



Strål  
säkerhets  
myndigheten

Swedish Radiation Safety Authority

Författare: Jan Johansson  
Peder kock  
Jonas Lindgren  
Jonas Boson  
Anna Maria Blixt Buhr  
Simon Karlsson  
Ulf Bäverstam

# 2019:28

Avståndsberäkningar kring  
svenska kärnkraftverk

Underlag till hälso- och sjukvården vid planering av  
beredskapen för kärnkraftsolyckor i Sverige



## Sammanfattning

Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) redovisar i denna rapport avstånd kring de svenska kärnkraftverken där det kan uppstå behov av att hantera allvarliga deterministiska hälsoeffekter och där tidiga mätningar för individuell dosuppskattning kan behöva prioriteras i samband med kärnkraftsolyckor. I rapporten redovisas endast konsekvenser för allmänheten i samband med kärnkraftsolyckor. Möjliga konsekvenser för arbetstagare liksom konsekvenser av olyckor på andra svenska kärntekniska anläggningar behandlas inte. Rapporten är framtagen i samverkan med Socialstyrelsen och Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB).

Med hantering av allvarliga deterministiska hälsoeffekter avses hantering av tidiga hälsoeffekter som uppstår som en direkt följd av exponeringen för joniserande strålning och är så pass allvarliga att de är dödliga, livshotande eller resulterar i en bestående skada som försämrar livskvaliteten. Med tidiga mätningar för individuell dosuppskattning avses tidiga mätningar av radioaktiv jod i sköldkörteln samt totalt innehåll av radioaktiva ämnen i kroppen i syfte att uppskatta ekvivalent dos till sköldkörteln respektive effektiv dos.

Beräkningarna som ligger till grund för de avstånd som redovisas utgår från doskriterier där allvarliga deterministiska hälsoeffekter kan uppkomma samt doskriterier där tidiga mätningar för individuell dosuppskattning kan vara motiverade. Med hjälp av spridnings- och dosberäkningar har ett statistiskt underlag tagits fram för att uppskatta på vilka avstånd från kärnkraftverken dessa doskriterier kan överskridas för olika händelser och olika kombinationer av genomförda skyddsåtgärder.

Beräkningarna visar att behov av tidiga mätningar för individuell dosuppskattning kan uppstå i samband med en kärnkraftsolycka oavsett vilka skyddsåtgärder som vidtas. Det gäller i synnerhet tidiga mätningar av radioaktiv jod i sköldkörteln hos barn upp till 18 år och gravida. I de fall det finns behov av tidiga mätningarna för individuell dosuppskattning, bör förberedelserna medge att dessa kan starta så snart det är praktiskt möjligt. Förberedelserna bör också medge att mätningar av radioaktiv jod i sköldkörteln kan slutföras inom cirka en månad. Beräkningarna visar vidare att behov av att hantera allvarliga deterministiska hälsoeffekter i samband med kärnkraftsolyckor kan uppstå inom begränsade avstånd från kärnkraftverket om tillräckliga skyddsåtgärder inte hinner genomföras innan utsläpp sker.



# Innehåll

<b>Sammanfattning</b> .....	<b>3</b>
<b>1. Inledning</b> .....	<b>7</b>
1.1. Inledning .....	7
1.2. Metod.....	7
1.3. Händelser .....	8
<b>2. Doskriterier</b> .....	<b>8</b>
2.1. Behov av att hantera allvarliga deterministiska hälsoeffekter .....	8
2.2. Tidiga mätningar för individuell dosuppskattning .....	9
<b>3. Beräkningsresultat</b> .....	<b>10</b>
<b>4. Underlag till beredskapsplanering</b> .....	<b>13</b>
4.1. Behov av att hantera allvarliga deterministiska hälsoeffekter .....	13
4.2. Tidiga mätningar för individuell dosuppskattning .....	13
4.3. Jämförelse med andra beräkningar.....	14
<b>Tack för bidrag till rapporten</b> .....	<b>15</b>
<b>Referenser</b> .....	<b>15</b>



