



Strål
säkerhets
myndigheten

Swedish Radiation Safety Authority

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

2020:03

Extrautdelning och intag av jodtabletter
för allmänheten i samband med en svensk
kärnkraftsolycka



Strål
säkerhets
myndigheten

Swedish Radiation Safety Authority

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

2020:03

Extrautdelning och intag av jodtabletter
för allmänheten i samband med en svensk
kärnkraftsolycka

Datum: Mars 2020

Rapportnummer: 2020:03 ISSN: 2000-0456

Tillgänglig på www.stralsakerhetsmyndigheten.se

Sammanfattning

Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) redovisar i denna rapport beräkningar av de högsta sköldkörteldoserna som barn och vuxna kan erhålla genom att andas in radioaktiv jod i samband med en svensk kärnkraftsolycka, samt avstånd där dessa doser kan uppstå givet att olika kombinationer av skyddsåtgärderna utrymning, inomhusvistelse och intag av jodtabletter genomförs. Baserat på resultaten föreslås vilken beredskapsplanering som är motiverad för extrautdelning och intag av jodtabletter i samband med en svensk kärnkraftsolycka, både för de möjligheter som står till buds med nuvarande beredskapszoner kring kärnkraftverken och för de möjligheter som står till buds om nya beredskapszoner införs kring kärnkraftverken enligt det förslag som SSM, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) samt berörda länsstyrelser redovisat i rapporten SSM 2017:27 *Översyn av beredskapszoner*.

I rapporten om översyn av nya beredskapszoner föreslås att det ska finnas en planering för extrautdelning av jodtabletter ut till 100 km från kärnkraftverken. Beräkningarna visar dock att för barn och gravida skulle en planering för extrautdelning av jodtabletter kunna vara motiverad på större avstånd. Planeringen för gravida syftar till att skydda sköldkörteln hos fostret. I denna rapport redovisas därför även beräkningar som är optimerade för att uppskatta sköldkörteldoser som barn och foster kan erhålla på stora avstånd från kärnkraftverket i samband med en kärnkraftsolycka. Beräkningarna visar att en planering för extrautdelning av jodtabletter till barn och gravida på större avstånd än 100 km från kärnkraftverken kan vara motiverad.

I denna rapport 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 MSB och Socialstyrelsen.

Innehåll

Sammanfattning	3
1. Inledning	7
1.1. Inledning	7
1.2. Om jodtabletter	7
1.3. Planering för jodtabletter kring kärnkraftverken.....	8
2. Underlag till beräkningar	8
2.1. Doskriterier för utdelning och intag av jodtabletter	8
2.2. Spridnings- och dosberäkningar	9
2.3. Händelser	9
2.4. Minskning av sköldkörteldoser genom skyddsåtgärder	10
3. Beräkningsresultat	10
3.1. Högsta sköldkörteldos efter olika kombinationer av skyddsåtgärder	10
3.2. Sköldkörteldoser på stora avstånd	18
4. Underlag till beredskapsplanering	18
4.1. Extrautdelning och intag av jodtabletter i samband med en kärnkraftsolycka	18
4.2. Planering för jodtabletter på stora avstånd från kärnkraftverken	21
Bidrag till rapporten	21
Referenser	22

1. Inledning

1.1. Inledning

Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) redovisar i denna rapport beräkningar av de högsta sköldkörteldoserna som barn och vuxna kan erhålla genom att andas in radioaktiv jod i samband med en svensk kärnkraftsolycka samt avstånd där dessa doser kan uppstå givet att olika kombinationer av skyddsåtgärderna utrymning, inomhusvistelse och intag av jodtabletter genomförs. Baserat på resultaten föreslås vilken beredskapsplanering som är motiverad för extrautdelning och intag av jodtabletter i samband med en kärnkraftsolycka, både för de möjligheter som står till buds med nuvarande beredskapszoner kring kärnkraftverken och för de möjligheter som står till buds om nya beredskapszoner införs kring kärnkraftverken enligt det förslag som SSM, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) samt berörda länsstyrelser redovisat i rapporten SSM 2017:27 *Översyn av beredskapszoner* [1].

I rapporten om översyn av nya beredskapszoner föreslås att det ska finnas en planering för extrautdelning av jodtabletter ut till 100 km kring kärnkraftverken. Beräkningarna visar dock att för barn och gravida skulle en planering för extrautdelning av jodtabletter kunna vara motiverad på större avstånd. Planeringen för gravida syftar till att skydda sköldkörteln hos fostret. I denna rapport redovisas därför även beräkningar som är optimerade för att uppskatta sköldkörteldoser som barn och foster kan erhålla på stora avstånd från kärnkraftverket i samband med en kärnkraftsolycka.

Syftet med rapporten är dels att utgöra ett underlag till beslut om extrautdelning och intag av jodtabletter i samband med en kärnkraftsolycka och dels att utgöra ett underlag till planeringen för extrautdelning av jodtabletter till barn och gravida på stora avstånd från kärnkraftverken. 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. Begrepp som nämns i texten, men som kan vara svåra att förstå förklaras i grå rutor.

Rapporten är framtagen i samverkan med MSB och Socialstyrelsen och 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 räddningstjänst och sanering vid kärntekniska olyckor och SSM med ansvar för att bidra med råd om skyddsåtgärder i samband med kärntekniska olyckor.

