



Strål  
säkerhets  
myndigheten

Swedish Radiation Safety Authority

Rapport

# Strålskyddskonsekvenser av radioaktivt nedfall från kärnvapenexplosioner

Bilaga 1 - Strålskydd

## 2023:05

**Författare:** Jan Johansson, Peder Kock, Anders Axelsson,  
Jonas Lindgren, Anna Maria Blixt Buhr, Jonas Boson,  
Ulf Bäverstam, Simon Karlsson

**Datum:** Mars 2023

**Rapportnummer:** 2023:05

**ISSN:** 2000-0456

**Tillgänglig på [www.ssm.se](http://www.ssm.se)**





Strål  
säkerhets  
myndigheten

Swedish Radiation Safety Authority

**Författare:** Jan Johansson, Peder Kock, Anders Axelsson, Jonas Lindgren,  
Anna Maria Blixt Buhr, Jonas Boson, Ulf Bäverstam, Simon Karlsson

# 2023:05

Strålskyddskonsekvenser  
av radioaktivt nedfall från  
kärnvapenexplosioner

Bilaga 1 - Strålskydd

Datum: Mars 2023

Rapportnummer: 2023:05

ISSN: 2000-0456

Tillgänglig på [www.stralsakerhetsmyndigheten.se](http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se)



# Innehåll

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Innehåll .....</b>                                   | <b>3</b>  |
| <b>1. Inledning .....</b>                               | <b>5</b>  |
| <b>2. Utgångspunkter för strålskydd .....</b>           | <b>6</b>  |
| 2.1. Reglering av strålskydd under höjd beredskap ..... | 6         |
| 2.2. Exponeringssituationer .....                       | 6         |
| 2.3. Strålskyddsprinciper .....                         | 7         |
| 2.4. Strålskyddsmål i radiologiska nödsituationer ..... | 8         |
| 2.5. Referensnivåer .....                               | 8         |
| <b>3. Skyddsåtgärder och andra åtgärder .....</b>       | <b>11</b> |
| 3.1. Exponeringsvägar .....                             | 11        |
| 3.2. Skyddsåtgärder och andra åtgärder .....            | 11        |
| 3.3. Skyddsfaktorer .....                               | 13        |
| <b>4. Kriterier och strålskyddsutvärdering .....</b>    | <b>15</b> |
| 4.1. Generiska kriterier och doskriterier .....         | 15        |
| 4.2. Strålskyddsutvärdering .....                       | 17        |
| <b>Referenser .....</b>                                 | <b>19</b> |



# 1. Inledning

I den här bilagan redovisar Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) ställningstaganden och utgångspunkter avseende strålskydd som använts i rapporten.

Först redovisas utgångspunkter för strålskyddet under höjd beredskap. Den fredstida regleringen av strålskydd är inte fullt ut tillämplig under höjd beredskap, i synnerhet inte för allmänheten i samband med nedfall från kärnvapenexplosioner. Exponeringssituationer och de grundläggande strålskyddsprinciperna i form av berättigande och optimering fungerar även under höjd beredskap. Likaså kan de strålskyddsmål som gäller för radiologiska nödsituationer i fredstid också tillämpas under höjd beredskap: undvika eller minimera allvarliga deterministiska hälsoeffekter samt minska sannolikheten för stokastiska hälsoeffekter så långt det är möjligt och rimligt. Däremot behöver de referensnivåer som används för att planera och optimera strålskyddet för fredstida radiologiska nödsituationer justeras för att kunna tillämpas under höjd beredskap. Andra avvägningar kan behöva göras där de risker som exponeringen medför måste ställas mot övriga risker som kan finnas under höjd beredskap. I rapporten har SSM använt tre referensnivåer för att utvärdera behov av skyddsåtgärder vid exponering i samband med nedfall från kärnvapenexplosioner. Dessa syftar dels till att undvika allvarliga deterministiska hälsoeffekter och dels till att hålla stråldoserna så låga som det är möjligt och rimligt.

Därefter redovisas hur personer kan exponeras för joniserande strålning i samband med nedfall från kärnvapenexplosioner samt vilka skyddsåtgärder och andra åtgärder som kan vidtas för att minska stråldoser och hantera konsekvenserna av erhållna stråldoser. I områden som kan påverkas av nedfall från en kärnvapenexplosion är inomhusvistelse till en början den viktigaste skyddsåtgärden. Graden av skydd varierar dock stort beroende på lokal. Kvoten mellan stråldosen inomhus i skydd och stråldosen utomhus utan skydd för samma plats och exponeringstid kallas skyddsfaktor. I bilagan redovisas de skyddsfaktorer för olika lokaler, från småhus till skyddsrum i källare, som använts i beräkningarna.

Sedan redovisas generiska kriterier och doskriterier för stråldos till en oskyddad person som när de överskrids eller riskerar att överskridas under en bestämd tidsperiod i de flesta fall innebär att det är berättigat att vidta skyddsåtgärder generellt eller en specifik skyddsåtgärd. Generiska kriterier och doskriterier är valda så att de skyddsåtgärder som vidtas möjliggör att stråldosen till personer ur allmänheten kan underskrida vald referensnivå.

Slutligen sammanfattas vilka strålskyddsutvärderingar som SSM genomfört med hjälp av spridnings- och dosberäkningar samt hur de hör ihop med referensnivåer, generiska kriterier och doskriterier.

## 2. Utgångspunkter för strålskydd

### 2.1. Reglering av strålskydd under höjd beredskap

Strålskydd regleras i Sverige i huvudsak genom strålskyddslagen [1], strålskyddsförordningen [2] och i föreskrifter från SSM. Regleringen följer EU:s strålskyddsdirektiv från 2013 [3], vilket i sin tur utgår från rekommendationer som Internationella strålskyddskommissionen (ICRP) publicerade 2007 [4].

Regleringen av strålskydd i strålskyddslag, strålskyddsförordning och föreskrifter gäller även i samband med höjd beredskap, om inget annat meddelas med stöd av lagstiftningen. I strålskyddslagen (2 kap. 6 §) anges att regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer får meddela föreskrifter om avvikelser från denna lag som avser totalförsvaret. I strålskyddsförordningen (7 kap. 4 §) anges vidare att Försvarsmakten och Strålsäkerhetsmyndigheten får meddela föreskrifter om avvikelser från strålskyddslagen och strålskyddsförordningen för totalförsvaret i den utsträckning det på grund av rådande särskilda förhållanden är nödvändigt för att stärka försvarsberedskapen.