# 1. Inledning

## 1.1. Inledning

Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) redovisar i denna rapport avstånd kring de svenska kärnkraftverken där det kan uppstå behov av att hantera allvarliga deterministiska hälsoeffekter och där tidiga mätningar för individuell dosuppskattning kan behöva prioriteras i samband med kärnkraftsolyckor. I rapporten redovisas endast konsekvenser för allmänheten i samband med kärnkraftsolyckor. Möjliga konsekvenser för arbetstagare liksom konsekvenser av olyckor på andra svenska kärntekniska anläggningar behandlas inte. Rapporten är framtagen i samverkan med Socialstyrelsen och Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB).

Syftet med rapporten är dels att redovisa vilka konsekvenser kärnkraftsolyckor kan leda till och därmed utgöra ett underlag för beredskapsplaneringen inom hälso- och sjukvården och dels att etablera doskriterier som kan användas i den initiala hanteringen av en kärnkraftsolycka för att med hjälp av spridnings- och dosprognoser identifiera områden där åtgärder med koppling till hälso- och sjukvård bör prioriteras. Begrepp som nämns i texten, men som kan vara svåra att förstå förklaras i grå rutor.

Rapporten riktar sig till sjukvårdshuvudmän med ansvar för katastrofmedicinsk beredskap, Socialstyrelsen med nationellt samordningsansvar för hälso- och sjukvården, länsstyrelser med regionalt samordningsansvar för hanteringen av kärntekniska olyckor, MSB med nationellt samordningsansvar för kärntekniska olyckor och SSM med ansvar för att bidra med råd om skyddsåtgärder i samband med kärntekniska olyckor.

**Allvarliga deterministiska hälsoeffekter:** Tidiga hälsoeffekter som uppstår som en direkt följd av exponeringen för joniserande strålning och är så pass allvarliga att de är dödliga, livshotande eller resulterar i en bestående skada som försämrar livskvaliteten.

**Tidiga mätningar för individuell dosuppskattning:** Tidiga mätningar av radioaktiv jod i sköldkörteln eller av totalt innehåll av radioaktiva ämnen i kroppen i syfte att uppskatta ekvivalent dos till sköldkörteln respektive effektiv dos (se faktarutor på sid 10 för en förklaring till ekvivalent dos och effektiv dos).

## 1.2. Metod

Beräkningarna som ligger till grund för de avstånd som redovisas i denna rapport utgår från doskriterier där allvarliga deterministiska hälsoeffekter kan uppkomma samt doskriterier där tidiga mätningar för individuell dosuppskattning kan vara motiverade. Med hjälp av spridnings- och dosberäkningar har ett statistiskt underlag tagits fram för att uppskatta på vilka avstånd från de svenska kärnkraftverken dessa doskriterier kan överskridas för olika händelser och olika kombinationer av genomförda skyddsåtgärder. De avstånd som redovisas gäller för stråldoser som erhålls under första veckan av en kärnkraftsolycka. Genom att räkna på stråldoser som erhålls under denna tidsperiod inkluderas med god marginal de stråldoser som uppkommer under utsläppsfasen av olyckan för de olika händelser som undersökts i rapporten (se nedan).

### 1.3. Händelser

Beräkningar har genomförts för händelserna med väl fungerande, fungerande och utan fungerande konsekvenslindrande system som anges i rapporten SSM2017:27 *Översyn av beredskapszoner* [1]. Dessutom har konsekvenserna av en händelse där utsläppet är tio gånger större jämfört med utsläppet i händelsen med fungerade konsekvenslindrande system undersökts. I denna rapport benämns dessa fyra händelser 0,1xFKS, FKS, 10xFKS och 100xFKS, där FKS står för *fungerande konsekvenslindrande system*. I Tabell 1 redovisas utsläppet till atmosfären för dessa händelser som total utsläppt aktivitet för referensnukliderna Xe-133, I-131 och Cs-137.

