



Strål
säkerhets
myndigheten

Swedish Radiation Safety Authority

2017:27

Översyn av beredskapszoner



Strål
säkerhets
myndigheten

Swedish Radiation Safety Authority

2017:27

Översyn av beredskapszoner

Datum: Oktober 2017

Rapportnummer: 2017:27 ISSN: 2000-0456

Tillgänglig på www.stralsakerhetsmyndigheten.se

Sammanfattning

Den 22 oktober 2015 gav regeringen Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) i uppdrag att, i samråd med Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB), berörda länsstyrelser samt andra berörda myndigheter och aktörer, genomföra en översyn av de beredskapszoner som gäller för verksamheter med joniserande strålning.

SSM redovisar i denna rapport ett förslag på beredskapszoner och planeringsavstånd kring kärnkraftverken i Forsmark, Oskarshamn och Ringhals, ett förslag på beredskapszon kring Westinghouse Electric Sweden AB:s bränslefabrik i Västerås (bränslefabriken) och ett förslag på planeringsavstånd kring Centralt mellanlager för använt kärnbränsle i Oskarshamn (Clab). SSM redovisar också de ställningstaganden som ligger till grund för förslagen. Dessa omfattar övergripande mål, vilka verksamheter som SSM bedömer omfattas av uppdraget, vilka typer av beredskapszoner som bör finnas, referensnivåer som bör ligga till grund för beredskapsplaneringen samt doskriterier och åtgärdsnivåer för olika skyddsåtgärder.

För de berörda verksamheterna har SSM fastställt dimensionerande händelser som ligger till grund för förslagen till beredskapszoner och planeringsavstånd. För dessa händelser har myndigheten tagit fram representativa källtermer som beskriver de utsläpp som antas följa av respektive händelse. SSM har därefter med hjälp av spridnings- och dosberäkningar tagit fram ett statistiskt underlag för att uppskatta vid vilka avstånd det är motiverat att vidta olika skyddsåtgärder. Utifrån dessa avstånd har slutligen förslag till beredskapszoner och planeringsavstånd kring kärnkraftverken, bränslefabriken och Clab utarbetats av Länsstyrelserna i Uppsala, Kalmar, Hallands och Västmanlands län i samarbete med SSM och MSB.

Kring kärnkraftverken föreslår SSM att det ska finnas en inre beredskapszon med en ungefärlig utsträckning på 5 kilometer och en yttre beredskapszon med en ungefärlig utsträckning på 25 kilometer. I beredskapszonerna ska det finnas en planering för utrymning, inomhusvistelse och intag av jodtabletter. Dessutom ska information och jodtabletter förhandsutdelas samt varning av allmänheten förberedas. Planeringen för utrymning av allmänheten i beredskapszonerna ska möjliggöra att utrymning av inre beredskapszonen kan prioriteras framför utrymning av yttre beredskapszonen. Kring kärnkraftverken föreslår SSM också att det ska finnas ett planeringsavstånd med en utsträckning på 100 kilometer. Inom planeringsavstånden ska det finnas en planering för utrymning som bygger på underlag från strålningsmätning av markbeläggningen, en planering för inomhusvistelse och en planering för begränsad extrautdelning av jodtabletter.

Kring bränslefabriken i Västerås föreslår SSM att det ska finnas en beredskapszon med en ungefärlig utsträckning på 700 meter. I beredskapszonen ska det finnas en planering för inomhusvistelse. Utanför anläggningsområdet kring bränslefabriken bedömer SSM att det inte kan uppstå någon markbeläggning i samband med olyckor som motiverar den typ av planeringsavstånd som SSM föreslår kring kärnkraftverken.

Kring Clab föreslår SSM att det ska finnas ett planeringsavstånd med en utsträckning på 2 kilometer. Inom planeringsavståndet ska det finnas en planering för utrymning som bygger på underlag från strålningsmätning av markbeläggningen. SSM bedömer att det utanför anläggningsområdet kring Clab inte kan uppstå stråldoser i samband med olyckor som motiverar en beredskapszon. Nuvarande beredskapszon bör därför avvecklas.

SSM har i den stegvisa tillståndsprövningen av European Spallation Source ERIC (ESS) i Lund bedömt att det krävs beredskap för allmänheten utanför anläggningsområdet. ESS behandlas dock inte i denna rapport, då det vid tiden för genomförandet av uppdraget saknades tillräckligt underlag för ett ställningstagande om beredskapszoner kring anläggningen.

SSM har i samband med översynen av beredskapszoner sett över hotkategoriseringen för de kärntekniska anläggningarna på Studsviksområdet och beslutat att ingen av dessa ska tillhöra hotkategori II enligt myndighetens föreskrifter. SSM anser därför att det inte längre finns behov av beredskapszoner kring de kärntekniska verksamheterna på Studsviksområdet och att nuvarande beredskapszon bör avvecklas.

För kärnkraftverken, bränslefabriken och Clab redovisar SSM även analyser av vilka stråldoser som kan uppstå under förutsättning att de skyddsåtgärder som enligt förslagen ska förberedas i beredskapszoner och planeringsavstånd kan genomföras vid en olycka. SSM redovisar dessutom analyser av behov av åtgärder inom livsmedelsproduktion och behov av sanering som olyckor i de berörda anläggningarna kan ge upphov till. Resultaten från dessa analyser kan tjäna som planeringsunderlag för myndigheter med ansvar för livsmedel och sanering vid utsläpp från kärntekniska anläggningar.

SSM föreslår i samråd med MSB de förändringar i *Förordning (2003:789) om skydd mot olyckor* som krävs för att förslagen på nya beredskapszoner och planeringsavstånd ska kunna införas. SSM har tillsammans med MSB och Länsstyrelserna i Uppsala, Kalmar, Hallands och Västmanlands län uppskattat de ekonomiska konsekvenserna av förslagen. Om förslagen införs beräknas de leda till ökade årliga förvaltningskostnader på cirka 24 miljoner kronor, utöver dagens anslag på 48 miljoner kronor. Till detta kommer kostnader för att införa förslagen som uppgår till cirka 5,5 miljoner kronor per år under en treårsperiod. SSM vill betona att vissa av de uppskattade kostnaderna kan bli lägre, framförallt beroende på val av teknisk lösning för varning av allmänheten i de nya beredskapszonerna. SSM föreslår att de ökade kostnader för staten som förslaget medför ska finansieras via beredskapsavgiften i *Förordning (2008:463) om vissa avgifter till Strålsäkerhetsmyndigheten*.

SSM har i samråd med MSB och berörda länsstyrelser under arbetet med att ta fram förslag på nya beredskapszoner identifierat tre frågor som bör utredas vidare. Dessa är system för varning av allmänheten kring kärnkraftverken, ansvar för hantering och rekommendationer om intag av jodtabletter samt de larmnivåer som idag tillämpas på kärntekniska anläggningar.

Innehåll

Sammanfattning	3
1. Uppdraget och dess bakgrund	7
1.1. Om beredskapszoner	7
1.2. Nuvarande beredskapszoner	7
1.3. Bakgrund	7
1.4. Uppdraget	9
1.5. Genomförande	9
2. Grunder för nya beredskapszoner	12
2.1. Styrande dokument	12
2.2. Övergripande mål	13
2.3. Verksamheter som ska ha beredskapszoner	14
2.4. Typer av beredskapszoner som ska inrättas	16
2.5. Referensnivåer för radiologiska nödsituationer	18
2.6. Doskriterier och åtgärdsnivåer	19
3. Metod för dimensionering av beredskapszoner och planeringsavstånd	26
3.1. Dimensionerande händelser	26
3.2. Representativa källtermer	26
3.3. Spridnings- och dosberäkningar	27
4. Kärnkraftverken	31
4.1. Dimensionerande händelser	31
4.2. Representativa källtermer	33
4.3. Underlag till beredskapszoner och planeringsavstånd	37
4.4. Beredskapszoner och planeringsavstånd	47
4.5. Känslighetsanalyser	52
4.6. Dos efter skyddsåtgärder	58
4.7. Livsmedelsproduktion	63
4.8. Sanering	66
5. Westinghouse Electric Sweden AB:s bränslefabrik	68
5.1. Dimensionerande händelser	68
5.2. Representativa källtermer	69
5.3. Underlag till beredskapszon	70
5.4. Beredskapszon	72
5.5. Dos efter skyddsåtgärder	74
5.6. Sanering och livsmedelsproduktion	75
6. Centralt mellanlager för använt kärnbränsle	77
6.1. Dimensionerande händelser	77
6.2. Representativa källtermer	78
6.3. Underlag till beredskapszon och planeringsavstånd	81
6.4. Beredskapszon och planeringsavstånd	83
6.5. Dos efter skyddsåtgärder	84
6.6. Livsmedelsproduktion	84
6.7. Sanering	86
7. Konsekvenser av föreslagna beredskapszoner och planeringsavstånd	88
7.1. Nödvändiga förändringar i svensk lagstiftning	88
7.2. Ekonomiska konsekvenser	90
7.3. Övriga samhällsekonomiska konsekvenser	95
7.4. Finansiering av ökade kostnader för staten	95
Bilagor	96

1. Uppdraget och dess bakgrund

1.1. Om beredskapszoner

Beredskapskapszoner är geografiska områden kring vissa verksamheter med joniserande strålning inom vilka skyddsåtgärder förbereds. Förberedelserna ger förutsättningar för att kunna genomföra effektiva skyddsåtgärder för allmänheten vid olyckor inne på anläggningen som påverkar omgivningen. Vissa skyddsåtgärder i beredskapszonerna genomförs direkt när en viss larmnivå har uppnåtts, t.ex. inomhusvistelse vid haverilarm på ett kärnkraftverk, medan andra skyddsåtgärder genomförs baserat på en prognos över händelseutvecklingen eller på underlag från strålningsmätningar. Beslut om skyddsåtgärder som inte genomförs direkt i beredskapszonerna ska alltid anpassas till rådande förhållanden, t.ex. väder eller andra faktorer som påverkar möjligheterna att genomföra dem. Detta innebär att skyddsåtgärder som förberetts inom en beredskapszon kan genomföras fullt ut, till viss del eller inte alls, i händelse av en olycka.