Med försvarsberedskap avses beredskap för att kunna motstå olika typer av väpnade angrepp [5]. Totalförsvaret är verksamhet som behövs för att förbereda Sverige för krig. För att stärka landets försvarsförmåga kan beredskapen höjas. Höjd beredskap är antingen skärpt beredskap eller högsta beredskap. Under högsta beredskap är totalförsvaret all samhällsverksamhet som ska bedrivas. Totalförsvaret består av militär verksamhet (militärt försvar) och civil verksamhet (civilt försvar) [6].

Regeringen, Försvarsmakten och SSM får sålunda meddela föreskrifter som avviker från nuvarande lagstiftning avseende arbetstagare inom totalförsvaret. Försvarsmakten arbetar för närvarande på att ta fram föreskrifter för sin egen personal. Något motsvarande arbete med att ta fram föreskrifter för arbetstagare inom totalförsvaret som inte är anställda av Försvarsmakten pågår dock inte.

Det är oklart om nuvarande lagstiftning ger stöd för att regeringen eller någon myndighet får meddela föreskrifter som avviker från nuvarande strålskyddslagstiftning avseende allmänheten eller arbetstagare generellt. För allmänheten bör detta utredas vidare, eftersom det tydligt framgår av bland annat denna rapport att den reglering som gäller för allmänheten i fredstid inte är lämplig för alla situationer som kan tänkas uppstå under höjd beredskap. För arbetstagare som inte ingår i totalförsvaret bör det först utredas om det kan uppstå situationer under höjd beredskap där den reglering som gäller för arbetstagare i fredstid inte är lämplig. Om det visar sig att det finns sådana situationer behöver mandatet att meddela föreskrifter som avviker från regleringen i fredstid för arbetstagare som inte ingår i totalförsvaret också utredas.

### 2.2. Exponeringssituationer

Regleringen av strålskydd utgår från att all tänkbar exponering kan delas in i tre exponeringssituationer: *planerade exponeringssituationer*, *radiologiska nödsituationer* och *befintliga exponeringssituationer*.

En planerad exponeringssituation är en exponeringssituation där strålskyddet kan planeras i förväg och där exponeringen kan förutses med rimlig säkerhet. Exempel på planerade



exponeringssituationer är drift av kärnkraftverk och strålbehandlingar på sjukhus. Planerad exponeringssituation benämns *verksamhet med joniserande strålning* i strålskyddslagen [1].

Radiologisk nödsituation definieras i strålskyddslagen som en plötsligt inträffad händelse som inbegriper en strålkälla, har medfört eller kan befaras medföra skada och kräver omedelbara åtgärder [1]. En radiologisk nödsituation är en exponeringssituation som kräver att brådskande skyddsåtgärder genomförs eller förbereds. Exempel på en händelse som gett upphov till en radiologisk nödsituation är kärnkraftsolyckan i Fukushima Daiichi 2011. Radioaktivt nedfall från en kärnvapenexplosion skulle kunna ge upphov till en radiologisk nödsituation.

En befintlig exponeringssituation är en exponeringssituation som redan existerar när ett beslut om att kontrollera den måste fattas och som inte, eller inte längre, kräver att brådskande skyddsåtgärder vidtas eller förbereds. Exempel på befintliga exponeringssituationer är dels sådana som finns naturligt, t.ex. radon eller kosmisk strålning, och dels sådana situationer som kan uppstå som en följd av en radiologisk nödsituation, t.ex. på grund av radioaktivt nedfall från en kärnvapenexplosion efter att den radiologiska nödsituationen är över. Befintlig exponeringssituation benämns *omgivning med joniserande strålning* i strålskyddslagen [1].

Det finns en tydlig koppling mellan räddningstjänst enligt lagen om skydd mot olyckor [7] och radiologisk nödsituation enligt strålskyddslagen [1]. Räddningstjänst definieras som de räddningsinsatser som staten eller kommunerna ska ansvara för vid olyckor och överhängande fara för olyckor för att hindra och begränsa skador på människor, egendom eller miljön om detta är motiverat med hänsyn till behovet av ett snabbt ingripande, det hotade intressets vikt, kostnaderna för insatsen och omständigheterna i övrigt. Med olycka avses en plötsligt inträffad händelse som har medfört eller som kan befaras medföra skada [8]. I de fall kriterierna för räddningstjänst är uppfyllda på grund av skador som orsakats eller kan orsakas av en strålkälla är också kriterierna för en radiologisk nödsituation i de flesta tänkbara fall uppfyllda [9]. Räddningstjänst i samband med nedfall från en kärnvapenexplosion är ett exempel på en situation som också är en radiologisk nödsituation.

En radiologisk nödsituation kan övergå till en befintlig exponeringssituation eller till en planerad exponeringssituation. För att en sådan övergång ska vara möjlig krävs att de allmänna villkor som anges i lagstiftningen för en befintlig eller planerad exponeringssituation kan uppfyllas [1] [2]. Dessutom måste de särskilda villkor för övergången från en radiologisk nödsituation till en befintlig exponeringssituation som anges i strålskyddsförordningen uppfyllas [2].

### **2.3. Strålskyddsprinciper**

Strålskydd utgår från tre principer: *berättigande*, *optimering* och *tillämpande av dosgränser*. Berättigande innebär att alla beslut som ändrar en exponeringssituation ska göra mer nytta än skada. Optimering innebär att sannolikheten för att exponeras, antal personer som exponeras och storleken på stråldosen till varje enskild person ska hållas så låg som det är möjligt och rimligt med beaktande av ekonomiska och samhällseliga faktorer. Det är strålskyddet som ska optimeras och inte enskilda skyddsåtgärder. I en radiologisk nödsituation, t.ex. som en följd av radioaktivt nedfall från en kärnvapenexplosion, innebär detta i praktiken att varje enskild skyddsåtgärd ska vara berättigad. Det är sedan

kombinationen av skyddsåtgärder som ska optimeras med beaktande av att den kombination av skyddsåtgärder som ger lägst total dos inte nödvändigtvis är den bästa under alla tänkbara omständigheter. Det kan t.ex. vara fallet om den kombination av skyddsåtgärder som ger lägst total dos innebär en orimlig fördelning av stråldoser mellan olika grupper eller om den kombination av skyddsåtgärder som ger lägst dos innebär alltför negativa konsekvenser för de grupper som berörs. Optimering är en framåtsyftade iterativ process med målsättningen att förhindra eller minska framtida stråldoser. Den tredje principen, tillämpande av dosgränser, används bara i planerade exponeringssituationer och berörs därför inte ytterligare i denna rapport.