Händelserna som undersökts täcker fyra storleksordningar av utsläpp till atmosfären där det största utsläppet (100xFKS) är i paritet med det sammanlagda utsläppet till atmosfären från reaktorerna 1-3 vid kärnkraftsolyckan i Fukushima Daiichi 2011 [2].

**Tabell 1.** Totalt utsläppt aktivitet till atmosfären för de tre referensnukliderna Xe-133, I-131 och Cs-137 för händelserna 0,1xFKS, FKS, 10xFKS och 100xFKS.

Storlek på utsläpp	Xe-133 (Bq)	I-131 (Bq)	Cs-137 (Bq)
0,1xFKS	~5 E+18	~1 E+14	~1 E+13
FKS	~5 E+18	~1 E+15	~1 E+14
10xFKS	~5 E+18	~1 E+16	~1 E+15
100xFKS	~5 E+18	~1 E+17	~1 E+16

## 2. Doskriterier

**Doskriterium:** Ett värde på den dos som en person kan erhålla om inga skyddsåtgärder tillgodoräknas. När ett doskriterium för en viss skyddsåtgärd överskrids eller riskerar att överskridas så innebär det i regel att skyddsåtgärden bör vidtas.

### 2.1. Behov av att hantera allvarliga deterministiska hälsoeffekter

Doskriterierna för behov av att hantera allvarliga deterministiska effekter utgår från de allvarliga deterministiska effekter som är gränssättande vid hög exponering under kort tid i samband med kärnkraftsolyckor, se Tabell 2 [3]. Värdet för absorberad dos till röd benmärg för vuxna och barn är ett tröskelvärde som motsvarar en procents dödlighet utan medicinsk behandling [4]. Värdet för absorberad dos till ett embryo är ett tröskelvärde för missbildningar på embryon, 2-7 veckor efter befruktning [4]. Värdet för absorberad dos till fostrets hjärna är ett tröskelvärde för allvarlig utvecklingsstörning hos foster, 8-15 veckor efter befruktning [4]. Värdena för RBE-viktad absorberad dos till huden avser djupet 0,4 mm för exponering under 10 respektive 48 timmar [5] [6]. Det högre värdet (näst sista raden i Tabell 2) motsvarar Internationella atomenergiorganets (IAEA:s) generiska kriterium för att vidta åtgärder i syfte att undvika eller minimera allvarliga deterministiska effekter på huden. Det lägre värdet (sista raden i Tabell 2) har införts som ett kriterium för när allvarliga deterministiska effekter på huden helt bör kunna uteslutas.



**Tabell 2.** Sammanfattning av doskriterier för allvarliga deterministiska hälsoeffekter.

Stråldos	Doskriterium	Grupper som omfattas
Absorberad dos till röd benmärg	1 000 mGy	Barn och vuxna
Absorberad dos till embryo	100 mGy	Gravida
Absorberad dos till fostrets hjärna	300 mGy	Gravida
RBE-viktad absorberad dos till 100 cm <sup>2</sup> av huden (hög)	10 000 mGy	Barn och vuxna
RBE-viktad absorberad dos till 100 cm <sup>2</sup> av huden (låg)	2 000 mGy	Barn och vuxna

**Absorberad dos:** En fysikalisk storhet som anger hur mycket energi den joniserande strålningen deponerar i ett material, t.ex. vävnad eller ett organ i kroppen. Absorberad dos anges i Gray (Gy).