1.2. Om jodtabletter

Jodtabletter skyddar sköldkörteln från att exponeras för radioaktiv jod som tas upp i kroppen, exempelvis genom inandning av luftburen aktivitet i samband med ett utsläpp vid en kärnkraftsolycka. Genom intag av stabil jod blockeras upptaget av radioaktiv jod till sköldkörteln. Intag av jodtabletter är extra viktigt för barn och gravida, eftersom sköldkörteln hos barn och foster är känsligare för exponering från joniserande strålning än hos vuxna [2]. Om tillgången på tabletter är begränsad bör därför barn och gravida prioriteras [3]. Intag av jodtabletter rekommenderas i regel inte som enskild skyddsåtgärd, utan kombineras normalt med andra strålskyddsåtgärder, t.ex. inomhusvistelse eller utrymning [3]. Jodtabletter skyddar inte sköldkörteln vid extern exponering från

joniserande strålning. Jodtabletter skyddar inte heller sköldkörteln från andra radioaktiva ämnen än jod.

1.3. Planering för jodtabletter kring kärnkraftverken

Idag förhandsutdelas jodtabletter ut till cirka 15 km från kärnkraftverken. Dessutom finns jodtabletter i lager som medger en komplettering av förhandsutdelningen inom 15 km och en begränsad extrautdelning ut till cirka 50 km kring kärnkraftverken [4]. SSM, MSB och berörda länsstyrelser har i rapporten om översyn av beredskapszoner föreslagit att jodtabletter ska förhandsutdelas ut till cirka 25 km från kärnkraftverken samt att extrautdelning av jodtabletter inom något dygn ska vara möjlig i begränsade områden ut till 100 km från kärnkraftverken [1].

Planeringen för jodtabletter syftar endast till att skydda sköldkörteln från intag av radioaktiv jod via inandning. I händelse av en kärnkraftsolycka med utsläpp av radioaktiv jod kan intag via livsmedel, i synnerhet mjölkprodukter, bli betydande. Skydd för sköldkörteln mot intag av radioaktiv jod via livsmedel ska dock ske genom kontrollprogram och livsmedelsrestriktioner för att säkerställa att gränsvärden för saluförda livsmedel inte överskrids.

Förhandsutdelning: Utdelning av jodtabletter i förebyggande syfte inom ett avgränsat område till boende och till verksamheter där barn och vuxna kan uppehålla sig.

Kompletteringsutdelning: Utdelning av jodtabletter under en händelse inom det område där förhandsutdelning tidigare skett till barn och vuxna som av något skäl inte har tillgång till de förhandsutdelade jodtablettarna.

Extrautdelning: Utdelning av jodtabletter under en händelse inom ett område där förhandsutdelning av jodtabletter inte skett.

2. Underlag till beräkningar

2.1. Doskriterier för utdelning och intag av jodtabletter

Doskriteriet för utdelning av jodtabletter är 50 mSv ekvivalent dos till sköldkörteln för barn upp till 18 år och vuxna [1]. Samma doskriterium gäller för både förhandsutdelning och extrautdelning. För kompletteringsutdelning tillämpas inget doskriterium, eftersom det initieras i samband med att larmnivån höjd beredskap beslutas på kärnkraftverket utan att beakta möjliga sköldkörteldoser som händelsen skulle kunna ge leda till. För intag av jodtabletter är doskriteriet 10 mSv ekvivalent dos till sköldkörteln för barn upp till 18 år, medan det är 50 mSv ekvivalent dos till sköldkörteln för vuxna [1]. Doskriterierna för utdelning och intag av jodtabletter avser den sköldkörteldos som en oskyddad person erhåller under sju dygn.

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.

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).

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).

2.2. Spridnings- och dosberäkningar

Med hjälp av spridnings- och dosberäkningar har ett statistiskt underlag tagits fram för att uppskatta den högsta sköldkörteldos som barn och vuxna kan erhålla på olika avstånd för olika händelser och olika kombinationer av genomförda skyddsåtgärder. I beräkningarna representeras barn av 1-åriga barn. Foster kan erhålla en sköldkörteldos genom exponering för radioaktiv jod via moderns intag. Den ekvivalenta dosen till sköldkörteln hos ett foster beror på när under graviditeten exponering sker och varierar från mindre än en hundradel till cirka det dubbla jämfört med den ekvivalenta dosen till sköldkörteln hos modern [5] [6]. Då 1-åriga barn erhåller cirka dubbelt så hög sköldkörteldos som vuxna givet samma luftkoncentration av radioaktiv jod, kan beräknade sköldkörteldoser till 1-åriga barn också representera möjliga sköldkörteldoser till foster [1] [7] [8].

Med hjälp av spridnings- och dosberäkningar har vidare ett statistiskt underlag tagits fram för att uppskatta på vilka avstånd doskriteriet för utdelning av jodtabletter för barn och vuxna kan överskridas för olika händelser. Även i dessa beräkningar representeras barn av 1-åringar. Avstånden där doskriteriet för utdelning av jodtabletter kan överskridas för barn tillämpas också för foster i syfte att uppskatta på vilka avstånd utdelning av jodtabletter till gravida kan vara motiverad [9].