## 2.4. Strålskyddsmål i radiologiska nödsituationer

I samband med radiologiska nödsituationer finns det två övergripande mål för strålskyddet: att undvika eller minimera allvarliga deterministiska hälsoeffekter samt att minska sannolikheten för stokastiska hälsoeffekter så långt det är möjligt och rimligt [10]. Skyddsåtgärder för att undvika eller minimera allvarliga deterministiska hälsoeffekter är i stort sett alltid motiverade, även om vissa överväganden angående dominerande risker kan vara nödvändiga i samband med nedfall från en kärnvapenexplosion. För skyddsåtgärder som vidtas för att minska sannolikheten för stokastiska hälsoeffekter krävs noggranna överväganden. Under höjd beredskap kan högre stråldoser vara motiverade jämfört med i fredstid, men i vilken utsträckning måste avgöras utifrån händelse och rådande omständigheter.

**Deterministiska hälsoeffekter:** Tidiga hälsoeffekter som uppstår som en direkt följd av exponering för joniserande strålning. Deterministiska hälsoeffekter karakteriseras av en tröskeldos och allvarligheten av hälsoeffekten ökar med ökad stråldos.

**Allvarliga deterministiska hälsoeffekter:** Deterministiska hälsoeffekter som är så pass allvarliga att de är dödliga, livshotande eller resulterar i en bestående skada som försämrar livskvaliteten.

**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.

## 2.5. Referensnivåer

För att begränsa individuella stråldoser vid optimering, både i samband med radiologiska nödsituationer och vid befintliga exponeringssituationer, används referensnivåer som stöd. Referensnivåer representerar en nivå av dos över vilken det är olämpligt att planera för att exponering ska inträffa och under vilken optimering av strålskyddet ska fortsätta. Värdet som väljs för referensnivån beror på de omständigheter som gäller för den situation som beaktas. En strategi för skyddsåtgärder i samband med en radiologisk nödsituation ska både möjliggöra att i förväg valda referensnivåer kan underskridas och att strålskyddet kan optimeras. Ett exempel på en strategi kan vara beredskapsplaner som tillämpas vid radioaktivt nedfall från kärnvapenexplosioner.

Vid utvärderingen av om en strategi möjliggör att valda referensnivåer kan underskridas beräknas stråldoser till representativ person. En representativ person erhåller en stråldos som är representativ för stråldoserna till mer exponerade personer ur allmänheten, med

undantag för personer som har extrema eller sällsynta vanor [11]. Vid radioaktivt nedfall från en kärnvapenexplosion utgör ettårigt barn en representativ person. Detta eftersom barn är känsligare än vuxna för exponering från joniserande strålning. Yngre barn representeras av gruppen 1-åringar [11]. De slutsatser angående skyddsåtgärder som redovisas i den här rapporten utgår därför från ettårigt barn. Eftersom det i många situationer kan vara intressant att se skillnader mellan barn och vuxna, redovisas också beräkningsresultat för vuxna i rapporten.

Referensnivåer för radiologiska nödsituationer regleras i strålskyddsförordningen. Referensnivån för exponering av personer ur allmänheten i en radiologisk nödsituation är 100 mSv årlig effektiv dos för händelser på ett kärnkraftverk som inte beaktats i kärnkraftsreaktorns konstruktion och 20 mSv årlig effektiv dos för alla andra händelser [2]. Se faktaruta nedan för information om stråldoser. För att en radiologisk nödsituation ska kunna övergå till en befintlig exponeringssituation krävs vidare enligt strålskyddsförordningen att det är möjligt att fastställa en referensnivå på högst 20 mSv årlig effektiv dos [2]. Om inget annat fastställs gäller alltså referensnivån 20 mSv årlig effektiv dos för en radiologisk nödsituation i samband med radioaktivt nedfall från en kärnvapenexplosion. Dessutom gäller att det måste vara möjligt att fastställa en referensnivå på 20 mSv årlig effektiv dos eller lägre för att en övergång från en radiologisk nödsituation till en befintlig exponeringssituation ska vara möjlig.

Referensnivåerna i svensk lagstiftning följer ICRP:s rekommendationer från 2007 [4]. ICRP anger intervall för effektiv dos för val av referensnivåer som är lämpliga i olika exponeringssituationer. För radiologiska nödsituationer är detta intervall 20 till 100 mSv effektiv dos, antingen akut eller under ett år. Motivet som ICRP anger för den övre nivån på 100 mSv är att vid effektiva doser över denna nivå ökar risken för deterministiska hälsoeffekter liksom risken att utveckla cancer senare i livet. Enligt ICRP kan därför exponering över 100 mSv endast motiveras i extrema fall, t.ex. vid livräddande insatser eller för att förhindra en katastrof. Ingen annan individuell eller samhällsrelaterad faktor kan kompensera för en så hög exponering.

Resonemanget från ICRP fungerar väl i fredstid. Vid höjd beredskap kan dock andra avvägningar behöva göras. De risker som exponeringen medför, t.ex. i ett område som påverkats av radioaktivt nedfall från en kärnvapenexplosion, måste ställas mot övriga risker som kan finnas vid höjd beredskap

De övergripande målen för strålskyddet i radiologiska nödsituationer är dock fortfarande tillämpbara. Allvarliga deterministiska hälsoeffekter ska kunna undvikas eller minimeras. För att utvärdera möjliga allvarliga deterministiska hälsoeffekter bör RBE-viktad absorberad dos till enskilda organ användas [4]. ICRP anger dock som riktmärken att vid effektiva doser under 500 mSv bör deterministiska hälsoeffekter kunna undvikas och vid effektiva doser under 1000 mSv bör allvarliga deterministiska hälsoeffekter kunna undvikas [12]. I samband med radioaktivt nedfall från en kärnvapenexplosion domineras stråldoserna av extern exponering från markbeläggningen. Personer som då exponeras erhåller en helkroppsdos, varför ovanstående riktmärken bör fungera förhållandevis väl. En referensnivå uttryckt i effektiv dos bör därför inte sättas högre än 1000 mSv.