**RBE-viktning:** Ett mått på olika strålslags relativa effektivitet att orsaka en specifik hälsoeffekt.

## 2.2. Tidiga mätningar för individuell dosuppskattning

Doskriteriet för tidig mätning av totalt innehåll av radioaktiva ämnen i kroppen utgår från rekommendationer från IAEA [6]. Doskriteriet för tidig mätning av radioaktiv jod i sköldkörteln utgår från rekommendationer från International Agency for Research on Cancer (IARC) om långsiktig uppföljning av sköldkörteln i samband med kärnkraftsolyckor [7]. IARC anger ett intervall mellan 100 och 500 mSv ekvivalent dos till sköldkörteln som en utgångspunkt för när långsiktig uppföljning av sköldkörteln hos barn skulle kunna vara motiverad. Detta inkluderar också sköldkörteln hos foster som exponerats för radioaktiv jod via moderns intag. En rimlig utgångspunkt är därför att prioritera tidiga mätningar av radioaktiv jod i sköldkörteln för barn och foster som kan ha erhållit 100 mSv eller högre ekvivalent dos till sköldkörteln. Den ekvivalenta dosen till sköldkörteln hos ett foster beror på när under graviditeten exponering via moderns intag sker. Den ekvivalenta dosen till sköldkörteln hos ett foster varierar från mindre än en hundradel till som mest knappt det dubbla jämfört med den ekvivalenta dosen till sköldkörteln hos modern [8] [9]. Doskriterierna för tidiga mätningar i syfte att uppskatta individuell dos redovisas i Tabell 3.

**Tabell 3.** Sammanfattning av doskriterier för tidiga mätningar i syfte att uppskatta individuell dos.

Stråldos	Doskriterium	Grupper som omfattas
Effektiv dos	100 mSv	Barn och vuxna
Ekvivalent dos till sköldkörteln	100 mSv	Foster och barn upp till 18 år

**Ekvivalent dos:** En skyddsstorhet som utgör ett mått på risken för stokastiska hälsoeffekter för en specifik vävnad eller ett specifikt organ. Ekvivalent dos beräknas som summan av alla olika strålslags absorberade doser, viktade med en faktor som tar hänsyn till att olika strålslag har olika biologisk effekt i vävnader och organ. Ekvivalent dos anges i sievert (Sv).

**Effektiv dos:** En skyddsstorhet som utgör ett mått på den sammanlagda risken för stokastiska hälsoeffekter. Effektiv dos beräknas som summan av alla ekvivalenta doser från kroppens vävnader och organ, viktade med en faktor som tar hänsyn till att olika vävnader och organ är olika känsliga för exponering från joniserande strålning. Effektiv dos anges i sievert (Sv).

**Stokastiska hälsoeffekter:** Slumpmässiga hälsoeffekter som kan uppstå på sikt som en följd av exponering för joniserande strålning. Sannolikheten att de ska inträffa ökar med ökande stråldos, men allvarligheten av hälsoeffekten om den inträffar är oberoende av stråldosens storlek. Ett exempel på en stokastisk hälsoeffekt är cancer.

### 3. Beräkningsresultat

En sammanfattning av de största avstånden där doskriterierna för hantering av allvarliga deterministiska hälsoeffekter kan överskridas för olika händelser och olika kombinationer av skyddsåtgärder redovisas i Tabell 4. I Tabell 5 redovisas en sammanfattning av de största avstånden där doskriterierna för tidiga mätningar i syfte att uppskatta individuell dos kan överskridas för olika händelser och olika kombinationer av skyddsåtgärder. Avstånden där tidiga mätningar av radioaktiv jod i sköldkörteln hos gravida kan vara motiverade i syfte att uppskatta den ekvivalenta dosen till sköldkörteln hos foster, utgår från avstånden för 1-åriga barn [10].

De avstånd som redovisas avser 90 procent av alla förekommande väderfall som använts i beräkningarna. Se bilaga 2 till rapporten SSM2017:27 *Översyn av beredskapszoner* för en genomgång av hur variationer på grund av vädret behandlats statistiskt [1].