Resultaten som redovisas omfattar 90 procent av alla förekommande väderfall som använts i spridnings- och dosberäkningarna, se bilaga 2 till rapporten om översyn av beredskapszoner för en genomgång av hur variationer på grund av vädret behandlats statistiskt [1]. Med uttrycket *de högsta sköldkörteldoserna* avses i denna rapport därmed 90 procent av den beräknade dosfördelningen (i 10 procent av beräkningarna blir sköldkörteldoserna högre). Spridnings- och dosberäkningarna omfattar den första veckan av en kärnkraftsolycka. Genom att räkna på sköldkörteldoser som erhålls under denna tidsperiod inkluderas med god marginal de sköldkörteldoser som uppkommer under utsläppsfasen av olyckan för de olika händelser (se nedan) som undersökts i rapporten.

2.3. Händelser

Beräkningar har genomförts för händelserna med väl fungerande, fungerande respektive utan fungerande konsekvenslindrande system som anges i bilaga 3 i rapporten om 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 förkortas fungerande konsekvenslindrande system med

FKS och de fyra händelserna som undersökts benämns 0,1xFKS, FKS, 10xFKS och 100xFKS. 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 reaktorerne 1-3 vid kärnkraftsolyckan i Fukushima Daiichi 2011 [10].

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	~5E+18	~1E+14	~1E+13
FKS	~5E+18	~1E+15	~1E+14
10xFKS	~5E+18	~1E+16	~1E+15
100xFKS	~5E+18	~1E+17	~1E+16

2.4. Minskning av sköldkörteldoser genom skyddsåtgärder

Beräkningarna utgår från att utrymning leder till att sköldkörteldosen blir noll, vilket gäller om utrymningen genomförs innan utsläppet startar och under förutsättning att utrymningen sker till en plats som inte påverkas av utsläppet. Beräkningarna utgår vidare från att inomhusvistelse i ett småhus minskar sköldkörteldosen till hälften jämfört med oskyddad vistelse utomhus samt att inomhusvistelse i lokaler som erbjuder bättre skydd, t.ex. källarplan i ett småhus eller flerbostadshus med filtrerad ventilation minskar sköldkörteldoser till en tiondel jämfört med oskyddad vistelse utomhus [11]. Beräkningarna utgår slutligen från att intag av jodtabletter minskar sköldkörteldoser till en tiondel, vilket gäller om jodtabletterna intas i tid och antas verka under den tid det finns luftburen radioaktiv jod [9].

3. Beräkningsresultat

3.1. Högsta sköldkörteldos efter olika kombinationer av skyddsåtgärder

3.1.1. Inomhusvistelse minskar sköldkörteldoser till hälften

I Tabellerna 2-5 redovisas de högsta sköldkörteldoserna som barn och vuxna kan erhålla givet att olika kombinationer av skyddsåtgärder vidtas samt avstånd där dessa doser kan uppstå för händelserna 0,1xFKS, FKS, 10xFKS och 100xFKS. De kombinationer av skyddsåtgärder som redovisas är inomhusvistelse utan intag av en jodtablett, inomhusvistelse med intag av en jodtablett samt utomhusvistelse utan intag av en jodtablett. I de resultat som redovisas i Tabellerna 2-5 minskar inomhusvistelse sköldkörteldoserna till hälften.

Tabell 2. Högsta sköldkörteldos efter olika kombinationer av skyddsåtgärder där inomhusvistelse minskar sköldkörteldosen till hälften och avstånd där dosen uppstår för händelsen 0,1xFKS. Ett "-" i tabellen betyder att sköldkörteldosen är obetydlig.

Skyddsåtgärder	Högsta sköldkörteldos efter skyddsåtgärder		
	Barn	Vuxna	Avstånd där dosen erhålls
Utrymning ut till ~5 km och inomhusvistelse ut till ~15 km			
Inomhus utan jodtablett	~15 mSv	-	~5 km
Utomhus utan jodtablett	~10 mSv	-	~15 km
Utrymning ut till ~5 km och inomhusvistelse ut till ~25 km			
Inomhus utan jodtablett	~15 mSv	-	~5 km
Utomhus utan jodtablett	~5 mSv	-	~25 km
Utrymning ut till ~5 km samt inomhusvistelse och intag av jodtabletter ut till ~15 km			
Inomhus med jodtablett	~2 mSv	-	~5 km
Utomhus utan jodtablett	~10 mSv	-	~15 km
Utrymning ut till ~5 km samt inomhusvistelse och intag av jodtabletter ut till ~25 km			
Inomhus med jodtablett	~2 mSv	-	~5 km
Utomhus utan jodtablett	~5 mSv	-	~25 km

Tabell 3. Högsta sköldkörteldos efter olika kombinationer av skyddsåtgärder där inomhusvistelse minskar sköldkörteldosen till hälften och avstånd där dosen uppstår för händelsen FKS.