1.2. Nuvarande beredskapszoner

Kring kärnkraftverken finns idag en inre beredskapszon med en utsträckning på 12-15 km och en indikeringszon med en utsträckning på cirka 50 km. Beredskapszonerna kring kärnkraftverken anges i *Förordning (2003:789) om skydd mot olyckor*. Inom den inre beredskapszonen finns system för inom- och utomhuslarmning, förhandsutdelade jodtabletter, förhandsutdelad information om vilka åtgärder boende i området ska vidta vid larm från kärnkraftverket samt en utrymningsplanering. Inom indikeringszonen finns en planering för strålningsmätningar där mätresultat ska kunna ligga till grund för beslut om skyddsåtgärder. Inom indikeringszonen finns även en planering för begränsad extrautdelning av jodtabletter.

Kring Westinghouse Electric Sweden AB:s bränslefabrik i Västerås (bränslefabriken), Svensk Kärnbränslehantering AB:s anläggning Centralt mellanlager för använt kärnbränsle i Oskarshamn (Clab) och Studsvik Nuclear AB i Studsvik har länsstyrelserna i Västmanlands, Kalmar och Södermanlands län idag inrättat beredskapszoner, men dessa zoner är inte angivna i förordningen om skydd mot olyckor.

1.3. Bakgrund

SSM publicerade 2014 rapporten *Beredskapszoner kring kärntekniska anläggningar i Sverige* (SSM 2014:36). I rapporten analyseras olika faktorer som påverkar eller kan komma att påverka utformningen av beredskapszoner kring svenska kärntekniska anläggningar. Analysen visar att det finns brister i hur dagens beredskapszoner är utformade.

Den geografiska definitionen av de inre beredskapszonerna kring kärnkraftverken utgår från telefonstationsområden. Dessa områden förlorade

sin ursprungliga betydelse i början av 1990-talet. Telefonstationsområdena saknar dessutom naturliga geografiska gränser, vilket gör dem olämpliga att använda för att avgränsa beredskapszoner.

Den geografiska definitionen av indikeringszonerna kring kärnkraftverken utgår från kommun- och församlingsgränser. De församlingar som nämns i förordningen om skydd mot olyckor har dock i flera fall slagits samman med andra församlingar och bytt namn. Förordningen hänvisar därför delvis till församlingar som inte längre finns. Genom sammanslagningar har dessutom församlingar som inte ingick i den ursprungliga definitionen av indikeringszonerna tillkommit, vilket i förlängningen riskerar att skapa en osäkerhet kring indikeringszonernas geografiska utsträckning. Ambitionen från regeringen när indikeringszonerna inrättades var att utrymning skulle kunna ske även inom dessa zoner genom att utnyttja civilförvarsplaneringen för större tätorter. Eftersom civilförsvaret till stora delar avvecklats sedan dess, har förmågan att utrymma delar av indikeringszonerna minskat.

Ett nytt strålskyddsdirektiv (rådets direktiv 2013/59/Euratom) antogs 2013 och ska implementeras i svensk lag senast den 6 februari 2018. I strålskyddsdirektivet ställs inga direkta krav på beredskapszoner kring verksamheter med joniserande strålning. Däremot finns krav på att fastställa referensnivåer och upprätta beredskapsplaner så att dessa referensnivåer inte överskrids vid en radiologisk nödsituation. Detta påverkar beredskapszonernas utformning, eftersom det är inom dessa områden som specifika skyddsåtgärder ska förberedas. De nuvarande svenska beredskapszonerna är inte utformade med denna utgångspunkt.

Beredskapszonerna kring kärnkraftverken uppfyller inte den övergripande standarden för beredskap från Internationella atomenergiorganet (IAEA). I synnerhet saknas en närzon kring kärnkraftverken där förebyggande utrymning snabbt kan genomföras efter larm från kärnkraftverken.

Nuvarande svenska beredskapszoner är inte tillräckliga för att klara utsläpp av den storleksordning som skedde vid kärnkraftsolyckan i Japan 2011. Japanska myndigheter hade redan vid middagstid den 12 mars, drygt ett dygn efter att olyckan inleddes, utrymt ett område ut till 20 km från Fukushima Daiichi. Den 15 mars rekommenderade japanska myndigheter inomhusvistelse i ett område mellan 20 och 30 km från kärnkraftverket. Denna rekommendation ändrades den 25 mars till frivillig utrymning inom samma område. I Sverige finns utrymningsplaner för de inre beredskapszonerna, dvs. de områden som sträcker sig 12–15 km från kärnkraftverken.

I Japan fattade myndigheterna beslut om utdelning av jodtabletter, men någon utdelning till följd av detta beslut genomfördes inte. I efterhand har japanska myndigheter konstaterat att intag av jodtabletter skulle ha varit motiverat ut till 50 km från Fukushima Daiichi. I Sverige finns förhandsutdelade jodtabletter i de inre beredskapszonerna, dvs. på avstånd ut till 12-15 km från kärnkraftverken. På länsstyrelserna i kärnkraftsläna finns lager av jodtabletter som medger en begränsad extrautdelning i indikeringszonerna, dvs. på avstånd ut till 50 km från kärnkraftverken. En

plan för hur extrautdelning ska ske vid snabba händelseförlopp saknas dock. Det finns också nationella lager av jodtabletter i Sverige, men det saknas en plan för hur jodtabletter från dessa lager ska delas ut till dem som kan komma att beröras vid en svensk kärnkraftsolycka.

1.4. Uppdraget

Den 22 oktober 2015 gav regeringen Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) i uppdrag att, i samråd med Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB), berörda länsstyrelser samt andra berörda myndigheter och aktörer, genomföra en översyn av de beredskapszoner som gäller för verksamheter med joniserande strålning (M2015/03597/Ke). Uppdraget ska ge svar på följande frågor:

- Vilka beredskapszoner som bör finnas i framtiden
- Vilka verksamheter med joniserande strålning som bör omfattas av förordningen (2003:789) om skydd mot olyckor
- Vilka kriterier i fråga om geografiskt område och förberedda åtgärder som bör gälla för respektive beredskapszon.

Dessutom ska svar på följande frågor redovisas:

- Förslag till åtgärder för att komma till rätta med de brister som redovisas i Strålsäkerhetsmyndighetens rapport *Beredskapszoner kring kärntekniska anläggningar i Sverige* (SSM 2014:36)
- Förslag till nödvändiga förändringar i lagstiftningen
- Möjliga ökade kostnader för stat, kommun, företag eller enskilda
- Förslag till finansiering (om ökade kostnader för staten)
- Övriga samhällsekonomiska konsekvenser.

Uppdraget skulle redovisas i sin helhet till regeringen senast den 1 april 2017. SSM hemställde den 1 december 2016 om förlängd tid att genomföra uppdraget (SSM2015-4786-38). Regeringen fattade den 19 januari 2017 beslut om att uppdraget i sin helhet ska redovisas senast den 1 november 2017 (M2016/02870/Ke).

1.5. Genomförande

En arbetsgrupp på SSM har ansvarat för att genomföra regeringsuppdraget. En styrgrupp med representanter från SSM, MSB, länsstyrelserna i Uppsala, Kalmar, Hallands, Västmanlands, Södermanlands och Skånes län har beslutat i principiella och strategiska frågor. En extern arbetsgrupp med representanter från samma myndigheter som deltagit i styrgruppen har behandlat alla myndighetsövergripande frågor. Representanterna i den externa arbetsgruppen har också ansvarat för att uppgifter som fallit på den egna myndigheten utförts.

Länsstyrelserna har diskuterat förslagen med andra berörda aktörer på regional nivå, t.ex. räddningstjänsten, statliga räddningsledare utsedda inom kärnenergi-beredskapen, polisen, berörda kommuner, Trafikverket,

Kustbevakningen och länsstyrelser i omkringliggande län. SSM har diskuterat förslagen med andra berörda aktörer på nationell nivå, t.ex. Livsmedelsverket, Jordbruksverket, Socialstyrelsen och Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI). SSM har också informerat grannländerna i Norden om förslagen inom ramen för det ordinarie samarbetet mellan nordiska strålsäkerhetsmyndigheter. SSM har vidare informerat om regeringsuppdraget i de lokala säkerhetsnämnderna för alla berörda kärntekniska anläggningar. I syfte att låta övriga få chansen att lämna synpunkter på förslagen har SSM tillsammans med länsstyrelserna och MSB genomfört en hearing i SSM:s lokaler som även gick att följa via en webbsändning. SSM har också tagit in stöd från expertmyndigheter, universitet och konsulter i vissa sakfrågor.

Arbetet har utförts enligt en plan för genomförande av regeringsuppdraget, se Tabell 1. I samband med planeringen för hur regeringsuppdraget skulle genomföras identifierade SSM ett antal centrala utmaningar. En viktig utmaning har varit att skilja mellan fakta och värderingar. Val av dimensionerande händelser som ligger till grund för förslagen på beredskapszoner, mål för vad förberedelserna i beredskapszoner ska kunna leda till samt i vilken utsträckning förslagen på beredskapszoner ska omfatta ovanliga väderförhållanden är exempel på ställningstaganden som till stor del utgår från värderingar. Andra uppgifter utgår i stället i högre utsträckning från kunskapsläget i Sverige och internationellt. Exempel på sådana uppgifter är framtagande av representativa källtermer, doskriterier och åtgärdsnivåer samt parametrar till spridnings- och dosberäkningar. SSM har strävat efter att tydligt redovisa vilka uppgifter som i huvudsak utgår från värderingar och vilka uppgifter som i större utsträckning utgår från gällande kunskapsläge.