Vidare ska sannolikheten för stokastiska hälsoeffekter, i huvudsak cancer, minskas så långt det är möjligt och rimligt. ICRP:s system för strålskydd bygger på LNT-modellen (*linear non-threshold*) där risken för stokastiska hälsoeffekter antas öka i direkt proportion till stråldosen. Enligt denna modell medför varje ökning av stråldosen en risk för stokastiska

hälsoeffekter som är skild från noll [4]. ICRP anger en övergripande riskkoefficient för dödlig cancer på 5 procent per Sv för en population [4]. Denna riskkoefficient ska endast tillämpas i planering av strålskyddet och kan inte användas för att uppskatta den individuella risken att dö av cancer efter en viss exponering. Sett till en stor grupp personer ger detta att genomsnittliga effektiva stråldoser på 100, 500 och 1000 mSv innebär en risk för dödlig cancer på 0,5 procent, 2,5 procent och 5 procent i den gruppen. Risken ökar med ökad stråldos, men måste vägas mot andra (icke radiologiska) risker som kan finnas i samband med radioaktivt nedfall från en kärnvapenexplosion. Med utgångspunkt i vad som gäller i fredstid bör en lägsta referensnivå kunna sättas till 100 mSv effektiv dos. Ett lämpligt steg mellan 100 mSv och 1000 mSv kan vara att sätta en referensnivå till 500 mSv. Vid denna nivå kan deterministiska hälsoeffekter, även sådana som inte är allvarliga, sannolikt undvikas. I denna rapport har därför tre tänkbara referensnivåer i samband med nedfall från kärnvapenexplosioner använts i utvärderingen: 100, 500 och 1000 mSv årlig effektiv dos.

Referensnivåer som kan tillämpas för radiologiska nödsituationer och befintliga exponeringssituationer vid höjd beredskap behöver utredas vidare, inklusive de referensnivåer som används i denna rapport. Olika situationer kan motivera att olika referensnivåer tillämpas, t.ex. beroende på typ av händelse och beroende på om det råder skärpt beredskap eller högsta beredskap.

**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.

**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).

## 3. Skyddsåtgärder och andra åtgärder

### 3.1. Exponeringsvägar

I samband med nedfall från en kärnvapenexplosion kan personer exponeras för joniserande strålning externt och internt. Vid extern exponering utsätts personer för joniserande strålning från radioaktiva ämnen utanför kroppen. Vid intern exponering utsätts personer för joniserande strålning från radioaktiva ämnen som kommit in i kroppen. Extern och intern exponering kan ske via olika så kallade exponeringsvägar:

- Extern exponering från radioaktiva ämnen i luften
- Extern exponering från radioaktiva ämnen på marken
- Extern exponering från radioaktiva ämnen på huden, i håret eller på kläderna
- Intern exponering genom inandning av radioaktiva ämnen
- Intern exponering genom intag av livsmedel som påverkats av nedfallet och därmed innehåller radioaktiva ämnen
- Intern exponering genom oavsiktligt intag av radioaktiva ämnen som t.ex. hamnat på huden.

I denna rapport har extern exponering från radioaktiva ämnen i luften, på marken och (delvis) radioaktiva ämnen som hamnat på huden studerats, liksom intern exponering från radioaktiva ämnen som kommit in i kroppen via inandning. Intern exponering från radioaktiva ämnen som kommit in i kroppen via livsmedel eller via oavsiktligt intag har inte studerats. Det är dock rimligt att anta att även dessa exponeringsvägar har stor betydelse i samband med nedfall från kärnvapenexplosioner. SSM har därför för avsikt att i kommande studier undersöka dessa exponeringsvägar närmare.

I spridnings- och dosberäkningarna beaktas extern exponering, dels från radioaktiva ämnen i luften och dels från radioaktiva ämnen som deponerat på marken. Dessa olika bidrag till den totala stråldosen benämns molndos respektive markdos. I beräkningarna beaktas också intern exponering från radioaktiva ämnen som andas in. Detta bidrag till den totala dosen benämns inandningsdos. Extern exponering från radioaktiva ämnen på huden kan ge upphov till huddos. Intern exponering från radioaktiv jod som andats in kan ge upphov till sköldkörteldos. Både extern och intern exponering kan ge upphov till dos till röd benmärg, men eftersom bidraget från radioaktiva ämnen på marken är helt dominerande har endast detta bidrag beaktats.

### 3.2. Skyddsåtgärder och andra åtgärder

Skyddsåtgärder syftar till att undvika eller minska framtida exponering och utgår från strålskyddets grundregler, se faktaruta nedan. Vid storskaliga olyckor med spridning av radioaktiva ämnen kan skyddsåtgärderna förebyggande utrymning, utrymning före och under utsläpp, inomhusvistelse, intag av jodtabletter, åtgärder för att minska oavsiktligt intag, personsanering, livsmedelsåtgärder, åtgärder för varor, utrymning på grund av markbeläggning (dvs. utrymning som sker efter att utsläpp och nedfall upphört) samt sanering bli aktuella [13]. I samband med nedfall från kärnvapenexplosioner kan flera av dessa skyddsåtgärder också bli aktuella.

Inomhusvistelse minskar extern exponering från radioaktiva ämnen på marken och i luften samt intern exponering genom inandning av radioaktiva ämnen eller oavsiktligt intag av

radioaktiva ämnen. Graden av skydd för olika exponeringsvägar skiljer mellan olika lokaler, se vidare avsnitt 3.3. Intag av jodtabletter minskar upptaget av radioaktiv jod till sköldkörteln. Jodtabletter kan dels skydda mot allvarliga deterministiska hälsoeffekter på grund av exponering av sköldkörteln för alla åldersgrupper och dels minska risken att utveckla sköldkörtelcancer för personer under 40 år, i synnerhet barn och foster. Utrymning på grund av markbeläggning leder till att exponeringen från radioaktiva ämnen som hamnat på marken efter att nedfallet upphört avbryts eller minskar, under förutsättning att utrymningen sker till ett område som inte påverkats eller endast påverkats i mindre utsträckning av nedfallet.