Skyddsåtgärder	Högsta sköldkörteldos efter skyddsåtgärder		
	Barn	Vuxna	Avstånd där dosen erhålls
Utrymning ut till ~5 km och inomhusvistelse ut till ~15 km			
Inomhus utan jodtablett	~50 mSv	~25 mSv	~5 km
Utomhus utan jodtablett	~30 mSv	~15 mSv	~15 km
Utrymning ut till ~5 km och inomhusvistelse ut till ~25 km			
Inomhus utan jodtablett	~50 mSv	~25 mSv	~5 km
Utomhus utan jodtablett	~15 mSv	~10 mSv	~25 km
Utrymning ut till ~5 km samt inomhusvistelse och intag av jodtabletter ut till ~15 km			
Inomhus med jodtablett	~5 mSv	~3 mSv	~5 km
Utomhus utan jodtablett	~30 mSv	~15 mSv	~15 km
Utrymning ut till ~5 km samt inomhusvistelse och intag av jodtabletter ut till ~25 km			
Inomhus med jodtablett	~5 mSv	~3 mSv	~5 km
Utomhus utan jodtablett	~15 mSv	~10 mSv	~25 km

Tabell 4. Högsta sköldkörteldos efter olika kombinationer av skyddsåtgärder där inomhusvistelse minskar sköldkörteldosen till hälften och avstånd där dosen uppstår för händelsen 10xFKS.

Skyddsåtgärder	Högsta sköldkörteldos efter skyddsåtgärder		
	Barn	Vuxna	Avstånd där dosen erhålls
Utrymning ut till ~5 km och inomhusvistelse ut till ~15 km			
Inomhus utan jodtablett	~400 mSv	~200 mSv	~5 km
Utomhus utan jodtablett	~250 mSv	~100 mSv	~15 km
Utrymning ut till ~5 km samt inomhusvistelse och intag av jodtabletter ut till ~15 km			
Inomhus med jodtablett	~40 mSv	~20 mSv	~5 km
Utomhus utan jodtablett	~250 mSv	~100 mSv	~15 km
Utrymning ut till ~15 km och inomhusvistelse ut till ~25 km			
Inomhus utan jodtablett	~125 mSv	~50 mSv	~15 km
Utomhus utan jodtablett	~110 mSv	~50 mSv	~25 km
Utrymning ut till ~15 km samt inomhusvistelse och intag av jodtabletter ut till ~25 km			
Inomhus med jodtablett	~10 mSv	~5 mSv	~15 km
Utomhus utan jodtablett	~110 mSv	~50 mSv	~25 km
Utrymning ut till ~15 km och inomhusvistelse ut till ~50 km			
Inomhus utan jodtablett	~125 mSv	~50 mSv	~15 km
Utomhus utan jodtablett	~40 mSv	~20 mSv	~50 km
Utrymning ut till ~15 km, intag av jodtabletter ut till ~25 km, inomhusvistelse ut till ~50 km			
Inomhus med jodtablett	~10 mSv	~5 mSv	~15 km
Inomhus utan jodtablett	~50 mSv	~25 mSv	~25 km
Utomhus utan jodtablett	~40 mSv	~20 mSv	~50 km

Tabell 5. Högsta sköldkörteldos efter olika kombinationer av skyddsåtgärder där inomhusvistelse minskar sköldkörteldosen till hälften och avstånd där dosen uppstår för händelsen 100xFKS.

Skyddsåtgärder	Högsta sköldkörteldos efter skyddsåtgärder		
	Barn	Vuxna	Avstånd där dosen erhålls
Utrymning ut till ~15 km			
Utomhus utan jodtablett	~4000 mSv	~1500 mSv	~15 km
Utrymning ut till ~15 km och inomhusvistelse ut till ~50 km			
Inomhus utan jodtablett	~2000 mSv	~750 mSv	~15 km
Utomhus utan jodtablett	~550 mSv	~200 mSv	~50 km
Utrymning ut till ~15 km samt inomhusvistelse och intag av jodtabletter ut till ~25 km			
Inomhus med jodtablett	~200 mSv	~75 mSv	~15 km
Utomhus utan jodtablett	~1800 mSv	~800 mSv	~25 km
Utrymning ut till ~15 km samt inomhusvistelse och intag av jodtabletter ut till ~50 km			
Inomhus med jodtablett	~200 mSv	~75 mSv	~15 km
Utomhus utan jodtablett	~550 mSv	~200 mSv	~50 km
Utrymning ut till ~15 km, intag av jodtabletter ut till ~25 km, inomhusvistelse ut till ~100 km			
Inomhus med jodtablett	~200 mSv	~75 mSv	~15 km
Inomhus utan jodtablett	~900 mSv	~400 mSv	~25 km
Utomhus utan jodtablett	~200 mSv	~100 mSv	~100 km
Utrymning ut till ~15 km samt inomhusvistelse och intag av jodtabletter ut till ~100 km			
Inomhus med jodtablett	~200 mSv	~75 mSv	~15 km
Inomhus utan jodtablett	~200 mSv	~100 mSv	~100 km
Utrymning ut till ~25 km samt inomhusvistelse och intag av jodtabletter ut till ~100 km			
Inomhus med jodtablett	~90 mSv	~40 mSv	~25 km
Inomhus utan jodtablett	~200 mSv	~100 mSv	~100 km

3.1.2. Inomhusvistelse minskar sköldkörteldoser till en tiondel

I Tabellerna 6-9 redovisas de högsta sköldkörteldoserna som barn och vuxna kan erhålla givet att olika kombinationer av skyddsåtgärder vidtas samt avstånd där dessa doser kan uppstå för händelserna 0,1xFKS, FKS, 10xFKS och 100xFKS. De kombinationer av skyddsåtgärder som redovisas är inomhusvistelse utan intag av en jodtablett, inomhusvistelse med intag av en jodtablett samt utomhusvistelse utan intag av en jodtablett. I de resultat som redovisas i Tabellerna 6-9 minskar inomhusvistelse sköldkörteldoser till en tiondel.