En annan viktig utmaning som också identifierades är att hantera stora osäkerheter. Det ligger i sakens natur att sällanhändelser präglas av stora osäkerheter och att det i många fall saknas ett empiriskt underlag att utgå från. Detta har hanterats genom känslighetsanalyser i syfte att identifiera vilka parametrar som har störst betydelse för förslagen på beredskapszoner. SSM redovisar även vilka alternativa utfall som skulle kunna uppstå givet de osäkerheter som finns samt hur väl förslagen på beredskapszoner fungerar för andra möjliga händelser, även sådana som ansetts så osannolika att de inte legat till grund för förslagen.

SSM har också strävat efter att, så långt som möjligt, utgå från internationell erfarenhet om hur en god beredskap för radiologiska nödsituationer byggs upp. Det främsta verktyget för detta har varit den övergripande standarden för beredskap från IAEA. Den har fastställts i konsensus bland samtliga medlemsländer, däribland Sverige, och utgör en sammanfattning av den samlade erfarenheten i världen av hur en god beredskap för radiologiska nödsituationer bör utformas.

Tabell 1. Plan för genomförande av regeringsuppdraget.

Nr	Uppgift
1	Fastställ vilka dokument som ska vara styrande för förslagen till beredskapszoner.
2	Fastställ vilka övergripande mål som ska ligga till grund för förslagen till beredskapszoner.
3	Fastställ vilka verksamheter med joniserande strålning som ska ha beredskapszoner.
4	Fastställ vilka typer av beredskapszoner som ska inrättas.
5	Fastställ vilka referensnivåer, dvs. vilka mål uttryckt i effektiv dos till representativ person givet att planerade skyddsåtgärder genomförs, som ska gälla för de olika händelserna som ska ligga till grund för nya beredskapszoner.
6	Ta fram doskriterier och åtgärdsnivåer för brådskande skyddsåtgärder i radiologiska nödsituationer som utgår från valda referensnivåer samt åtgärdsnivåer för sanering och livsmedelsproduktion.
7	Fastställ vilka dimensionerande händelser som ska ligga till grund för beredskapszoner kring respektive verksamhet med joniserande strålning.
8	Ta fram representativa källtermer för de händelser som ska ligga till grund för förslaget till beredskapszoner.
9	Ta fram ett statistiskt underlag med avstånd där doskriterier och åtgärdsnivåer överskrids med hjälp av spridnings- och dosberäkningar.
10	Föreslå beredskapszoner baserade på en bedömning av för hur stor andel av förekommande väderfall som olika skyddsåtgärder ska förberedas, de övergripande målen för beredskapszoner samt de särskilda förhållanden som råder kring respektive verksamhet.
11	Beräkna dos efter skyddsåtgärder till representativ person givet att olika kombinationer av de föreslagna skyddsåtgärderna kan genomföras inom beredskapszoner.
12	Beräkna kostnader som föreslagna beredskapszoner leder till för stat, kommun företag och enskilda samt uppskatta övriga samhällsekonomiska konsekvenser.
13	Ta fram förslag till nödvändiga förändringar i svensk lagstiftning om förslagen på nya beredskapszonerna ska införas.
14	Ta fram förslag till hur nya beredskapszoner ska finansieras om det leder till ökade kostnader för staten.
15	Samråd med övriga aktörer som berörs av förslaget till nya beredskapszoner.

2. Grunder för nya beredskapszoner

I detta kapitel redovisar SSM de ställningstaganden och parametrar som använts för att ta fram förslagen till beredskapszoner. Först presenteras de dokument som varit styrande för arbetet samt de mål som utformningen av beredskapszonerna syftar till att uppfylla. Därefter presenteras vilka anläggningar som ska ha beredskapszoner och vilka typer av beredskapszoner som ska inrättas. Slutligen redovisas de referensnivåer som använts för att ta fram förslagen till ungefärlig utsträckning av beredskapszonerna, samt de doskriterier och åtgärdsnivåer som använts i beräkningarna.

2.1. Styrande dokument

I arbetet med förslagen till beredskapszoner har SSM identifierat ett antal styrande dokument. Med styrande dokument menar SSM dokument som innehåller krav och rekommendationer relaterade till beredskapszoner vilka förslagen så långt det är möjligt syftar till att uppfylla. I Tabell 2 redovisas dessa dokument. Krav i förordningar och direktiv från EU ska uppfyllas. Krav i svenska lagar och förordningar ska uppfyllas, med reservation för nödvändiga förändringar i svensk lagstiftning som följer av förslagen på nya beredskapszoner. Krav i övergripande standarder från IAEA ska uppfyllas i den mån dessa är förenliga med det svenska krisberedskapssystemet och svensk lagstiftning.

Tabell 2. Styrande dokument till uppdraget om översyn av beredskapszoner.

Dokument	Beskrivning
Rådets direktiv 2013/59/Euratom från den 5 december 2013 (strålskyddsdirektivet)	Strålskyddsdirektivet fastställer grundläggande säkerhetsnormer för skydd mot de faror som uppstår till följd av exponering för joniserande strålning. Strålskyddsdirektivet reglerar både radiologiska nödsituationer och situationer som följer av radiologiska nödsituationer. Det ställer krav på krishanteringssystem, beredskap för radiologiska nödsituationer samt internationellt samarbete före och under en kris.
Lag (2003:778) om skydd mot olyckor	Lagen reglerar hur människors liv och hälsa, egendom och miljö ska ges ett tillfredställande och likvärdigt skydd mot olyckor. Den reglerar ansvaret för att hantera radiologiska nödsituationer och situationer som följer av radiologiska nödsituationer.

Förordning (2003:789) om skydd mot olyckor	Förordningen reglerar i mer detalj de bestämmelser som finns i lagen om skydd mot olyckor. Den reglerar kommunal och statlig räddningstjänst vid radiologiska nödsituationer samt sanering efter olyckor i kärntekniska anläggningar.
IAEA Safety Fundamentals - Fundamental Safety Principles (IAEA SF-1)	IAEA SF-1 innehåller de grundläggande principerna för strålskydd och säkerhet från IAEA.
IAEA Safety Requirements – Radiation Protection and Safety on Radiation Sources: International Basic Safety Standards (IAEA GSR Part 3)	IAEA GSR Part 3 utgör den övergripande standarden inom strålskyddsområdet från IAEA.
IAEA Safety Requirements – Preparedness and Response for a Nuclear or radiological emergency (IAEA GSR Part 7)	IAEA GSR Part 7 utgör den övergripande standarden inom beredskapsområdet från IAEA.

2.2. Övergripande mål

SSM har utgått ifrån följande övergripande mål i arbetet med förslagen på beredskapszonernas geografiska utsträckning och de skyddsåtgärder som ska förberedas:

- Allvarliga deterministiska effekter kan undvikas
- Sannolikheten för stokastiska effekter kan minskas så långt det är möjligt och rimligt.

SSM har dessutom beaktat följande mål i utformningen av beredskapszonerna och de skyddsåtgärder som ska förberedas:

- Effektiv ledning och effektiva insatser möjliggörs
- Informationsspridning underlättas
- Återgången till en normal social och ekonomisk tillvaro underlättas
- Allmänhetens förtroende upprätthålls
- Allmänhetens möjligheter att vidta egna åtgärder underlättas.

2.2.1. Bakgrund till val av mål

I de styrande dokumenten i Tabell 2 anges övergripande mål för beredskapen för radiologiska nödsituationer. Strålskyddsdirektivet formulerar i artikel 97 ett övergripande mål för krishanteringssystemet för radiologiska nödsituationer:

Krishanteringsystemet ska utformas så att det står i proportion till resultaten av en bedömning av potentiell exponering i nödsituationer och möjliggör effektiva insatser vid exponering i nödsituationer i anslutning till verksamheter eller oförutsedda händelser.

Krishanteringsystemet ska omfatta upprättandet av beredskapsplaner i syfte att undvika vävnadsreaktioner som leder till allvarliga deterministiska effekter hos personer i den berörda allmänheten och minska sannolikheten för stokastiska effekter, med beaktande av de allmänna principerna för strålskydd (berättigande och optimering) samt referensnivåer.

IAEA anger nedanstående mål för hanteringen av en radiologisk nödsituation:

- *Återta kontrollen över situationen och begränsa dess konsekvenser*
- *Rädda liv*
- *Undvika eller minimera allvarliga deterministiska effekter*
- *Ge första hjälpen, tillhandahålla nödvändig medicinsk vård och hantera vården av akuta strålskador*
- *Minska sannolikheten för stokastiska effekter*
- *Hålla allmänheten informerad och upprätthålla förtroende hos allmänheten*
- *Begränsa, så långt praktiskt genomförbart, icke-radiologiska konsekvenser*
- *Skydda, så långt praktiskt genomförbart, egendom och miljö*
- *Förbered, så långt praktiskt genomförbart, återgången till en normal social och ekonomisk tillvaro*

2.3. Verksamheter som ska ha beredskapszoner

SSM föreslår att de verksamheter med joniserande strålning som klassificeras i hotkategori I och II av myndigheten ska ha beredskapszoner. Dessa är idag:

- Kärnkraftverken i Ringhals, Forsmark och Oskarshamn
- Bränslefabriken i Västerås
- Clab i Oskarshamn
- European Spallation Source ERIC (ESS) i Lund.