**Tabell 4.** En sammanfattning av de största avstånden där doskriterierna för hantering av allvarliga deterministiska hälsoeffekter kan överskridas för olika händelser och olika kombinationer av skyddsåtgärder om 90 procent av alla förekommande väderfall beaktas. Ett "-" i tabellen betyder att doskriteriet inte överskrids utanför anläggningsområdet kring kärnkraftverket.

Doskriterium	0,1xFKS	FKS	10xFKS	100xFKS
<b>Inga skyddsåtgärder genomförs innan utsläpp sker</b>				
Absorberad dos till röd benmärg vuxna	-	-	-	~2 km
Absorberad dos till röd benmärg barn <sup>1</sup>	-	-	-	~2 km
Absorberad dos till fostrets hjärna	-	-	~1 km	~5 km
Absorberad dos till embryot <sup>2</sup>	-	~2 km	~2 km	~10 km
Absorberad dos till huden	-	-	-	-
<b>Utrymning ut till ~5 km genomförs innan utsläpp sker</b>				
Absorberad dos till röd benmärg vuxna	-	-	-	-
Absorberad dos till röd benmärg barn <sup>1</sup>	-	-	-	-
Absorberad dos till fostrets hjärna	-	-	-	-
Absorberad dos till embryot	-	-	-	~10 km
Absorberad dos till huden	-	-	-	-
<b>Utrymning ut till ~5 km och inomhusvistelse ut till ~15 km genomförs innan utsläpp sker</b>				
Absorberad dos till röd benmärg vuxna	-	-	-	-
Absorberad dos till röd benmärg barn <sup>1</sup>	-	-	-	-
Absorberad dos till fostrets hjärna	-	-	-	-
Absorberad dos till embryot	-	-	-	~8 km
Absorberad dos till huden	-	-	-	-
<b>Utrymning ut till ~15 km genomförs innan utsläpp sker</b>				
Absorberad dos till röd benmärg vuxna	-	-	-	-
Absorberad dos till röd benmärg barn <sup>1</sup>	-	-	-	-
Absorberad dos till fostrets hjärna	-	-	-	-
Absorberad dos till embryot	-	-	-	-
Absorberad dos till huden	-	-	-	-

<sup>1</sup>Med barn avses 1-åriga barn.

<sup>2</sup>Beräknade avstånd blir lika för FKS och 10xFKS på grund av avrundning till en värdesiffra.

**Tabell 5.** En sammanfattning av de största avstånden där doskriterierna för tidiga mätningar i syfte att uppskatta individuell dos kan överskridas för olika händelser och olika kombinationer av skyddsåtgärder om 90 procent av alla förekommande väderfall beaktas. Ett "-" i tabellen betyder att doskriteriet inte överskrids utanför anläggningsområdet kring kärnkraftverket.

<b>Doskriterium</b>	<b>0,1xFKS</b>	<b>FKS</b>	<b>10xFKS</b>	<b>100xFKS</b>
<b>Inga skyddsåtgärder genomförs innan utsläpp sker</b>				
Effektiv dos vuxna	~1 km	~2 km	~3 km	~30 <sup>1</sup> km
Effektiv dos barn	~1 km	~2 km	~4 km	~40 <sup>1</sup> km
Ekvivalent dos till sköldkörteln 18 år	~1 km	~3 km	~15 km	~90 km
Ekvivalent dos till sköldkörteln 1 år	~2 km	~5 km	~25 km	~150 km
<b>Utrymning ut till ~5 km genomförs innan utsläpp sker</b>				
Effektiv dos vuxna	-	-	-	~30 <sup>1</sup> km
Effektiv dos barn	-	-	-	~40 <sup>1</sup> km
Ekvivalent dos till sköldkörteln 18 år	-	-	~15 km	~90 km
Ekvivalent dos till sköldkörteln 1 år	-	-	~25 km	~150 km
<b>Utrymning ut till ~5 km och inomhusvistelse ut till ~15 km genomförs innan utsläpp sker</b>				
Effektiv dos vuxna	-	-	-	~30 <sup>1</sup> km
Effektiv dos barn	-	-	-	~40 <sup>1</sup> km
Ekvivalent dos till sköldkörteln 18 år	-	-	~10 km	~90 km
Ekvivalent dos till sköldkörteln 1 år	-	-	~25 km	~150 km
<b>Utrymning ut till ~15 km genomförs innan utsläpp sker</b>				
Effektiv dos vuxna	-	-	-	~30 <sup>1</sup> km
Effektiv dos barn	-	-	-	~40 <sup>1</sup> km
Ekvivalent dos till sköldkörteln 18 år	-	-	-	~90 km
Ekvivalent dos till sköldkörteln 1 år	-	-	~25 km	~150 km
<b>Utrymning ut till ~15 km och inomhusvistelse ut till ~25 km genomförs innan utsläpp sker</b>				
Effektiv dos vuxna	-	-	-	~30 <sup>1</sup> km
Effektiv dos barn	-	-	-	~40 <sup>1</sup> km
Ekvivalent dos till sköldkörteln 18 år	-	-	-	~90 km
Ekvivalent dos till sköldkörteln 1 år	-	-	-	~150 km