Skyddsåtgärderna personsanering, åtgärder för att minska oavsiktligt intag, livsmedelsåtgärder, åtgärder för varor och saneringsåtgärder kan också bli aktuella i samband med kärnvapenexplosioner, men behandlas inte i den här rapporten. För att utvärdera behovet av dessa skyddsåtgärder krävs utveckling av kriterier för när åtgärderna kan vara motiverade i samband med nedfall från kärnvapenexplosioner.

Förebyggande utrymning är utrymning som genomförs tidigt i en händelse i syfte att underlätta framtida krishantering samt förbättra möjligheterna att vidta skyddsåtgärder om situationen skulle förvärras. Förebyggande utrymning kan inte uteslutas, men bygger i så fall på information om hot om användning av kärnvapen eller tidig varning inför förestående en kärnvapeninsats. Förebyggande utrymning behandlas därför inte vidare i den här rapporten. Utrymning före och under pågående nedfall är inte en lämplig skyddsåtgärd i samband med en kärnvapenexplosion. För det första är det kort tid från explosion till exponering. Det innebär att det i många fall inte finns tillräckligt med tid att utrymma till säkra avstånd, vilket kan leda till att personer befinner sig utan skydd, t.ex. utomhus eller i en bil, under nedfallet. För det andra kan det inte förväntas vara möjligt att i tid och med tillräcklig säkerhet avgöra vilka områden som kan komma att påverkas, vilket innebär att det är svårt att avgöra om utrymning till ett annat område i slutändan leder till lägre risk att exponeras.

Utöver skyddsåtgärder finns andra åtgärder, som syftar till att mildra konsekvenserna av en radiologisk nödsituation. I samband med nedfall från kärnvapenexplosioner kan hantering av allvarliga deterministiska hälsoeffekter, personmätning och uppskattning av individuella stråldoser bli aktuella. Hantering av allvarliga deterministiska hälsoeffekter innebär behandling inom hälso- och sjukvården. I rapporten behandlas behov av hantering av allvarliga deterministiska hälsoeffekter för barn och vuxna på grund av exponering av röd benmärg och exponering av huden. Behov av hantering av allvarliga deterministiska hälsoeffekter för sköldkörteln har också utvärderats, men något sådant behov uppstår inte på de avstånd som beräkningarna omfattar, dvs. avstånd längre än 8 km. För foster tillkommer några möjliga hälsoeffekter som inte behandlas i rapporten. Personmätning och uppskattning av individuell stråldos behandlas inte heller.

#### **Strålskyddets grundregler:**

- Vistas så kort tid som möjligt nära en strålkälla
- Håll ett så stort avstånd som möjligt till strålkällan
- Ha så mycket skärmande material som möjligt mellan dig själv och en strålkälla
- Undvik att få i dig radioaktiva ämnen
- Undvik att få radioaktiva ämnen på huden

### 3.3. Skyddsfaktorer

Med skyddsfaktor vid inomhusvistelse avses kvoten mellan stråldosen inomhus i skydd och stråldosen utomhus utan skydd för samma plats och exponeringstid. Det betyder att ju lägre skyddsfaktorn är, desto bättre skydd erhålls. Skyddsfaktorn kan variera mycket beroende på bland annat hustyp, byggnadsmaterial, typ av ventilation och partikelstorlek för de radioaktiva ämnena i nedfallet.

Generellt gäller att ju mer och ju tyngre material som finns mellan strålkällan, i detta fall radioaktiva ämnen i luften eller på marken, och en person som vistas inomhus, desto bättre skydd för extern exponering. Det innebär att betonghus och källare<sup>1</sup> ger ett gott skydd mot exponering från radioaktiva ämnen utanför byggnaden. Generellt gäller också att filtrerad ventilation eller avstängd ventilation med låg luftomsättning ger ett bra skydd mot intern exponering vid inandning, eftersom det minskar mängden radioaktiva ämnen som kommer in i lokalen. I Tabell 1 redovisas de skyddsfaktorer som använts i rapporten för inomhusvistelse olika lokaler.

Effekten av att ta jodtabletter kan också beskrivas med en skyddsfaktor. I det fallet avser skyddsfaktorn kvoten mellan stråldosen med intag av jodtabletter och stråldosen utan intag av jodtabletter för samma plats och exponeringstid. I rapporten sätts skyddsfaktorn för intag av jodtabletter till 0,1 [14]. Inomhusvistelse leder också till lägre sköldkörteldoser, eftersom koncentrationen av radioaktiv jod i luften är mindre inomhus jämfört med i luften utomhus. De skyddsfaktorer för inomhusvistelse som tillämpats för intern exponering från inandning av radioaktiva ämnen i luften anges i Tabell 1.

Normalt boende över tid i ett område som påverkats av nedfall från en kärnvapenexplosion ger också ett skydd mot exponering från radioaktiva ämnen på marken, eftersom de allra flesta spenderar större delen av sin tid inomhus. Skyddsfaktorer för långvarig normal vistelse i ett område med en markbeläggning av radioaktiva ämnen är beräknade under antagande om 80 procents inomhusvistelse i småhus eller hyreshus med skyddsfaktorerna 0,4 respektive 0,1 samt 20 procent utomhusvistelse utan skyddsfaktor. I Tabell 1 redovisas de skyddsfaktorer som använts i rapporten för normalt boende över tid i småhus respektive hyreshus.

---

<sup>1</sup> Källare är normalt byggda av betong. Dessutom finns det mycket material i marken som också skärmar strålningen.