2.3.1. Bakgrund till val av verksamheter

IAEA:s krav inom beredskapsområdet utgår från vilka konsekvenser en verksamhet eller aktivitet kan ge upphov till vid en radiologisk nödsituation. Kraven på beredskap är mer omfattande ju högre risk en viss verksamhet eller aktivitet förknippas med. I IAEA GSR Part 7 finns krav på att händelser i en verksamhet eller aktivitet som kan leda till radiologiska nödsituationer ska identifieras och analyseras. Verksamheten eller aktiviteten ska därefter klassificeras i en av fem beredskapskategorier, beroende på bedömda konsekvenser:

- Beredskapskategori I avser verksamhet där det kan uppstå en radiologisk nödsituation som medför att människor utanför området där verksamheten bedrivs exponeras för doser som motiverar brådskande åtgärder för att undvika allvarliga deterministiska effekter och begränsa sannolikheten för stokastiska effekter. Med allvarliga

deterministiska effekter avses skador som är livshotande eller bestående. Exempel på verksamhet inom beredskapskategori I är kärnkraftverk under drift till dess att reaktorn är permanent avstängd och allt kärnämne har avlägsnats från reaktorn.

- Beredskapskategori II avser verksamhet där det kan uppstå en radiologisk nödsituation inom området där verksamheten bedrivs som medför att människor utanför området exponeras för doser som motiverar brådskande åtgärder för att undvika deterministiska effekter och begränsa sannolikheten för stokastiska effekter. Aktuella händelser bedöms dock inte kunna ge allvarliga deterministiska effekter utanför området där verksamheten bedrivs. Exempel på verksamheter inom beredskapskategori II är vissa kärntekniska anläggningar (andra än kärnkraftverk under drift).
- Beredskapskategori III avser verksamhet där det inom området där verksamheten bedrivs kan uppstå en radiologisk nödsituation som motiverar att skyddsåtgärder vidtas inom området för att undvika deterministiska effekter, inklusive allvarliga sådana, och begränsa sannolikheten för stokastiska effekter. Händelserna bedöms dock inte kunna motivera att åtgärder vidtas utanför området där verksamheten bedrivs. Exempel på verksamheter inom beredskapskategori III är vissa kärntekniska anläggningar samt verksamheter med strålkällor inom sjukvård, industri och universitet.
- Beredskapskategori IV avser verksamhet som är av sådan art att verksamheten inte bedrivs på en viss bestämd plats och som kan ge upphov till en radiologisk nödsituation som motiverar att brådskande åtgärder vidtas. Exempel på verksamheter inom beredskapskategori IV är transport av kärnavfall, transport av strålkällor och radiografering med mobil utrustning.
- Beredskapskategori V omfattar beredskapszoner för verksamheter i beredskapskategori I och II där verksamheterna är belägna i andra länder.

I IAEA GSR Part 7 finns krav på att verksamheter som klassificeras i beredskapskategori I eller II ska ha beredskapszoner. Beredskapskategorier i IAEA GSR Part 7 motsvaras av hotkategorier i SSM:s föreskrifter.

2.3.2. Motivering till SSM:s val av verksamheter

SSM klassificerar kärntekniska anläggningar i hotkategori I eller II, enligt myndighetens föreskrifter (SSMFS 2014:2), om SSM bedömer att det kan inträffa händelser inne på anläggningen som leder till behov av att vidta brådskande skyddsåtgärder utanför anläggningsområdet. Kring sådana anläggningar bör det således upprättas beredskapszoner. För kärntekniska anläggningar som klassificeras i hotkategori III eller inte placeras i någon hotkategori alls, kan det enligt SSM inte inträffa händelser inne på anläggningen som leder till behov av att vidta brådskande skyddsåtgärder utanför anläggningsområdet. Kring sådana anläggningar behövs således inga beredskapszoner.

SSM har klassificerat kärnkraftverken i Ringhals, Forsmark och Oskarshamn i hotkategori I och de kärntekniska anläggningarna bränslefabriken och Clab i hotkategori II. SSM har även preliminärt klassificerat den icke-kärntekniska anläggningen ESS i hotkategori II i den stegvisa tillståndsprovningen av anläggningen. ESS behandlas dock inte i denna rapport då det vid genomförande av uppdraget saknats tillräckligt underlag för ett ställningstagande om beredskapszoner kring anläggningen.

I samband med genomförande av regeringsuppdraget om översyn av beredskapszoner har SSM sett över hotkategoriseringen för de kärntekniska anläggningarna på Studsviksområdet och beslutat att ingen av dessa längre ska tillhöra hotkategori II (SSM2017-991). SSM anser därför att det inte finns behov av beredskapszoner kring de kärntekniska verksamheterna på Studsviksområdet och att nuvarande beredskapszon bör avvecklas.

För verksamhet med joniserande strålning inom beredskapskategori IV finns inte några fastställda geografiska områden där beredskapszoner skulle kunna upprättas. Radiologiska nödsituationer som uppstår vid transport av starka strålkällor, inklusive transport av använt kärnbränsle med fartyget M/S Sigrid, omfattas av denna anledning inte av detta uppdrag. Detsamma gäller om reaktordrivna fartyg driver in på svenskt territorialvatten vid ett reaktorhaveri. För båda dessa situationer finns det dock anledning att utveckla den nuvarande beredskapen så att den leder till att allmänheten som skulle kunna påverkas erbjuds ett skydd som så långt det är möjligt når de mål som satts upp för nya beredskapszoner.

2.4. Typer av beredskapszoner som ska inrättas

SSM föreslår att en *inre beredskapszon*, en *yttre beredskapszon* och ett *planeringsavstånd* inrättas kring verksamheter i hotkategori I. Kring verksamheter i hotkategori II föreslår SSM att en *beredskapszon* och ett *planeringsavstånd* inrättas efter behov.

2.4.1. Bakgrund till val av beredskapszoner

I IAEA GSR Part 7 finns krav på att anläggningar i beredskapskategori I ska ha två beredskapszoner och två planeringsavstånd samt att anläggningar i beredskapskategori II ska ha en beredskapszon och ett eller två planeringsavstånd efter behov. De beredskapszoner och planeringsavstånd som anges i GSR Part 7 är:

- **Precautionary action zone (PAZ):** En beredskapszon kring en anläggning där det finns beredskap att vidta brådskande skyddsåtgärder innan ett utsläpp av radioaktiva ämnen sker, baserat på tillståndet på anläggningen, i syfte att undvika eller minimera allvarliga deterministiska effekter.
- **Urgent protective action planning zone (UPZ):** En beredskapszon kring en anläggning där det finns beredskap att vidta brådskande skyddsåtgärder i syfte att minska sannolikheten för stokastiska effekter. Om möjligt ska åtgärderna vidtas före ett utsläpp av

radioaktiva ämnen som har betydelse ur strålskyddssynpunkt sker, baserat på tillståndet på anläggningen. Under och efter ett utsläpp av radioaktiva ämnen vidtas åtgärder baserat på en bedömning av situationen eller på strålningsmätningar. Inga skyddsåtgärder ska vidtas inom UPZ som försenar skyddsåtgärder inom PAZ.

- Extended planning distance (EPD): Ett planeringsavstånd kring en anläggning inom vilket det ska finnas en plan för strålningsmätningar och bedömning av situationen för att identifiera områden där skyddsåtgärder kan behöva vidtas inom en dag till några veckor efter ett utsläpp av radioaktiva ämnen i syfte att minska sannolikheten för stokastiska effekter.
- Ingestion and commodities planning distance (ICPD): Ett planeringsavstånd kring en anläggning inom vilket det ska finnas en plan för skydd av livsmedelskedjan och dricksvattentäkter samt för skydd av andra varor från att bli kontaminerade vid ett utsläpp av radioaktiva ämnen. Det ska också finnas en plan för att skydda allmänheten från intag av kontaminerade livsmedel samt från användning av kontaminerade varor.

2.4.2. Motivering till SSM:s förslag till beredskapszoner

I IAEA GSR Part 7 finns krav på en särskild beredskapszon kring anläggningar där det kan uppstå allvarliga deterministiska effekter till följd av exponering från joniserande strålning. Denna typ av effekter kan endast uppstå vid anläggningar i beredskapskategori I. Inom den inre beredskapszonen ska skyddsåtgärden utrymning kunna genomföras baserat på tillståndet på anläggningen och innan ett utsläpp av radioaktiva ämnen skett. Den föreslagna inre beredskapszonen kring kärnkraftverken motsvarar IAEA:s beredskapszon PAZ.

För att minska stråldoser i utsläppsfasen vid en radiologisk nödsituation och därmed risken för stokastiska effekter, finns behov av att genomföra brådskande skyddsåtgärder såsom utrymning eller inomhusvistelse. Inom den föreslagna yttre beredskapszonen kring kärnkraftverken och den föreslagna beredskapszonen kring anläggningar i hotkategori II ska denna typ av skyddsåtgärder vara förberedda och kunna genomföras med kort varsel. Dessa beredskapszoner motsvarar IAEA:s beredskapszon UPZ. Vilka skyddsåtgärder som förbereds inom de föreslagna beredskapszonerna kan skilja sig åt mellan olika anläggningar.

För skyddsåtgärder på större avstånd där området som kan komma att påverkas är svårt att förutse eller för skyddsåtgärder som inte är lika brådskande, bör istället ett planeringsavstånd inrättas. Exempel på sådana skyddsåtgärder som kan genomföras utanför beredskapszonerna är rekommenderad inomhusvistelse, utrymning som genomförs baserat på underlag från strålningsmätningar av markbeläggningen och extrautdelning av jodtabletter. Det föreslagna planeringsavståndet motsvarar IAEA:s EPD.

Enligt IAEA ska planeringsavståndet ICPD för skyddsåtgärder inom livsmedels- och varusektorn sträcka sig 300 km ut från ett kärnkraftverk.

SSM:s beräkningar visar att skyddsåtgärder inom livsmedelssektorn kan behövas på större avstånd än så. Baserat på detta, samt på grund av den geografiska placeringen av svenska kärnkraftverk och utländska kärnkraftverk i Sveriges närhet, anser SSM att denna typ av grundläggande planering är nödvändig i hela Sverige. Analyserna av skyddsåtgärder inom livsmedelssektorn ligger inte till grund för förslagen på beredskapszoner och planeringsavstånd, men kan ändå fungera som stöd i beredskapsplaneringen för ansvariga myndigheter. SSM vill därför uppmana de myndigheter som ansvarar för beslut och rekommendationer om åtgärder inom livsmedels- och varusektorn att beakta de avstånd där åtgärder kan bli nödvändiga samt tidsramen inom vilka beslut och rekommendationer måste genomföras i enlighet med de beräkningar som redovisas i denna rapport. SSM vill vidare uppmana berörda myndigheter att beakta de speciella omständigheter angående livsmedel som råder vid utsläpp av alfastående ämnen på grund av svårigheterna att mäta dessa ämnen.

