**

Joniserande strålning från rymden.

verksamhetsutövaren eller arbetar på basis av uppdragsavtal.

#### **Flygtid**

Verklig flygtid, det vill säga tiden, som flygplanen är i luften.

Obs! Flygtid betyder alltså inte samma sak som total flygtid (s.k. blocktimmar).

#### **Verksamhetsutövare**

Utövare av flygverksamhet, vars anställda kan få en effektiv dos på över 1 mSv per år av kosmisk strålning.

#### **Flygpersonal**

Personer som under flygning tjänstgör i cockpit eller kabinen och är anställda av

## BILAGA B

### Uppskattning av exponering för kosmisk strålning

Storleken på exponeringen för kosmisk strålning beror av flygtiden, höjden och rutten, och dessutom av periodiska variationer i solens aktivitet. I tabellen nedan ges uppskattningar av flygtider som ger upphov till effektiva doser på över 1 mSv på olika flyghöjder på 60° nordlig bredd och på ekvatorn.

Exempel 1. Om en arbetstagare flyger på en rutt vars typiska flyghöjd är 33 000 fot, d.v.s. ca 10 km, kan han eller hon flyga nära 60:e nordliga breddgraden i ung. 320 timmar, innan den ef-

fektiva dosen överskrider 1 mSv. Nära ekvatorn är flygtiden 750 timmar. Märk, att i beräkningen använts verklig flygtid, som alltid är mindre än den totala flygtiden (s.k. blocktimmar).

Exempel 2. Om en arbetstagare flyger 500 timmar per år på en rutt som ligger nära 60:e nordliga breddgraden och vars typiska flyghöjd är 33 000 fot, och ytterligare 300 timmar per år nära ekvatorn på en rutt vars typiska flyghöjd är 39 000 fot, blir den årliga, effektiva dosen  $(500 \text{ h} / 320 \text{ h}) \cdot 1 \text{ mSv} + (300 \text{ h} / 490 \text{ h}) \cdot 1 \text{ mSv} = 2,2 \text{ mSv}$ .

**Tabell.** Uppskattning av flygtider som ger upphov till effektiva doser på över 1 mSv på olika flyghöjder på 60° nordlig bredd och på ekvatorn. Flygtiderna i tabellen är verkliga flygtider, inte totala flygtider.

Flyghöjd (fot)	Flyghöjd (km)	Flygtid (h) på 60 °N	Flygtid (h) på ekvatorn
27 000	8,23	630	1 330
30 000	9,14	440	980
33 000	10,06	320	750
36 000	10,97	250	600
39 000	11,89	200	490
42 000	12,80	160	420
45 000	13,72	140	380
48 000	14,63	120	350



## BILAGA C

### Strålningsexponeringens storheter

Maximivärdena för exponering ges i storheterna ekvivalentdos och effektiv dos. Dessa storheter kalkyleras; de kan inte mätas direkt. Vid mätning av kosmisk strålning och i kalkylmässiga uppskattningar kan man använda storheten miljödosekvivalent, med vars hjälp man kan beräkna närmevärden för ekvivalentdos och effektiv dos. Alla ovannämnda storheter baserar sig på den fysikaliskt mätbara storheten absorberad dos, som är ett mått på dosen från joniserande strålning.

Viktningfaktorer för såväl olika strålkvaliteter som vävnader och organ ges i direktiv ST 7.2.

#### Absorberad dos

Absorberade dosen  $D$  är kvoten mellan  $d\bar{\varepsilon}$  och  $dm$ , där  $d\bar{\varepsilon}$  är den genomsnittliga energi som den joniserande strålningen överför till masselementet  $dm$ :

$$D = \frac{d\bar{\varepsilon}}{dm} \quad (1)$$

Enheten för absorberad dos är gray (Gy).  
1 Gy = 1 J · kg<sup>-1</sup>.

#### Ekvivalentdos

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

$$H_{T,R} = w_R D_{T,R} \quad (2)$$

där

$w_R$  är strålningens viktningfaktor för strålkvaliteten  $R$  och

$D_{T,R}$  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  $H_T$ :

$$H_T = \sum_R w_R D_{T,R} \quad (3)$$

Enheten för ekvivalentdos är sievert (Sv).

#### Effektiv dos

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

$$E = \sum_T w_T H_T = \sum_T w_T \sum_R w_R D_{T,R} \quad (4)$$

Enheten för effektiv dos är Sv

Med hjälp av den effektiva dosen uppskattas framför allt risken för strålningens stokastiska skadeverkningar på människan.

#### Miljödosekvivalent

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

Enheten för miljödosekvivalent är sievert (Sv).

#### ICRU-sfär

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. Den består av en sfär med diametern 30 cm i ett vävnadsekvivalent material med en densitet av 1 g·cm<sup>-3</sup> vars massa består av 76,2 % syre, 11,1 % kol, 10,1 % väte och 2,6 % kväve.

# ST-DIREKTIV (22.10.2014)

## Allmänna direktiv

- ST 1.1 Säkerhet vid strålningsverksamhet, 23.5.2013
- ST 1.3 Varningsmärkning av strålkällor, 16.5.2006
- 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, 20.8.2011
- 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, 9.8.2007
- ST 7.3 Beräkning av stråldos från intern strålning, 23.9.2007
- ST 7.4 Dosregister och anmälan av uppgifter, 9.9.2008
- 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.