<sup>1</sup>Dessa avstånd är beräknade inklusive bidrag från sköldkörteldos till effektiv dos. Om detta bidrag exkluderas blir avstånden cirka 25 km för både vuxna och barn om 90 procent av alla förekommande väderfall beaktas.

## 4. Underlag till beredskapsplanering

### 4.1. Behov av att hantera allvarliga deterministiska hälsoeffekter

Baserat på beräkningsresultaten bör möjligheten till att hantera allvarliga deterministiska hälsoeffekter åtminstone förberedas enligt nedan. Behov av att hantera allvarliga deterministiska hälsoeffekter för allmänheten uppstår endast under speciella omständigheter i samband med en kärnkraftsolycka enligt Tabell 4, vilket bör beaktas både i beredskapsplaneringen och i samband med en händelse.

För det största utsläppet som undersökts (100xFKS) kan doskriteriet för allvarliga deterministiska hälsoeffekter med anledning av dos till röd benmärg överskridas ut till cirka 2 km från kärnkraftverket för både vuxna och barn om 90 procent av de analyserade väderfallen beaktas. Om området ut till cirka 5 km från kärnkraftverket utryms innan utsläpp sker kan således behovet av att hantera allvarliga deterministiska hälsoeffekter hos barn och vuxna i stort sett elimineras. Förmågan att hantera allvarliga deterministiska hälsoeffekter hos barn och vuxna bör dock förberedas ut till cirka 2 km från kärnkraftverket för de fall där utrymning inte kan eller hinner genomföras innan utsläpp sker.

För det största utsläppet som undersökts (100xFKS) kan doskriteriet för allvarliga deterministiska hälsoeffekter med anledning av absorberad dos till embryot överskridas ut till cirka 10 km från kärnkraftverket om 90 procent av de analyserade väderfallen beaktas. Om området ut till cirka 15 km utryms innan utsläpp sker kan således behovet av att hantera allvarliga deterministiska hälsoeffekter hos embryon i stort sett elimineras. Förmågan att hantera allvarliga deterministiska hälsoeffekter hos embryon bör dock förberedas ut till cirka 10 km från kärnkraftverket för de fall där utrymning inte kan eller hinner genomföras innan utsläpp sker. Om förmågan att hantera allvarliga deterministiska hälsoeffekter med anledning av dos till fostrets hjärna förbereds inom samma avstånd, täcker detta med god marginal de avstånd som kan komma ifråga, även om inga skyddsåtgärder hinner genomföras innan utsläpp sker.