2.5. Referensnivåer för radiologiska nödsituationer

För den dimensionerande händelsen på ett kärnkraftverk utan fungerande konsekvenslindrande system (se avsnitt 4.1) har SSM använt referensnivån 100 millisievert (mSv) årlig effektiv dos som utgångspunkt för att ta fram förslag på beredskapszoner och planeringsavstånd. För alla andra dimensionerande händelser har SSM använt referensnivån 20 mSv årlig effektiv dos som utgångspunkt för att ta fram förslag på beredskapszoner och planeringsavstånd.

I planeringen för radiologiska nödsituationer ska strålskyddet optimeras. En beredskapszon kan därför vara motiverad även för verksamheter där inga händelser förväntas leda till att den valda referensnivån överskrids, men där skyddsåtgärder som leder till mer nytta än skada kan vidtas. Detta kan gälla för verksamheter i hotkategori II där förberedda rutiner för snabb inomhusvistelse kan vara motiverade, även om inga händelser på anläggningen förväntas kunna leda till effektiva doser för allmänheten över 20 mSv.

2.5.1. Bakgrund och motivering till val av referensnivåer

Beredskapszoner och planeringsavstånd är geografiska områden kring anläggningar i hotkategori I och II inom vilka skyddsåtgärder för allmänheten ska förberedas. Med skyddsåtgärd avses här en åtgärd som vidtas för att minska människors pågående eller potentiella exponering för strålning. De huvudsakliga skyddsåtgärder för vilka planering bör finnas inom föreslagna beredskapszoner och planeringsavstånd är utrymning, inomhusvistelse och intag av jodtabletter.

De skyddsåtgärder som förbereds är avsedda att leda till att vald referensnivå kan underskridas för den eller de händelser som ligger till grund för beredskapszonerna och planeringsavståndet. En beredskapsplan som på planeringsstadiet inte möjliggör att detta mål kan uppnås ska omarbetas. Om en radiologisk nödsituation inträffar ska referensnivån istället ses som ett

riktvärde där optimering först kan behöva fokusera på personer som riskerar att få högre doser än den valda referensnivån. Därefter ska optimering fortsätta under den valda referensnivån så långt det är möjligt och rimligt.

Enligt strålskyddsdirektivet ska referensnivåer för radiologiska nödsituationer fastställas inom intervallet 20 till 100 mSv årlig effektiv dos. Kraven i strålskyddsdirektivet att fastställa referensnivåer för radiologiska nödsituationer kan uppfyllas genom att fastställa en generell referensnivå för alla händelser som kan leda till radiologiska nödsituationer, genom att fastställa enskilda referensnivåer för olika händelser som kan leda till radiologiska nödsituationer eller genom ett mellanting av båda dessa alternativ. I syfte att förenkla arbetet med att ta fram effektiva beredskapsplaner anser SSM att antalet referensnivåer bör vara litet.

En referensnivå på 20 mSv effektiv för allmänheten ligger i linje med ambitionsnivån för arbetstagare vid radiologiska nödsituationer. I strålskyddsdirektivet anges att värdet för dosgränsen för arbetstagare på 20 mSv effektiv dos under ett år om möjligt inte ska överskridas även vid radiologiska nödsituationer. Denna ambition omfattar också arbetstagare inom t.ex. räddningstjänst, polis och akutsjukvård som sannolikt inte kommer exponeras för joniserande strålning i tjänsten vare sig före eller efter den radiologiska nödsituationen. För allmänheten kring berörda anläggningar anser SSM att målsättningen med strålskyddet för motsvarande situationer ska vara minst lika ambitiös. Referensnivån 20 mSv effektiv dos ligger dessutom i linje med överenskommelsen från 2013 mellan de nordiska strålsäkerhetsmyndigheterna om gemensamma riktlinjer för skyddsåtgärder i radiologiska nödsituationer. Så långt det är rimligt anser SSM därför att referensnivån 20 mSv effektiv dos bör tillämpas för de dimensionerande händelser som ligger till grund för förslagen till nya beredskapszoner.

För den dimensionerande händelsen på ett kärnkraftverk utan fungerande konsekvenslindrare system (se avsnitt 4.1), anser SSM dock att referensnivån 100 mSv effektiv dos bör ligga till grund för förslaget till nya beredskapszoner. Händelsen representerar ett värsta fall med avseende på utsläppets storlek från en kärnkraftsreaktor. En sådan händelse bedöms vara så osannolik att den inte behöver beaktas i konstruktionen av konsekvenslindrare system på kärnkraftverken enligt regeringsbeslut från 1986. Däremot ska sådana händelser beaktas i beredskapsplaneringen, men det är då inte rimligt att använda referensnivån 20 mSv effektiv dos. Kostnaden för att upprätthålla en sådan beredskap skulle bli mycket hög samtidigt som sannolikheten för att genomföra en framgångsrik utrymning av så stora områden som då skulle omfattas är låg.

2.6. Doskriterier och åtgärdsnivåer

Referensnivåer ska tillämpas i planeringen för radiologiska nödsituationer och ligga till grund för beredskapsplaner. Den operativa nyttan av referensnivåer om en radiologisk nödsituation skulle inträffa är dock liten, och de är inte heller direkt användbara vid dimensioneringen av beredskapszonerna

eftersom referensnivåer uttrycks som årlig stråldos. Skyddsåtgärder, såväl operativt som i planeringsfasen, baseras istället i huvudsak på stråldoser som erhålls under kortare tidsperioder, på dosratsvärden eller på aktivitetsnivåer. Dessa parametrar kallas doskriterier och åtgärdsnivåer. För mer information om doskriterier och åtgärdsnivåer, se bilaga 1.

2.6.1. Om doskriterier för skyddsåtgärder

Ett doskriterium för en skyddsåtgärd är det värde på dos till en person, utan beaktande av skyddsåtgärder, som när det överskrids eller riskerar att överskridas, i de flesta fall innebär att skyddsåtgärden bör vidtas. För varje separat skyddsåtgärd definieras ett doskriterium. Doskriterier väljs så att den sammanlagda dosen ska underskrida vald referensnivå om skyddsåtgärder genomförs när respektive doskriterium överskrids.

Doskriterier avser effektiv, ekvivalent eller absorberad dos som en oskyddad person erhåller vid exponering från joniserande strålning under en bestämd tidsperiod. I beräkningen av dosbidraget från extern exponering ingår dos från molnpassage och markbeläggning. I beräkningen av dosbidraget från intern exponering ingår intecknad dos från inandning av radioaktiva ämnen i molnet.

Doskriterier har definierats för respektive skyddsåtgärd som genomförs utgående från tillståndet på anläggningen eller baserat på en spridningsprognos om utsläppet. Doskriterierna avser den integrerade dosen under sju dygn från den tidpunkt då utsläppet inleds. På detta sätt inkluderas dosbidragen under hela molnpassagen, även under långdragna utsläppsförlopp.

Doskriterier för skyddsåtgärderna utrymning, inomhusvistelse och intag av jodtabletter gäller för både vuxna och barn, där barn representeras av åldersgruppen 1-åringar. Barn är känsligare än vuxna för exponering från joniserande strålning vilket motiverar att stråldoser beräknas för både vuxna och barn. Skälet till att barn representeras av gruppen 1-åringar är att denna åldersgrupp utgör den mest känsliga gruppen av barn¹. För skyddsåtgärden intag av jodtabletter omfattar doskriteriet även gravida i syfte att skydda fostret.

2.6.2. Om åtgärdsnivåer för skyddsåtgärder

En åtgärdsnivå är ett värde på en mätbar storhet kopplad till en viss skyddsåtgärd som när den överskrids eller förväntas överskridas innebär att skyddsåtgärden i de flesta fall bör vidtas. Åtgärdsnivåer har således definierats för de skyddsåtgärder som främst genomförs baserat på mätdata. Åtgärdsnivåerna avser deponerad aktivitet per ytenhet på marken av en viss nuklid och är angivna i enheten kilobecquerel per kvadratmeter (kBq/m²). Åtgärdsnivåerna är endast vägledande eftersom de, till skillnad från doskriterier, bara beaktar en enskild exponeringsväg. Eftersom åtgärds-

¹ För vissa nuklider och exponeringsvägar är andra åldersgrupper mer utsatta. För de händelser och doskriterier/åtgärdsnivåer som använts i detta arbete gäller dock antagandet om 1-åringar.

nivåerna relaterar till uppmätta värden av markbeläggning kan de behöva anpassas till rådande situation. Detta innebär att skyddsåtgärder kan vara lämpliga att vidta även vid högre eller lägre nivåer.

2.6.3. Skyddsfaktorer vid inomhusvistelse

Åtgärdsnivåer för utrymning och sanering är beräknade utgående från vilken tillskottsdos som erhålls från markbeläggning under det första året efter ett utsläpp av radioaktiva ämnen. Tillskottsdosen beror bland annat på antaganden om vistelsetider utom- och inomhus. För att ange den skyddande effekten vid inomhusvistelse används begreppet skyddsfaktor. Skyddsfaktorn definieras som kvoten mellan stråldosen inomhus och stråldosen utomhus utan skydd vid samma plats och under samma tidsperiod. Det betyder att ju lägre skyddsfaktorn är desto bättre skydd fås vid inomhusvistelse.