Tabell 6. Högsta sköldkörteldos efter olika kombinationer av skyddsåtgärder där inomhusvistelse minskar sköldkörteldosen till en tiondel och avstånd där dosen uppstår för händelsen 0,1xFKS. Ett "-" i tabellen betyder att sköldkörteldosen är obetydlig.

Skyddsåtgärder	Högsta sköldkörteldos efter skyddsåtgärder		
	Barn	Vuxna	Avstånd där dosen erhålls
Utrymning ut till ~5 km och inomhusvistelse ut till ~15 km			
Inomhus utan jodtablett	~3 mSv	-	~5 km
Utomhus utan jodtablett	~10 mSv	-	~15 km
Utrymning ut till ~5 km och inomhusvistelse ut till ~25 km			
Inomhus utan jodtablett	~3 mSv	-	~5 km
Utomhus utan jodtablett	~5 mSv	-	~25 km
Utrymning ut till ~5 km samt inomhusvistelse och intag av jodtabletter ut till ~15 km			
Inomhus med jodtablett	-	-	~5 km
Utomhus utan jodtablett	~10 mSv	-	~15 km
Utrymning ut till ~5 km samt inomhusvistelse och intag av jodtabletter ut till ~25 km			
Inomhus med jodtablett	-	-	~5 km
Utomhus utan jodtablett	~5 mSv	-	~25 km

Tabell 7. Högsta sköldkörteldos efter olika kombinationer av skyddsåtgärder där inomhusvistelse minskar sköldkörteldosen till en tiondel och avstånd där dosen uppstår för händelsen FKS. Ett "-" i tabellen betyder att sköldkörteldosen är obetydlig.

Skyddsåtgärder	Högsta sköldkörteldos efter skyddsåtgärder		
	Barn	Vuxna	Avstånd där dosen erhålls
Utrymning ut till ~5 km och inomhusvistelse ut till ~15 km			
Inomhus utan jodtablett	~10 mSv	~5 mSv	~5 km
Utomhus utan jodtablett	~30 mSv	~15 mSv	~15 km
Utrymning ut till ~5 km och inomhusvistelse ut till ~25 km			
Inomhus utan jodtablett	~10 mSv	~5 mSv	~5 km
Utomhus utan jodtablett	~15 mSv	~10 mSv	~25 km
Utrymning ut till ~5 km samt inomhusvistelse och intag av jodtabletter ut till ~15 km			
Inomhus med jodtablett	~1 mSv	-	~5 km
Utomhus utan jodtablett	~30 mSv	~15 mSv	~15 km
Utrymning ut till ~5 km samt inomhusvistelse och intag av jodtabletter ut till ~25 km			
Inomhus med jodtablett	~1 mSv	-	~5 km
Utomhus utan jodtablett	~15 mSv	~10 mSv	~25 km

Tabell 8. Högsta sköldkörteldos efter olika kombinationer av skyddsåtgärder där inomhusvistelse minskar sköldkörteldosen till en tiondel och avstånd där dosen uppstår för händelsen 10xFKS.

Skyddsåtgärder	Högsta sköldkörteldos efter skyddsåtgärder		
	Barn	Vuxna	Avstånd där dosen erhålls
Utrymning ut till ~5 km och inomhusvistelse ut till ~15 km			
Inomhus utan jodtablett	~80 mSv	~40 mSv	~5 km
Utomhus utan jodtablett	~250 mSv	~100 mSv	~15 km
Utrymning ut till ~5 km samt inomhusvistelse och intag av jodtabletter ut till ~15 km			
Inomhus med jodtablett	~8 mSv	~4 mSv	~5 km
Utomhus utan jodtablett	~250 mSv	~100 mSv	~15 km
Utrymning ut till ~15 km och inomhusvistelse ut till ~25 km			
Inomhus utan jodtablett	~25 mSv	~10 mSv	~15 km
Utomhus utan jodtablett	~110 mSv	~50 mSv	~25 km
Utrymning ut till ~15 km samt inomhusvistelse och intag av jodtabletter ut till ~25 km			
Inomhus med jodtablett	~3 mSv	~1 mSv	~15 km
Utomhus utan jodtablett	~110 mSv	~50 mSv	~25 km
Utrymning ut till ~15 km och inomhusvistelse ut till ~50 km			
Inomhus utan jodtablett	~25 mSv	~10 mSv	~15 km
Utomhus utan jodtablett	~40 mSv	~20 mSv	~50 km
Utrymning ut till ~15 km, intag av jodtabletter ut till ~25 km, inomhusvistelse ut till ~50 km			
Inomhus med jodtablett	~3 mSv	~1 mSv	~15 km
Inomhus utan jodtablett	~10 mSv	~5 mSv	~25 km
Utomhus utan jodtablett	~40 mSv	~20 mSv	~50 km

Tabell 9. Högsta sköldkörteldos efter olika kombinationer av skyddsåtgärder där inomhusvistelse minskar sköldkörteldosen till en tiondel och avstånd där dosen uppstår för händelsen 100xFKS.