#### **Underlag till planering för hantering av allvarliga deterministiska hälsoeffekter**

1. Förmågan att hantera allvarliga deterministiska hälsoeffekter för vuxna och barn bör förberedas så att det finns kapacitet att hantera barn och vuxna ut till cirka 2 km från kärnkraftverket.
2. Förmågan att hantera allvarliga deterministiska hälsoeffekter med anledning av dos till embryot eller fostret bör förberedas så att det finns kapacitet att hantera gravida ut till cirka 10 km från kärnkraftverket.

### 4.2. Tidiga mätningar för individuell dosuppskattning

Baserat på beräkningsresultaten bör tidiga mätningar för individuell dosuppskattning åtminstone förberedas enligt nedan. Behov av tidiga mätningar för individuell dosuppskattning för allmänheten beror på omständigheterna i samband med en kärnkraftsolycka enligt Tabell 5, vilket bör beaktas både i beredskapsplaneringen och i samband med en händelse.

För det största utsläppet som undersökts (100xFKS) kan doskriteriet för tidiga mätningar i syfte att uppskatta individuell dos med anledning av effektiv dos överskridas ut till cirka 40 km från kärnkraftverket för barn och ut till cirka 30 km från kärnkraftverket för vuxna

om 90 procent av de analyserade väderfallen beaktas. I beräkningen av dessa avstånd ingår bidraget från sköldkörteldos till effektiv dos. Detta bidrag uppskattas dock bäst genom direkta mätningar på sköldkörteln enligt vad som beskrivs nedan. Om bidraget från sköldkörteldos till effektiv dos räknas bort blir avstånden istället cirka 25 km, både för vuxna och barn. Kombinationer av skyddsåtgärderna utrymning, inomhusvistelse och intag av jodtabletter kan minska behovet av att utföra tidiga mätningar för individuell dosuppskattning med anledning av effektiv dos. Tidiga mätningar av totalt innehåll av radioaktiva ämnen hos barn och vuxna bör dock förberedas ut till cirka 25 km från kärnkraftverket för de fall där tillräckliga skyddsåtgärder inte kan eller hinner genomföras innan utsläpp sker.

För det största utsläppet som undersökts (100xFKS) kan doskriteriet för tidiga mätningar i syfte att uppskatta individuell dos med anledning av ekvivalent dos till sköldkörteln överskridas ut till cirka 150 km från kärnkraftverket för 1-åringar och ut till cirka 90 km från kärnkraftverket för 18-åringar om 90 procent av de analyserade väderfallen beaktas. De beräknade avstånden för 1-åringar gäller också för tidiga mätningar av gravida i syfte att uppskatta den ekvivalenta dosen till fostrets sköldkörtel. På så pass stora avstånd från kärnkraftverket är det inte rimligt att utgå från att skyddsåtgärder kan genomföras. Tidiga mätningar av radioaktiv jod i sköldkörteln för barn upp till 18 år och gravida bör därför förberedas ut till cirka 150 km från kärnkraftverket.

I de fall det finns behov av tidiga mätningarna för individuell dosuppskattning, bör förberedelserna medge att dessa kan starta så snart det är praktiskt möjligt [7]. Förberedelserna bör också medge att mätningar av radioaktiv jod i sköldkörteln kan slutföras inom cirka en månad. [7].

#### **Underlag till planering för tidiga mätningar i syfte att uppskatta individuell dos**

1. Tidiga mätningar av totalt innehåll av radioaktiva ämnen i kroppen hos barn och vuxna bör förberedas så att det finns kapacitet att hantera barn och vuxna ut till cirka 25 km från kärnkraftverket.
2. Tidiga mätningar av radioaktiv jod i sköldkörteln för barn upp till 18 år och gravida bör förberedas så att det finns kapacitet att hantera barn upp till 18 år och gravida ut till cirka 150 km från kärnkraftverket.