De skyddsfaktorer som använts i detta arbete för att uppskatta effektiviteten av skyddsåtgärden inomhusvistelse under pågående utsläpp är 0,5 för småhus och 0,1 för flerbostadshus eller andra lokaler med utökat skydd. De skyddsfaktorer som använts för att bestämma åtgärdsnivåer för utrymning och sanering baserat på en markbeläggning av radioaktiva ämnen är 0,5 för småhus och 0,25 för flerbostadshus. Dessa skyddsfaktorer är beräknade med antagandet inomhusvistelse under 80 procent av tiden. En detaljerad redovisning för hur skyddsfaktorer vid inomhusvistelse tagits fram finns i bilaga 1.

2.6.4. Doskriterier för förebyggande utrymning

Det mest prioriterade målet för strålskyddet under en radiologisk nödsituation är att undvika allvarliga deterministiska effekter. I de fall sådana effekter kan uppstå ska utrymning kunna genomföras i förebyggande syfte baserat på tillståndet på anläggningen och innan ett utsläpp av radioaktiva ämnen sker.

Doskriterier för förebyggande utrymning utgår från tröskeldoser för uppkomsten av allvarliga deterministiska effekter. Med allvarliga deterministiska effekter avses skador som är livshotande eller bestående. Tröskeldoser, som avser absorberad dos till ett organ, innebär en ökad incidens av allvarliga deterministiska effekter bland de som erhåller stråldoser över denna nivå. För både vuxna och barn blir den gränssättande organdosen absorberad dos till röd benmärg. Foster är särskilt känsliga för exponering från joniserande strålning under vissa graviditetsveckor, varför särskilda doskriterier för foster är nödvändiga. I Tabell 3 anges dessa doskriterier, vilka använts för dimensionering av den inre beredskapszonen kring kärnkraftverken.

Tabell 3. Tröskeldoser för skyddsåtgärder för att undvika allvarliga deterministiska effekter.

Dos	Doskriterium	Kommentar
Absorberad dos till röd benmärg (vuxna och barn)	1 000 mGy	Tröskeldos som motsvarar 1 procents dödlighet utan medicinskt omhändertagande
Absorberad dos till embryo	100 mGy	Tröskeldos för missbildningar på embryon 2-7 veckor efter befruktning
Absorberad dos till fostrets hjärna	300 mGy	Tröskeldos för allvarlig utvecklingsstörning hos foster 8-15 veckor efter befruktning

2.6.5. Doskriterier för utrymning

Det näst mest prioriterade målet för strålskyddet under en radiologisk nödsituation är att minska sannolikheten för stokastiska effekter så långt det är möjligt och rimligt. För att nå detta mål ska utrymning kunna genomföras antingen med anledning av tillståndet på anläggningen eller baserat på en spridningsprognos.

Doskriterier för utrymning utgår från effektiv dos. En utrymning som genomförs enligt plan kommer helt att avbryta exponeringen från joniserande strålning och av denna anledning sätts doskriterierna för utrymning till samma nivå som referensnivåerna. Doskriteriet för skyddsåtgärden utrymning är således 20 mSv effektiv dos till både vuxna och barn för alla händelser utom för den dimensionerande händelsen utan fungerade konsekvenslindrande system på ett kärnkraftverk (se avsnitt 4.1). För denna händelse är doskriteriet 100 mSv effektiv dos. Dessa doskriterier ligger till huvudsaklig grund för dimensioneringen av den yttre beredskapszonen kring kärnkraftverken.

2.6.6. Åtgärdsnivåer för utrymning på grund av markbeläggning

Åtgärdsnivåer för utrymning på grund av markbeläggning är framtagna i syfte att begränsa den effektiva dosen från extern bestrålning från markbeläggning på längre sikt. De är framtagna för nuklider med relativt lång halveringstid och är satta till en nivå som begränsar den effektiva dosen till 20 mSv under det första året från dessa nuklider. Utrymning på grund av markbeläggning ska övervägas i områden där åtgärdsnivån överskrids. Åtgärdsnivåerna för skyddsåtgärden utrymning har använts för dimensionering av planeringsavstånd inom vilka strålningsmätningar för ett beslutsunderlag ska kunna genomföras inom en vecka.

När räddningstjänst avslutas efter en olycka upphör också den radiologiska nödsituationen. Om olyckan lett till utsläpp av radioaktiva ämnen som ger upphov till långvarig exponering övergår den radiologiska nödsituationen till en befintlig exponeringssituation. Enligt EU:s Strålskyddsdirektiv får referensnivån för en befintlig exponeringssituation inte sättas högre än

20 mSv effektiv dos under ett år. Att identifiera och utrymma områden där markbeläggningen kan ge en effektiv dos överstigande 20 mSv under första året är därmed en förutsättning för att kunna avsluta den radiologiska nödsituationen.

I Tabell 4 anges åtgärdsnivåer som indikerar när utrymning kan behöva övervägas. Åtgärdsnivån har beräknats med skyddsfaktorn 0,5 baserat på ett antagande om boende i ett småhus och 80 procent inomhusvistelse. Händelser vid bränslefabriken i Västerås kan inte ge upphov till så kraftig markbeläggning av långlivade, gammastrålande nuklider att utrymning på grund av extern exponering blir aktuell. Av denna anledning anges inga åtgärdsnivåer för utrymning för denna anläggning.

Tabell 4. Åtgärdsnivåer för skyddsåtgärden utrymning där extern exponering från markbeläggningen av utvalda nuklider kan ge upphov till en effektiv dos på 20 mSv under första året.

Anläggning	Nuklider	Åtgärdsnivå (kBq/m ²)
Kärnkraftverk	Cs-137 + Cs-134	2 000
Clab	Cs-137 + Cs-134	3 000
	Co-60	1 000

2.6.7. Doskriterier för inomhusvistelse

Inomhusvistelse är en relativt enkel skyddsåtgärd som inte kräver lika mycket förberedelser som utrymning eller intag av jodtabletter. Om den rekommenderade inomhusvistelsen kan hållas begränsad i tiden innebär den inte heller några allvarliga negativa konsekvenser för allmänheten. Av denna anledning anser SSM att det är rimligt att använda samma doskriterium för inomhusvistelse för alla händelser, oavsett om referensnivån är 20 eller 100 mSv effektiv dos.

Enligt den nordiska överenskommelsen från 2013 om gemensamma nordiska riktlinjer för skyddsåtgärder i radiologiska nödsituationer och enligt principerna för optimering i radiologiska nödsituationer ska skyddsåtgärder övervägas även i de fall händelsen inte förväntas leda till stråldoser över den valda referensnivån. De nordiska strålsäkerhetsmyndigheterna är överens om att det generellt är lämpligt att vidta skyddsåtgärder om stråldosen förväntas överstiga 10 mSv effektiv dos. SSM har därför satt doskriteriet för skyddsåtgärden inomhusvistelse till 10 mSv effektiv dos.

2.6.8. Doskriterier för intag av jodtabletter

Sköldkörteln är känslig för strålning och ackumulerar radioaktiv jod vid inandning under molnpassage. Genom intag av stabil jod förebyggs upptag av radioaktiv jod i sköldkörteln. Jodtabletter bör tas innan ett radioaktivt utsläpp sker. Det är därför en skyddsåtgärd som kräver omfattande planering om den ska kunna genomföras i praktiken, antingen genom att jodtabletter delas ut i förväg eller genom att jodtabletter skyndsamt delas ut under

händelsen. Doskriteriet 50 mSv in-tecknad ekvivalent dos till sköldkörteln för vuxna, barn och gravida ligger till grund för planeringen för jodtabletter.

För utsläpp från ett kärnkraftverk vid händelsen med fungerande konsekvenslindrande systemen (se avsnitt 4.1) kan nivån 10 mSv ekvivalent dos till sköldkörteln användas för att ge information om när intag av redan förhandsutdelade jodtabletter kan rekommenderas.

För vuxna över 40 år har jodtabletter liten effekt. Om tillgången på tabletter är begränsad ska därför barn och gravida prioriteras. Intag av jodtabletter används sällan som enda skyddsåtgärd utan kombineras ofta med skyddsåtgärden inomhusvistelse.

2.6.9. Åtgärdsnivåer för livsmedelsproduktion

Redan vid låga markbeläggningar av radioaktiva ämnen kan det uppstå koncentrationer av radioaktivitet i livsmedel som överskrider EU:s gränsvärden för radioaktiva ämnen i livsmedel och foder. Dessa gränsvärden syftar till att hålla den effektiva dosen från intag av livsmedel under 1 mSv det första året. Åtgärdsnivåer för livsmedel har tagits fram av SSM för dricksvatten, mjölk, kött, spannmål, bladgrönsaker och potatis. En markbeläggning av radioaktiva ämnen över åtgärdsnivåerna innebär att skyddsåtgärder inom livsmedelsproduktion bör övervägas. De skyddsåtgärder som kan bli aktuella i detta sammanhang innefattar t.ex. mät- och kontrollprogram, begränsning av intag genom saluförbud eller kostråd samt olika typer av motåtgärder inom djurnäring och jordbruk för att minska växter och djurs upptag av radioaktiva ämnen.

Åtgärdsnivåerna för livsmedelsproduktion har inte använts för dimensionering av beredskapszoner eller planeringsavstånd. De indikerar dock inom vilka avstånd en grundläggande planering för skydd av livsmedelskedjan och för ytdricksvattentäkter bör finnas, i syfte att skydda allmänheten från intag av radioaktiva ämnen. Exempel på åtgärdsnivåer för livsmedelsproduktion är 10 kBq/m² för summan av isotoperna Cs-134, Cs-136 och Cs-137 samt 5 kBq/m² av isotopen I-131. Dessa åtgärdsnivåer kan vid nedfall över betesmark leda till att gränsvärden av radioaktiva ämnen i mjölk överskrids. Åtgärdsnivån 1 kBq/m² för summan av isotoperna Cs-134, Cs-136 och Cs-137 kan vid nedfall över betesmark leda till att gränsvärden av radioaktiva ämnen i lamm-, nöt- och renkött överskrids. Åtgärdsnivåerna för livsmedelsproduktion redovisas i sin helhet i bilaga 1.