**Tabell 1.** Skyddsfaktorer som använts vid dosberäkningarna.

| Typ av skydd            | Typ av lokal   | Exponeringsvägar  | Skyddsfaktor |
|-------------------------|--|---|--------------|
| Oskyddad                | Utomhus  | -   | 1            |
| Inomhusvistelse         | Småhus [14]  | Skydd mot extern exponering från radioaktiva ämnen på marken              | 0,4          |
|                         |  | Skydd mot intern exponering från inandning av radioaktiva ämnen i luften  | 0,5          |
|                         |  | Sammanvägt skydd mot samtliga beaktade exponeringsvägar                   | 0,5          |
|                         | Hyreshus   |   |              |
| Inomhusvistelse         | <i>Detta inkluderar flerbostadshus, skolor m.m.<sup>1</sup></i>                                    | Skydd mot samtliga beaktade exponeringsvägar                              | 0,1          |
| Inomhusvistelse         | Skyddsrum (SR 15) [15]   | Skydd mot extern exponering från radioaktiva ämnen på marken <sup>2</sup> | 0,025        |
| Inomhusvistelse         | Källare<br><i>Källare i större betonghus [16]</i>  | Skydd mot extern exponering från radioaktiva ämnen på marken              | 0,01         |
| Inomhusvistelse         | Skyddsrum (källare)<br><i>Skyddsrum i källare i större betonghus eller motsvarande<sup>3</sup></i> | Skydd mot extern exponering från radioaktiva ämnen på marken <sup>4</sup> | 0,001        |
| Helt skyddad            | -  | -   | 0            |
| Normalt boende över tid | Småhus   | Skydd mot extern exponering från radioaktiva ämnen på marken              | 0,52         |
| Normalt boende över tid | Hyreshus, flerbostadshus, skolor m.m.  | Skydd mot extern exponering från radioaktiva ämnen på marken              | 0,28         |

<sup>1</sup>I denna rapport används samma skyddsfaktor för samtliga exponeringsvägar. För många typer av lokaler i den här kategorin bör detta antagande vara konservativt.

<sup>2</sup>Skyddsrum enligt denna standard konstrueras för att vara tillräckligt täta för att ge skydd mot kemiska och biologiska stridsmedel samt brandgaser [15]. Detta medför att skyddet mot intern exponering från inandning av radioaktiva ämnen i luften utanför skyddsrummet bör vara mycket gott.

<sup>3</sup>SSM antar i denna rapport att skyddet är en storleksordning bättre jämfört med en vanlig källare i ett större betonghus.

<sup>4</sup>Skyddet mot intern exponering från inandning av radioaktiva ämnen i luften utanför skyddsrummet bör vara minst lika gott som för skyddsrum konstruerade enligt SR 15.



## 4. Kriterier och strålskyddsutvärdering

### 4.1. Generiska kriterier och doskriterier

Ett *generiskt kriterium* är ett värde på stråldos till en oskyddad person, som när det överskrids eller riskerar att överskridas under en bestämd tidsperiod i de flesta fall innebär att det är berättigat att vidta skyddsåtgärder. Ett *doskriterium* är ett värde på stråldos till en oskyddad person som när det överskrids eller riskerar att överskridas under en bestämd tidsperiod i de flesta fall innebär att en viss skyddsåtgärd eller annan åtgärd är berättigad. Generiska kriterier uttrycker sålunda att skyddsåtgärder bör vidtas medan doskriterier uttrycker att en specifik skyddsåtgärd eller annan åtgärd bör vidtas. Generiska kriterier och doskriterier väljs så att de skyddsåtgärder som vidtas möjliggör att stråldosen till personer ur allmänheten kan underskrida vald referensnivå.

För skyddsåtgärder som syftar till att minska sannolikheten för stokastiska hälsoeffekter så långt det är möjligt och rimligt kan generiska kriterier, och för vissa skyddsåtgärder även doskriterier, uttryckta i effektiv dos eller (om enskilda organ avses) ekvivalent dos anges. I enlighet med diskussionen i avsnitt 2.5 bör dessa kriterier också kunna leda till att allvarliga deterministiska hälsoeffekter kan undvikas. För stråldoser som erhålls under en begränsad tidsperiod kan ett doskriterium som omfattar denna tidsperiod anges. I denna rapport gäller detta sköldkörteldoser som uppstår genom inandning av radioaktiv jod i samband med att nedfallet pågår. Intag av radioaktiv jod via livsmedel i ett senare skede är visserligen en möjlig exponeringsväg, men den beaktas inte i rapporten. Det lägsta doskriteriet för intag av jodtabletter överensstämmer med det doskriterium för intag av jodtabletter som IAEA rekommenderar i samband med kärnkraftsolyckor [10]. De två högre doskriterierna har valts inom det intervall för erhållna sköldkörteldoser där medicinsk uppföljning kan vara motiverad respektive i stort sett alltid är motiverad [17].

När olika kombinationer av skyddsåtgärder under en längre tidsperiod är möjliga är det inte givet vilka doskriterier som bör användas för enskilda skyddsåtgärder. Av de skyddsåtgärder som utvärderas i denna rapport gäller det inomhusvistelse och utrymning på grund av markbeläggning. Det kan tänkas att inomhusvistelse följs direkt av utrymning på grund av markbeläggning. I så fall erhålls i stort sett all dos under den initiala inomhusvistelsen. På motsvarande sätt kan det tänkas att inomhusvistelse i gott skydd leder till mycket låga stråldoser inledningsvis. I så fall erhålls i stort sett all dos på grund av exponering från markbeläggningen efter att inomhusvistelsen avbrutits. Med detta som utgångspunkt har SSM i denna rapport satt doskriterier för både inomhusvistelse och utrymning på grund av markbeläggning till samma värde som referensnivåerna. På så vis representerar doskriterierna för inomhusvistelse respektive utrymning på grund av markbeläggning nivåer av effektiv dos där skyddsåtgärderna måste vidtas under alla omständigheter om den valda referensnivån ska kunna underskridas.

För kombinationer av olika skydd initialt och olika skydd under resten av första året används generiska kriterier. Eftersom utvärderingen avser exponering som pågår under ett helt år, kan de generiska kriterierna sättas till samma värde som referensnivåerna. De generiska kriterier och doskriterier som anges gäller för ettåriga barn och vuxna. Se Tabell 2 för en sammanfattning av de generiska kriterier och doskriterier som används i rapporten för kombinationer av skyddsåtgärder och enskilda skyddsåtgärder.

**Tabell 2.** Generiska kriterier och doskriterier för kombinationer av skyddsåtgärder och enskilda skyddsåtgärder.

| Skyddsåtgärd/er  | Kriterium           | Värde                 | Storhet och tidsperiod  |
|--|---------------------|-----------------------|---|
| Kombinationer av olika skydd initialt <sup>1</sup> och olika skydd under resten av första året | Generiskt kriterium | 100, 500 och 1000 mSv | Effektiv dos under ett år   |
| Inomhusvistelse  | Doskriterium        | 100, 500 och 1000 mSv | Effektiv dos under olika tidsperioder <sup>2</sup>                                  |
| Utrymning på grund av markbeläggning   | Doskriterium        | 100, 500 och 1000 mSv | Effektiv dos under olika tidsperioder <sup>3</sup>                                  |
| Intag av jodtabletter  | Doskriterium        | 50, 100 och 500 mSv   | Intecknad ekvivalent dos till sköldkörteln under den tid nedfall pågår <sup>4</sup> |

<sup>1</sup>Med initialt avses tidsperioder upp till en vecka.