Skyddsåtgärder	Högsta sköldkörteldos efter skyddsåtgärder		
	Barn	Vuxna	Avstånd där dosen erhålls
Utrymning ut till ~15 km			
Utomhus utan jodtablett	~4000 mSv	~1500 mSv	~15 km
Utrymning ut till ~15 km och inomhusvistelse ut till ~50 km			
Inomhus utan jodtablett	~400 mSv	~150 mSv	~15 km
Utomhus utan jodtablett	~550 mSv	~200 mSv	~50 km
Utrymning ut till ~15 km samt inomhusvistelse och intag av jodtabletter ut till ~25 km			
Inomhus med jodtablett	~40 mSv	~15 mSv	~15 km
Utomhus utan jodtablett	~1800 mSv	~800 mSv	~25 km
Utrymning ut till ~15 km samt inomhusvistelse och intag av jodtabletter ut till ~50 km			
Inomhus med jodtablett	~40 mSv	~15 mSv	~15 km
Utomhus utan jodtablett	~550 mSv	~200 mSv	~50 km
Utrymning ut till ~15 km, intag av jodtabletter ut till ~25 km, inomhusvistelse ut till ~100 km			
Inomhus med jodtablett	~40 mSv	~15 mSv	~15 km
Inomhus utan jodtablett	~180 mSv	~80 mSv	~25 km
Utomhus utan jodtablett	~200 mSv	~100 mSv	~100 km
Utrymning ut till ~15 km samt inomhusvistelse och intag av jodtabletter ut till ~100 km			
Inomhus med jodtablett	~40 mSv	~15 mSv	~15 km
Inomhus utan jodtablett	~200 mSv	~100 mSv	~100 km
Utrymning ut till ~25 km samt inomhusvistelse och intag av jodtabletter ut till ~100 km			
Inomhus med jodtablett	~20 mSv	~10 mSv	~25 km
Inomhus utan jodtablett	~200 mSv	~100 mSv	~100 km

3.2. Sköldkörteldoser på stora avstånd

En sammanfattning av de största avstånden där doskriteriet för utdelning av jodtabletter på 50 mSv ekvivalent dos till sköldkörteln överskrids för barn respektive vuxna för händelsen 100xFKS redovisas i Tabell 10. I tabellen redovisas avstånd för barn och vuxna som vistas utomhus, för barn och vuxna som vistas inomhus i hus som minskar sköldkörteldoser till hälften och för barn och vuxna som vistas inomhus i hus som minskar sköldkörteldoser till en tiondel.

I detta avsnitt redovisas beräkningar som är optimerade för att uppskatta vilka sköldkörteldoser barn och vuxna kan erhålla på stora avstånd i samband med en kärnkraftsolycka. Optimeringen ger mer realistiska resultat på stora avstånd jämfört med de beräkningsresultat som redovisas i rapporten om översyn av beredskapszoner [1].

Tabell 10. Största avstånd där doskriteriet för utdelning av jodtabletter på 50 mSv ekvivalent dos till sköldkörteln överskrids för barn respektive vuxna för händelsen 100xFKS om 70, 80 respektive 90 procent av alla förekommande väderfall beaktas.

Percentil	Barn	Vuxna
Utomhus		
70	~140 km	~85 km
80	~170 km	~100 km
90	~220 km	~130 km
Inomhus (inomhusvistelse minskar sköldkörteldoser till hälften)		
70	~95 km	~50 km
80	~110 km	~65 km
90	~150 km	~90 km
Inomhus (inomhusvistelse minskar sköldkörteldoser till en tiondel)		
70	~30 km	~20 km
80	~40 km	~25 km
90	~55 km	~35 km

4. Underlag till beredskapsplanering

4.1. Extrautdelning och intag av jodtabletter i samband med en kärnkraftsolycka

Baserat på beräkningsresultaten sammanfattas nedan vilka beslut om extrautdelning och intag av jodtabletter som kan vara motiverade i samband med en kärnkraftsolycka. Analysen utgår från att utrymning ut till 5 km alltid är motiverad för händelserna 0,1xFKS och FKS samt att utrymning ut till 15 km alltid är motiverad för händelserna 10xFKS och 100xFKS. Analysen utgår också från att inomhusvistelse minskar sköldkörteldoser till hälften.

Av beräkningarna framgår att personer som vistas antingen inomhus just utanför utrymda områden eller utomhus i områden där inga skyddsåtgärder har vidtagits kan erhålla de högsta sköldkörteldoserna. Om personer som vistas inomhus också tar en jodtablett minskar sköldkörteldoserna för dessa väsentligt.

För händelsen 0,1xFKS visar beräkningarna att det med nuvarande beredskapszoner är motiverat att rekommendera inomhusvistelse och intag av förhandsutdelade jodtabletter ut till 15 km för barn och gravida. Med nya beredskapszoner förändras inte detta. Trots att jodtabletter då kommer att vara förhandsutdelade ut till 25 km visar beräkningarna att det är tillräckligt att rekommendera inomhusvistelse och intag av jodtabletter för barn och gravida ut till 15 km för denna händelse. Den högsta sköldkörteldosen till ett 1-årigt barn som befinner sig utomhus på avstånd större än 15 km blir cirka 10 mSv i beräkningen.