2.6.10. Åtgärdsnivåer för sanering

Sanering är en skyddsåtgärd som syftar till att minska dosen till befolkningen eller att göra ett utrymt område beboeligt igen. Vilka faktiska saneringsinsatser som är berättigade efter ett utsläpp av radioaktiva ämnen och vid vilka åtgärdsnivåer dessa ska genomföras avgörs av en rad faktorer såsom tillgängliga resurser, kostnader och avfallsmängder. Av denna anledning har åtgärdsnivåer för sanering tagits fram i flera olika nivåer.

Åtgärdsnivåer för sanering är, med ett undantag, beräknade för samma nuklider och med samma beräkningsförutsättningar som åtgärdsnivåerna för utrymning (se avsnitt 2.6.4), med syfte att begränsa den effektiva dosen från extern exponering från markbeläggning på längre sikt. De är satta till nivåer som ger tillskottsdoser från dessa nuklider på mellan 1 och 50 mSv effektiv dos under det första året. Detta gör att t.ex. åtgärdsnivån för tillskottsdosen 20 mSv effektiv dos blir densamma som åtgärdsnivån för utrymning. Åtgärdsnivåer för sanering av gammastrålande nuklider har inte använts vid dimensionering av beredskapszoner och planeringsavstånd. Mer information om åtgärdsnivåerna för sanering finns i bilaga 1.

För händelser med utsläpp av uran vid bränslefabriken i Västerås har SSM valt att sätta åtgärdsnivån för sanering i enlighet med nivån för friklassning av lokaler och byggnader i SSM:s friklassningsföreskrifter. Beräkningar visar att det endast är begränsade områden som kan påverkas av en markbeläggning av betydelse, varför SSM anser att det är rimligt att sanering övervägs ner till denna nivå.

3. Metod för dimensionering av beredskapszoner och planeringsavstånd

SSM har för de berörda anläggningarna fastställt dimensionerande händelser som ligger till grund för förslagen till beredskapszoner och planeringsavstånd. För dessa händelser har myndigheten tagit fram representativa källtermer som beskriver de utsläpp som antas följa från respektive händelse. SSM har därefter genomfört spridnings- och dosberäkningar med historiska väderdata, för att uppskatta vid vilka avstånd det är motiverat att vidta olika skyddsåtgärder.

3.1. Dimensionerande händelser

SSM har för varje verksamhet valt ut dimensionerande händelser som ligger till grund för förslagen på beredskapszoner och planeringsavstånd. Antalet valda händelser beror i huvudsak på verksamheten och de i verksamheten förkommande radioaktiva ämnens beskaffenhet. Händelserna är dimensionerande med avseende på olika aspekter. Vissa händelser har valts ut eftersom tiden från inledande händelse till utsläpp är kort, vilket kan begränsa möjligheterna att genomföra effektiva skyddsåtgärder för allmänheten. Andra händelser har valts ut eftersom de representerar ett värsta fall med avseende på utsläppets storlek.

Händelserna som valts ut är fysikaliskt möjliga, men är i vissa fall så osannolika att de inte behöver beaktas vid utformning av säkerhetssystem eller konsekvenslindrande system. Säkerhetssystem och i förekommande fall konsekvenslindrande system har därför antagits fungera enligt design, delvis eller inte alls.

Vissa avgränsningar har gjorts avseende val av dimensionerande händelser. Exempelvis har inte alla tänkbara antagonistiska händelser eller mycket allvarliga flygplansolyckor som påverkar anläggningarna beaktats. Mycket osannolika naturkatastrofer, t.ex. att en meteorit träffar anläggningen eller extremt kraftiga jordbävningar, har heller inte beaktats. SSM har i detta avseende strävat efter att behandla de olika verksamheterna på ett likvärdigt sätt, så att antaganden och förutsättningar för separata verksamheter inte har oberättigade skillnader.

3.2. Representativa källtermer

För varje dimensionerande händelse har SSM tagit fram en representativ källterm som beskriver utsläppet av radioaktiva ämnen till omgivningen. De representativa källtermerna innehåller information om vilka nuklider som ingår i utsläppet och i vilken mängd respektive nuklid släpps ut. Källtermen innehåller även information om utsläppshöjd, tidsförlopp och eventuellt värmeinnehåll. Till skillnad från de dimensionerande händelserna som är valda, så är källtermer för de dimensionerande händelserna beräknade utifrån

befintlig kunskap och representerar ett av flera möjliga utfall av samma händelse. Vid källtermsberäkningarna har konservativa, men realistiska antaganden om de ingående parametrarna använts. Osäkerheter har skattats genom känslighetsanalyser där påverkan av en ändring i en viss ingående parameter studerats. Beroende på anläggning har olika beräkningsverktyg och referenslitteratur använts, då förutsättningarna skiljer sig åt mellan exempelvis ett kärnkraftverk och en bränslefabrik. Beräkningar är behäftade med stora osäkerheter.

3.3. Spridnings- och dosberäkningar

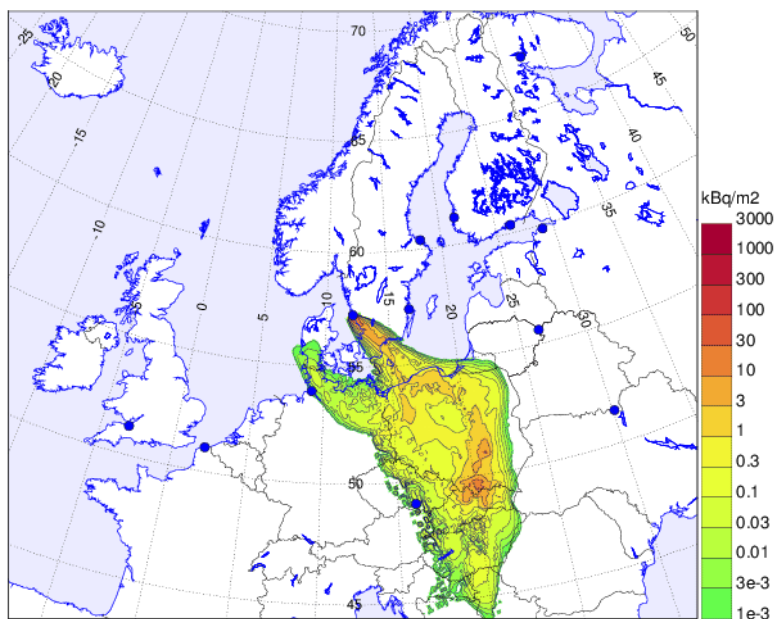
3.3.1. Atmosfäriska spridningsberäkningar

Atmosfäriska spridningsberäkningar ger information om hur radioaktiva ämnen i de representativa källtermerna sprids i den omgivande atmosfären via fysikaliska processer, för att slutligen deponera på marken och därigenom ge upphov till en radioaktiv markbeläggning. Resultatet av spridningsberäkningarna ges i form av luftaktivitet, tidsintegrerad luftaktivitet och markdeponerad aktivitet för respektive nuklid som funktion av tid och rum. Med kännedom om aktivitetskoncentrationer i luften och på marken kan stråldoser sedan beräknas.

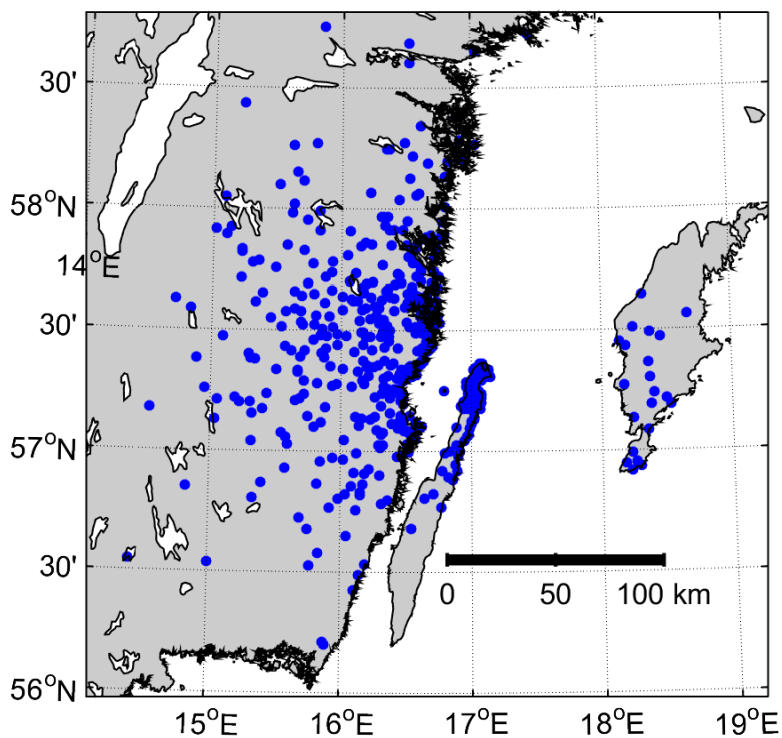
Markdepositionen modelleras med hänsyn tagen till såväl torr- som våtdeposition, dvs. om nedfallet sker i samband med nederbörd eller under uppehållsväder. Det senare är möjligt genom att den meteorologiska informationen som används i spridningsberäkningarna även innefattar nederbördsinformation. Vid beräkningar av deposition tas också hänsyn till inverkan av skiftande markförhållanden.