<sup>2</sup>Under första veckan.

<sup>3</sup>Från den tidpunkt inomhusvistelse avbryts fram till ett år efter kärnvapenexplosionen.

<sup>4</sup>Så länge radioaktiv jod finns i luften (SSM:s modellering av spridningen har omfattat två dagar).

För andra åtgärder som syftar till att mildra konsekvenserna av redan erhållna stråldoser kan enskilda doskriterier definieras. För att allvarliga deterministiska hälsoeffekter ska uppstå krävs normalt att en hög stråldos erhålls under kort tid. I första hand används RBE-viktad absorberad dos för att utvärdera allvarliga deterministiska hälsoeffekter. I denna rapport används RBE-viktad absorberad dos till röd benmärg, huden och sköldkörteln [10]. SSM anger också ett doskriterium för helkroppsdos uttryckt i effektiv dos som, om det överskrids, indikerar en ökad sannolikhet för allvarliga deterministiska hälsoeffekter [12]. De doskriterier som anges gäller för ettåriga barn respektive vuxna. Embryon och foster är extra känsliga för exponering från joniserande strålning, i synnerhet under vissa faser i utvecklingen. Gränssättande är embryon 2-7 veckor efter befruktning och fostrets hjärna 8-15 veckor efter befruktning. I denna rapport behandlas dock inte embryon eller foster, varför doskriterier för embryon eller fostrets hjärna inte anges. Se Tabell 3 för en sammanfattning av de doskriterier som används i rapporten för behov av hantering av allvarliga deterministiska hälsoeffekter.

**Tabell 3.** Doskriterier för behov av hantering av allvarliga deterministiska hälsoeffekter.

| Åtgärd  | Organ        | Värde | Storhet   |
|---|--------------|-------|---|
| Hantering av allvarliga deterministiska hälsoeffekter | Röd benmärg  | 1 Gy  | RBE-viktad absorberad dos till röd benmärg vid exponering under 10 timmar                 |
|   | Hud          | 10 Gy | RBE-viktad absorberad dos till huden vid exponering på djupet 0,4 mm i upp till 10 timmar |
|   | Sköldkörteln | 2 Gy  | RBE-viktad absorberad dos till sköldkörteln <sup>1</sup> under spridningsfasen            |
|   | Helkroppsdos | 1 Sv  | Effektiv dos <sup>2</sup> under inledningsfasen   |

<sup>1</sup>RBE-viktad absorberad dos till sköldkörteln kan beräknas med hjälp av ekvivalent dos till sköldkörteln [18].

<sup>2</sup>Effektiv dos ger en indikation på avstånd där allvarliga deterministiska hälsoeffekter kan uppstå i samband med nedfall från en kärnvapenexplosion.

## 4.2. Strålskyddsutvärdering

SSM har med hjälp av spridnings- och dosberäkningar utvärderat de största avstånden där en viss stråldos kan överskridas. Utvärderingar har skett för olika tidsperioder och för olika grader av skydd.

I de fall stråldoserna beräknats för en oskyddad person under en begränsad tidsperiod har utvärderingen skett mot doskriterier för enskilda skyddsåtgärder enligt Tabellerna 2 och 3. De skyddsåtgärder som utvärderats på detta sätt är inomhusvistelse under olika tidsperioder första veckan, intag av jodtabletter under spridningsfasen samt hantering av allvarliga deterministiska hälsoeffekter för röd benmärg och hud där exponeringen startar vid olika tidpunkter strax efter kärnvapenexplosionen och sedan pågår under högst 10 timmar. Även hantering av allvarliga deterministiska hälsoeffekter för sköldkörteln har utvärderats på motsvarande sätt, men där överskrids inte doskriteriet inom de avstånd som beräkningarna omfattar, dvs. på avstånd längre än 8 km.

I de fall stråldoserna beräknats för personer som vidtar en enskild skyddsåtgärd under en begränsad tidsperiod har utvärderingen skett mot värden som SSM har valt<sup>2</sup>. De skyddsåtgärder som utvärderats på detta sätt är inomhusvistelse givet olika grader av skydd under olika tidsperioder första veckan samt intag av jodtabletter givet dels inomhusvistelse i olika grader av skydd under olika tidsperioder första veckan och dels intag av jodtabletter i samband med spridningsfasen.

I de fall stråldoserna beräknas för kombinationer av skydd initialt och skydd under resten av första året har utvärderingen skett mot generiska kriterier enligt Tabell 2 om inga särskild skyddsåtgärder vidtas och mot referensnivåer om en eller flera skyddsåtgärder vidtas. De kombinationer av skydd initialt och skydd under resten av första året som utvärderats på detta sätt redovisas i Tabell 4. Kombination av fullständigt initialt skydd följt av normal vistelse i småhus eller hyreshus resten av första året kan också utvärderas mot doskriteriet för utrymning på grund av markbeläggning enligt Tabell 2.

<sup>2</sup> SSM har av praktiska skäl valt värden som motsvarar doskriterierna för respektive skyddsåtgärd.

**Tabell 4.** Kombinationer av skydd initialt och skydd under resten av första året för utvärdering av största avstånden där referensnivåer kan överskridas.

| <b>Skydd initialt</b>  | <b>Skydd under resten av första året</b>   |
|--|--|
| Oskyddad   | Oskyddad   |
| Oskyddad 1, 2, 3, och 7 dygn   | Normalvistelse i småhus eller hyreshus   |
| Oskyddad 1, 2, 3, och 7 dygn   | Utrymd omedelbart, efter en vecka <sup>1</sup> eller efter en månad <sup>1</sup> |
| Inomhusvistelse 1, 2, 3 och 7 dygn i lokal med skyddsfaktor mellan 0,001 och 1 | Normalvistelse i småhus eller hyreshus   |
| Inomhusvistelse 1, 2, 3 och 7 dygn i lokal med skyddsfaktor mellan 0,001 och 1 | Utrymd omedelbart, efter en vecka <sup>1</sup> eller efter en månad <sup>1</sup> |
| Helt skyddad 1, 2, 3 och 7 dygn  | Normalvistelse i småhus eller hyreshus   |
| Helt skyddad 1, 2, 3 och 7 dygn  | Utrymd efter en vecka <sup>1</sup> eller efter en månad <sup>1</sup>             |

<sup>1</sup>Normalvistelse i småhus respektive hyreshus fram till utrymning.