För händelsen FKS visar beräkningarna att det med nuvarande beredskapszoner är motiverat att rekommendera inomhusvistelse och intag av förhandsutdelade jodtabletter för barn och gravida ut till 15 km. Beräkningarna visar också att det inte är motiverat att extrautdela jodtabletter mellan 15 och 25 km. Den högsta sköldkörteldosen till ett 1-årigt barn som befinner sig utomhus på avstånd större än 15 km blir cirka 30 mSv i beräkningen, vilket är mindre än doskriteriet för extrautdelning. Med nya beredskapszoner, där jodtabletter är förhandsutdelade ut till 25 km, skulle det dock vara motiverat att rekommendera inomhusvistelse och intag av förhandsutdelade jodtabletter för barn och gravida ut till 25 km, eftersom sköldkörteldoserna överskrider doskriteriet för intag av förhandsutdelade jodtabletter på 10 mSv för dessa grupper.

För båda händelserna 0,1xFKS och FKS visar beräkningarna att vuxna inte behöver gå inomhus eller ta jodtabletter med anledning av dos till sköldkörteln under förutsättning att området ut till cirka 5 km utryms innan utsläppet startar, eftersom sköldkörteldoserna till vuxna inte överskrider 50 mSv utanför detta avstånd. I praktiken kommer dock SSM rekommendera inomhusvistelse och intag av jodtabletter för alla baserat på vad som är motiverat för barn och gravida för dessa händelser.

För händelsen 10xFKS visar beräkningarna att det är motiverat att rekommendera inomhusvistelse och intag av jodtabletter ut till 25 km samt inomhusvistelse ut till 50 km för barn och gravida. För barn och gravida på större avstånd än 25 km är det tillräckligt att vistas inomhus för att sköldkörteldoserna ska underskrida doskriteriet för utdelning av jodtabletter på 50 mSv. För vuxna visar beräkningarna att det är motiverat att rekommendera inomhusvistelse ut till 25 km. Det är alltså inte nödvändigt för vuxna som vistas inomhus ut till 25 km att ta en jodtablett för att sköldkörteldoserna ska underskrida doskriteriet för intag. Med nuvarande beredskapszoner innebär detta att det är motiverat med extrautdelning av jodtabletter till barn och gravida mellan 15 och 25 km. Med nya beredskapszoner är jodtabletter redan förhandsutdelade ut till 25 km. Även för denna händelse kommer SSM i praktiken att rekommendera extrautdelning och intag av jodtabletter för alla baserat på vad som är motiverat för barn och gravida för denna händelse. Vid all extrautdelning ska barn och gravida prioriteras.

För händelsen 100xFKS visar beräkningarna att det är motiverat att rekommendera inomhusvistelse och intag av jodtabletter för alla ut till 100 km. Beräkningarna visar också att det kan vara motiverat att utrymma barn och gravida ut till 25 km i sektorer där det inte finns större samhällen. Sköldkörteldoserna för barn som tar en jodtablett och är inomhus på cirka 15 km avstånd kan uppgå till cirka 200 mSv. Beräkningarna visar dessutom att det kan vara motiverat att vidta åtgärder på större avstånd än 100 km från kärnkraftverken, se

vidare avsnitt 4.2. Med nuvarande beredskapszoner innebär beräkningsresultaten att extrautdelning av jodtabletter i första hand bör genomföras mellan 15 och 50 km, dvs. inom de avstånd där det finns en planering för extrautdelning. Med nya beredskapszoner innebär beräkningsresultaten att extrautdelning bör genomföras mellan 25 och 100 km, dvs. inom de avstånd där det ska finnas en planering för detta. Vid all extrautdelning ska barn och gravida prioriteras.

Analysen där inomhusvistelse minskar sköldkörteldoser till en tiondel visar att inomhusvistelse i sådana lokaler delvis kan utgöra ett alternativ till utrymning samt extrautdelning och intag av jodtabletter. För händelserna 0,1xFKS och FKS är det inte motiverat med inomhusvistelse i lokaler som erbjuder bättre skydd i syfte att ytterligare minska sköldkörteldoser. För händelsen 10xFKS och nuvarande beredskapszoner skulle inomhusvistelse i lokaler som erbjuder bättre skydd kunna erbjuda ett alternativ till extrautdelning och intag av jodtabletter mellan 15 och 25 km. För händelsen 100xFKS skulle inomhusvistelse i lokaler som erbjuder bättre skydd dels kunna utgöra ett alternativ till utrymning av barn och gravida mellan 15 och 25 km och dels kunna utgöra ett alternativ till extrautdelning och intag av jodtabletter mellan 50 och 100 km. För att inomhusvistelse i lokaler som erbjuder bättre skydd ska bli framgångsrikt krävs dock kännedom om vilka dessa lokaler är samt att allmänheten skyndsamt kan beredas tillträde till lokalerna i samband med en olycka.