Tidiga mätningar för individuell dosuppskattning kan vara motiverade även för händelser och omständigheter där de doskriterier som använts i denna rapport inte överskrids eller riskerar att överskridas. Mätresultat kan i sådana fall användas för att utvärdera om vidtagna skyddsåtgärder är tillräckliga samt ligga till grund för uppskattningar av hälsokonsekvenser som olyckan lett till. Om det saknas direkta mätningar på människor, måste uppskattningar av hälsokonsekvenser annars utgå från omgivningsmätningar, eventuellt kombinerade med spridningsprognoser, vilket sannolikt leder till större osäkerheter.

### **4.3. Jämförelse med andra beräkningar**

De avstånd som redovisas i denna rapport överensstämmer väl med motsvarande avstånd i beräkningar som utförts av IAEA 2013 och Bundesamt für Strahlenschutz i Tyskland 2015 [8] [10].

## Tack för bidrag till rapporten

Tack till Åsa Ljungquist på Socialstyrelsen, Karl Östlund och Pelle Postgård på MSB samt Leif Stenke, Giuseppe Masucci, Björn Zackrisson, Siegfried Joussineau, Magnus Simonsson, Karin Lindberg, Sture Andersson, Christel Hedman och Marita Lagergren Lindberg från Socialstyrelsens medicinska expertgrupp för radionukleära frågor (RN-MeG) för värdefulla bidrag till rapporten.

## Referenser

- [1] Strålsäkerhetsmyndigheten, ”SSM 2017:27 Översyn av beredskapszoner” 2017.
- [2] IAEA, ”The Fukushima Daiichi Accident” 2015.
- [3] SSK, ”Planning areas for emergency response near nuclear power plants” 2014.
- [4] ICRP, ”The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Publication 103” 2007.
- [5] Strålsäkerhetsmyndigheten, ”Behov av personsanering i samband med kärnkraftsolyckor” 2019.
- [6] IAEA, ”Preparedness and Response for a Nuclear or radiological Emergency, GSR Part 7” 2015.
- [7] IARC, ”Thyroid Health Monitoring After Nuclear Accidents” 2018.
- [8] IAEA, ”EPR-NPP Public Protective Actions, Actions to Protect the Public in an Emergency due to Severe Conditions at a Light Water Reactor” 2013.
- [9] LIKHTARIOV I et al., ”Estimation of the thyroid doses for Ukrainian children exposed in utero after the Chernobyl accident” Health Physics, Volume 100, 6, p. 583-593, 2011.
- [10] H. Walter, F. Gering, K. Arnold, B. Gerich, G. Heinrich och U. Welte, ”RODOS-based simulation of potential accident scenarios for emergency response management in the vicinity of nuclear power plants” Bundesamt für Strahlenschutz, 2015.









2019:28

Strålsäkerhetsmyndigheten har ett samlat ansvar för att samhället är strålsäkert. Vi arbetar för att uppnå strålsäkerhet inom en rad områden: kärnkraft, sjukvård samt kommersiella produkter och tjänster. Dessutom arbetar vi med skydd mot naturlig strålning och för att höja strålsäkerheten internationellt.

Myndigheten verkar pådrivande och förebyggande för att skydda människor och miljö från oönskade effekter av strålning, nu och i framtiden. Vi ger ut föreskrifter och kontrollerar genom tillsyn att de efterlevs, vi stödjer forskning, utbildar, informerar och ger råd. Verksamheter med strålning kräver i många fall tillstånd från myndigheten. Vi har krisberedskap dygnet runt för att kunna begränsa effekterna av olyckor med strålning och av avsiktlig spridning av radioaktiva ämnen. Vi deltar i internationella samarbeten för att öka strålsäkerheten och finansierar projekt som syftar till att höja strålsäkerheten i vissa östeuropeiska länder.

Strålsäkerhetsmyndigheten sorterar under Miljödepartementet. Hos oss arbetar drygt 300 personer med kompetens inom teknik, naturvetenskap, beteendevetenskap, juridik, ekonomi och kommunikation. Myndigheten är certifierad inom kvalitet, miljö och arbetsmiljö.