SSM har vidare med hjälp av spridnings- och dosberäkningar utvärderat de högsta effektiva doserna på givna avstånd för olika kombinationer av skydd initialt och skydd under resten av första året. De kombinationer som utvärderats redovisas i Tabell 5.

**Tabell 5.** Kombinationer av skydd initialt och skydd under resten av första året för utvärdering av de högsta stråldoserna på givna avstånd.

| <b>Skydd initialt</b>                   | <b>Skydd under resten av första året</b> |
|---|--|
| Inomhusvistelse i småhus eller hyreshus | Normalvistelse i småhus eller hyreshus   |
| Inomhusvistelse i skyddsrum (SR 15)     | Normalvistelse i småhus eller hyreshus   |
| Inomhusvistelse i skyddsrum (källare)   | Normalvistelse i småhus eller hyreshus   |

SSM har också med hjälp av spridnings- och dosberäkningar utvärderat de högsta effektiva doserna från olika exponeringsvägar på givna avstånd. De exponeringsvägar som utvärderas på detta sätt är extern exponering från radioaktiva ämnen på marken och i luften samt intern exponering genom inandning av radioaktiva ämnen. SSM har dessutom grovt uppskattat de högsta RBE-viktade absorberade doserna till huden på givna avstånd där exponeringen startar vid olika tidpunkter strax efter kärnvapenexplosionen och sedan pågår under högst 10 timmar.


SSM har med hjälp av spridnings- och dosberäkningar utvärderat de största avstånden där en viss markbeläggning (H+1) kan överskridas. Se avsnitt 4.6 i huvudrapporten för en förklaring av begreppet ”H+1”. SSM har också med hjälp av spridnings- och dosberäkningar utvärderat den högsta markbeläggningen (H+1) på givna avstånd. Resultaten redovisas i Bilaga 6 (detaljerade resultat (allmänt)) och kan användas för att i efterhand utvärdera t.ex. konsekvenser för livsmedel.

## Referenser

- [1] SFS 2018:396. Strålskyddslag, ”[https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/stralskyddslag-2018396\\_sfs-2018-396](https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/stralskyddslag-2018396_sfs-2018-396)”.
- [2] SFS 2018:506. Strålskyddsförordning, ”[https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/stralskyddsforordning-2018506\\_sfs-2018-506](https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/stralskyddsforordning-2018506_sfs-2018-506)”.
- [3] Rådets direktiv 2013/59/Euratom av den 5 december, ”<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013L0059&from=PL>”.
- [4] Internationella strålskyddskommissionen (ICRP), ”Publication 103 - The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection,” 2007.
- [5] SOU 2016:88 Logistik för högre försvarsberedskap, ”<https://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/statens-offentliga-utredningar/2016/12/sou--201688/>”.
- [6] SFS 1992:1403. Lag om totalförsvar och höjd beredskap, ”[https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/lag-19921403-om-totalforsvar-och-hojd\\_sfs-1992-1403](https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/lag-19921403-om-totalforsvar-och-hojd_sfs-1992-1403)”.
- [7] SFS 2003:778. Lag om skydd mot olyckor, ”[https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/lag-2003778-om-skydd-mot-olyckor\\_sfs-2003-778](https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/lag-2003778-om-skydd-mot-olyckor_sfs-2003-778)”.
- [8] Proposition 1985/86:170 om räddningstjänstlag, m. m., ”[https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/proposition/om-raddningstjanstlag-mm\\_G903170](https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/proposition/om-raddningstjanstlag-mm_G903170)”.
- [9] Proposition 2016/17:157 Ökad kärnsäkerhet, ”[https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/proposition/okad-karnsakerhet\\_H403157](https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/proposition/okad-karnsakerhet_H403157)”.
- [10] Internationella atomenergiorganet (IAEA), ”Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency, GSR Part 7,” 2015.
- [11] Internationella strålskyddskommissionen (ICRP), ”Publication 101a - Assessing Dose of the Representative Person for the Purpose of Radiation Protection of the Public,” 2006.
- [12] Internationella strålskyddskommissionen (ICRP), ”Publication 96 - Protecting People against Radiation Exposure in the Event of a Radiological Attack,” 2005.
- [13] Strålsäkerhetsmyndigheten, ”Beslutsstöd vid olycka i ett svenskt kärnkraftverk, version 2.0 (SSM2022-8091),” 2022.
- [14] Strålsäkerhetsmyndigheten, ”Rapport 2017:27 Översyn av beredskapszoner,” 2017.
- [15] B. Ekengren, ”Skyddsrumregler SR 15 (MSB748),” MSB, 2014.
- [16] Totalförsvarets forskningsinstitut, ”Översikt av skyddsfaktorer mot joniserande strålning för byggnader och fordon, FOI Memo 6629,” 2018.
- [17] Världshälsoorganisationens och Förenta Nationernas samarbetsorganisation för att bekämpa cancer (IARC), ”IARC Technical Publications No. 46 - Thyroid health monitoring after nuclear accidents,” 2018.

[18] Internationella atomenergiorganet (IAEA), "EPR-NPP Public Protective actions - Actions to Protect the Public in an Emergency due to Severe Conditions at a Light Water Reactor," 2013.





Strålsäkerhetsmyndigheten arbetar pådrivande och förebyggande för att skydda människor och miljö från oönskade effekter av strålning, nu och i framtiden.

Du kan ladda ner våra publikationer från [www.stralsakerhetsmyndigheten.se/publikationer](http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/publikationer). Om du behöver alternativa format som exempelvis lättläst, punktskrift eller Daisy, kontaktar du oss på e-post [registrator@ssm.se](mailto:registrator@ssm.se).

**Strålsäkerhetsmyndigheten**  
171 16 Stockholm  
08-799 40 00  
[www.stralsakerhetsmyndigheten.se](http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se)  
[registrator@ssm.se](mailto:registrator@ssm.se)

©Strålsäkerhetsmyndigheten