Extrautdelning och intag av jodtabletter (nuvarande beredskapszoner):

Händelse	Utrymning	Inomhusvistelse	Intag av jodtabletter	Extrautdelning av jodtabletter
0,1xFKS	5 km	15 km	15 km	-
FKS	5 km	15 km	15 km	-
10xFKS	15 km	25 km (50 km) ¹	25 km	15-25 km
100xFKS	15 km (25 km) ²	50 km	50 km	15-50 km

¹För barn och gravida kan inomhusvistelse ut till 50 km övervägas

²För barn och gravida kan utrymning ut till 25 km övervägas i sektorer utan större samhällen

Extrautdelning och intag av jodtabletter (nya beredskapszoner):

Händelse	Utrymning	Inomhusvistelse	Intag av jodtabletter	Extrautdelning av jodtabletter
0,1xFKS	5 km	15 km	15 km	-
FKS	5 km	25 km	25 km	-
10xFKS	15 km	25 km (50 km) ¹	25 km	-
100xFKS	15 km (25 km) ²	100 km	100 km	25-100 km

¹För barn och gravida kan inomhusvistelse ut till 50 km övervägas

²För barn och gravida kan utrymning ut till 25 km övervägas i sektorer utan större samhällen

Alternativ med inomhusvistelse i lokaler som erbjuder bättre skydd:

Händelse	Nuvarande beredskapszoner	Nya beredskapszoner
0,1xFKS	-	-
FKS	-	-
10xFKS	Kan ersätta extrautdelning och intag mellan 15 och 25 km	-
100xFKS	Kan ersätta utrymning av barn och gravida mellan 15 och 25 km	Kan ersätta utrymning av barn och gravida mellan 15 och 25 km samt extrautdelning och intag av jodtabletter mellan 50 och 100 km

4.2. Planering för jodtabletter på stora avstånd från kärnkraftverken

Beräkningarna visar att doskriteriet för utdelning av jodtabletter kan överskridas på stora avstånd, ut till cirka 140, 170 och 220 km för barn och ut till cirka 85, 100 och 130 km för vuxna om 70, 80 respektive 90 procent av alla förekommande väderfall beaktas. Beräkningarna visar också att inomhusvistelse kan minska dessa avstånd, i synnerhet om inomhusvistelsen sker i lokaler som erbjuder ett bättre skydd.

I rapporten om översyn av beredskapszoner har SSM utgått från en ambitionsnivå där mellan 70 och 80 procent av alla förekommande väderfall beaktas i beredskapsplaneringen för åtgärder som syftar till att minska stokastiska effekter. Med samma ambitionsnivå är det därför rimligt att den föreslagna möjligheten att extrautdela jodtabletter till vuxna ut till 100 km är tillräcklig, då den omfattar cirka 80 procent av alla förekommande väderfall.

Med ambitionsnivån att omfatta mellan 70 och 80 procent av alla förekommande väderfall också för barn och foster krävs möjlighet till extrautdelning av jodtabletter till barn och gravida ut till mellan 140 och 170 km. Det finns därför anledning att utreda om extrautdelning av jodtabletter till barn och gravida är praktiskt genomförbar inom dessa avstånd och därmed bör ingå i beredskapsplaneringen. En sådan utredning bör också beakta om inomhusvistelse för barn och gravida på dessa avstånd från kärnkraftverken kan utgöra ett realistiskt alternativ till extrautdelning av jodtabletter.

Underlag till planering för jodtabletter på stora avstånd:

1. För vuxna är den föreslagna planeringen med möjlighet till extrautdelning av jodtabletter ut till 100 km från kärnkraftverken tillräcklig.
2. För barn och gravida bör möjligheterna att extrautdela jodtabletter också på större avstånd än 100 km från kärnkraftverken utredas vidare.

Bidrag till rapporten

Tack till Karl Östlund och Pelle Postgård på MSB, Åsa Ljungquist på Socialstyrelsen samt Leif Stenke, Christel Hedman, Giuseppe Masucci och Siegfried Joussineau från Socialstyrelsens medicinska expertgrupp för radionukleära frågor (RN-MeG) för värdefulla bidrag till rapporten.

Referenser

- [1] Strålsäkerhetsmyndigheten, "2017:27 Översyn av beredskapszoner," 2017.
- [2] IARC, "Thyroid Health Monitoring After Nuclear Accidents", 2018.
- [3] WHO, "Iodine thyroid blocking, Guidelines for use in planning for and responding to radiological and nuclear emergencies," 2017.
- [4] "Förordning (2003:789) om skydd mot olyckor".
- [5] IAEA, "EPR-NPP Public Protective Actions, Actions to Protect the Public in an Emergency due to Severe Conditions at a Light Water Reactor," 2013.
- [6] LIKHARTIOV 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.
- [7] ICRP, "Human Respiratory Tract Model for Radiological Protection," ICRP Publication 66. Ann. ICRP 24 (1-3) , 1994.
- [8] ICRP, "Compendium of Dose Coefficients based on ICRP Publication 60," ICRP Publication 119. Ann. ICRP 41 (suppl.), 2012.
- [9] 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.
- [10] IAEA, "The Fukushima Daiichi Accident", 2015.
- [11] A. M. Blixt Buhr, "Skyddsfaktorer," Strålsäkerhetsmyndigheten, 2017.
- [12] "Protective Measures in Early and Intermediate Phases of a Nuclear or Radiological Emergency," 2014.



2020:03

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.

Strålsäkerhetsmyndigheten
Swedish Radiation Safety Authority

SE-17116 Stockholm

Tel: +46 8 799 40 00

E-mail: registrator@ssm.se

Web: stralsakerhetsmyndigheten.se