Atmosfäriska spridningsberäkningar används vanligen för att erhålla information om vilket geografiskt område som kan beröras av ett utsläpp från en given källa vid en given tidpunkt, samt i vilken utsträckning och under vilka tidsförhållanden påverkan kan ske. Resultaten presenteras normalt på en karta som visar en eller flera aktivitets- eller dosrelaterade storheter som funktion av tiden (se Figur 1). I denna utredning är frågeställningarna annorlunda. I syfte att ta reda på utsträckningen av de områden som bör omfattas av beredskapsplaneringen beräknas istället de största avstånden på fastland eller öar där doskriterier eller åtgärdsnivåer för olika skyddsåtgärder från en given utsläppskälla och en given källterm överskrids.

I syfte att belysa effekterna av skiftande meteorologiska förhållanden har ett stort antal spridningsberäkningar med varierande utsläppstidpunkter fördelade över en tioårsperiod (februari 2006 – februari 2015) genomförts för varje anläggning och representativ källterm. Till beräkningarna har meteorologiska data från SMHI använts. För att fånga upp såväl dygnsmässiga som årstidsmässiga variationer har beräkningarna genomförts med antagande om ett utsläpp var 26:e timme under perioden, vilket ger cirka 337 beräkningar per år. Varje utsläpp har modellerats under en period om 72 timmar. Exempel på beräkningsresultat illustreras i Figur 2.



Figur 1. Exempel på resultat från en atmosfärisk spridningsberäkning. Bilden bygger på ett fiktivt utsläpp av Cs-137 från kärnkraftverket i Ringhals och visar den resulterande markbeläggningen (uttryckt i kBq/m²) detta utsläpp skulle ge upphov till 48 timmar efter utsläppsstart.



Figur 2. Exempel på resultat från genomförda spridningsberäkningar (943 st) för ett fiktivt utsläpp från kärnkraftverket i Oskarshamn, för ett givet doskriterium. Blå punkter representerar det största avstånd där doskriteriet överskridits i en enskild beräkning, dvs. för ett specifikt väderfall.

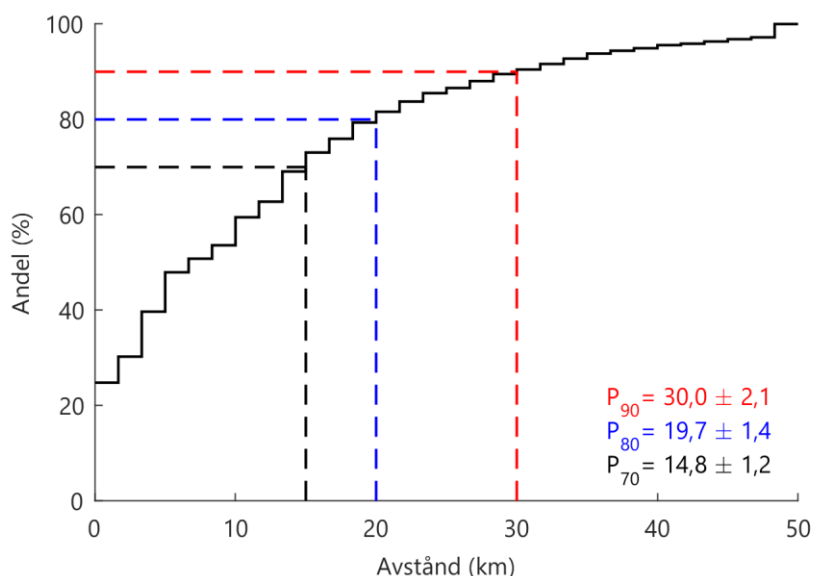
3.3.2. Beräkningar av stråldos

Från spridningsberäkningarna erhålls aktivitetskoncentration på marken och i luften. Dessa har använts för att beräkna effektiv dos samt ekvivalent dos till sköldkörteln. Den effektiva dosen har beräknats för en tidsperiod på sju dygn och utgör summan av dos från tre olika exponeringsvägar: extern exponering från radioaktiva ämnen i plymen (det radioaktiva moln som sprids i luften), extern exponering från radioaktiva ämnen som har deponerat på marken och intern exponering från inandning av radioaktiva ämnen i plymen. Den effektiva dosen från inandning av radioaktiv jod har även använts till att beräkna ekvivalent dos till sköldkörteln genom att den effektiva dosen från jod multipliceras med en vävnadsfaktor för sköldkörteln.

Särskilda beräkningar har utförts för dos till röd benmärg, dos till embryo och dos till fostrets hjärna från de olika exponeringsvägarna. Detta görs för att få en uppskattning av de största avstånden där doskriterier för skyddsåtgärder som ska förhindra att allvarliga deterministiska effekter uppkommer överskrids.

3.3.3. Statistisk dataanalys

Resultat från spridnings- och dosberäkningarna ges i form av ett största avstånd där ett doskriterium eller en åtgärdsnivå har överskridits. Fördelningen av sådana avstånd har sammanställts i kumulativa histogram. Varje histogram visar för ett visst doskriterium eller en viss åtgärdsnivå andelen väderfall där kriteriet underskrids som funktion av avståndet. Avståndsfördelningar som de i Figur 3 ger underlag till ställningstaganden om för hur stor andel av förekommande väderfall som olika skyddsåtgärder bör förberedas. Avståndet där en viss procentandel (x) väderfall omfattas benämns percentil och betecknas enligt formen P_x .



Figur 3. Exempel på avståndsfördelning för ett visst doskriterium med tre percentiler (P_{70} , P_{80} och P_{90}) markerade. I 90 procent av väderfallen blir det största avståndet där doskriteriet överskrids kortare än 30,0 km, i 80 procent av väderfallen kortare än 19,7 km och i 70 procent av väderfallen kortare än 14,8 km.

De förslag på ungefärlig utsträckning av beredskapszoner och planeringsavstånd som SSM föreslår i denna rapport omfattar mellan 70 och 90 procent av alla förekommande väderfall. Det innebär att alla väderfall inte påverkat förslagen på ungefärlig utsträckning av beredskapszoner och planeringsavstånd. Om beredskapsplaneringen ska ta hänsyn till de mest extrema väderfallen leder det till att skyddsåtgärder måste förberedas på mycket stora avstånd och därmed till orimliga samhälleliga och ekonomiska konsekvenser. Detta illustreras i Figur 3 där ökningen av andelen väderfall som omfattas avtar med ökande avstånd. SSM vill i detta sammanhang framhålla att det finns en generell förmåga att hantera konsekvenser av olyckor som gäller i hela Sverige. Den förmågan kan användas oavsett omfattning på olyckan eller dess konsekvenser.

SSM har inte tagit någon hänsyn till förhärskande vindriktning i utformningen av beredskapszonerna, dvs. samma ungefärliga avstånd har tillämpats som grund för utformningen i alla riktningar på fastlandet. SSM anser att förutsägelser om sammanlagd sannolikhet för ett visst utfall, t.ex. att en allvarlig kärnkraftsolycka inträffar just under vissa väderförhållanden, är så pass osäkra att de inte bör ligga till grund för en kortare eller längre utsträckning i vissa riktningar kring de berörda anläggningarna.

Spridning av radioaktiva ämnen i luft blir av fysikaliska orsaker annorlunda beroende på om plymen går över vatten eller över en landmassa. Av detta skäl blir det största avståndet där ett givet doskriterium eller åtgärdsnivå överskrids i medeltal något större vid öar ute i havet än om utsläppet enbart hade gått in över fastlandet. Detta omhändertas i spridningsmodellen, men behöver också beaktas vid beräkning av avståndsfördelningen. Av samma orsak kan öar som ligger på längre avstånd också komma att omfattas av beredskapsplaneringen, varför dessa specialstuderats i dataanalysen.

Medelvärden och osäkerheter för percentilerna har skattats genom en statistisk metod, s.k. boot strap-analys. Metoden kan sammanfattas med att utifrån befintligt dataunderlag upprepade gånger beräkna percentilerna, varvid medelvärde och osäkerheten i medelvärdet kan skattas. Varje enskild beräkning baseras på en slumpmässig dragning från dataunderlaget. Resultatet från dataanalysen anges som ett medelvärde och osäkerhet, där osäkerheten anges med två standardavvikelser. De medelvärden och osäkerheter som visas i Figur 3 är beräknade med denna metod.

För en mer detaljerad beskrivning av spridnings- och dosberäkningarna samt statistisk dataanalys hänvisas till bilaga 2.

4. Kärnkraftverken

Det finns tre kärnkraftverk i Sverige: Forsmark, Oskarshamn och Ringhals. I Forsmark finns tre reaktorer, i Oskarshamn tre reaktorer och i Ringhals fyra reaktorer. Ägarna till Oskarshamns kärnkraftverk beslutade 2015 att avveckla två reaktorer vilka redan är avställda. Ägarna till Ringhals kärnkraftverk har beslutat avveckla en reaktor 2019 och ytterligare en reaktor 2020. För de reaktorer som är kvar i drift finns inget slutdatum fastställt, utan ägarna planerar att driva dessa i 60 år. Under förutsättning att inga ytterligare beslut om avveckling fattas, kommer det finnas minst en reaktor i drift på respektive kärnkraftverk fram till mitten av 2040-talet. Det innebär att det finns behov av beredningsplanering kring respektive kärnkraftverk i åtminstone 25 år till.

I detta kapitel redovisas dimensionerande händelser, representativa källtermer, resultat från spridnings- och dosberäkningar, underlag till dimensionering av beredningszoner och planeringsavstånd samt förslag till utformning av beredningszoner och planeringsavstånd kring kärnkraftverken i Forsmark, Oskarshamn och Ringhals. Dessutom redovisas resultat från känslighetsanalyser och beräkningar av vilka doser ett utsläpp kan ge upphov till under förutsättning att de skyddsåtgärder som SSM föreslår kan genomföras. Slutligen redovisas behov av åtgärder för livsmedelsproduktion och behov av sanering vid utsläpp för de händelser som analyserats. En mer detaljerad redovisning återfinns i bilaga 3.

4.1. Dimensionerande händelser

SSM har fastställt två dimensionerande händelser som ligger till grund för förslagen på beredningszoner och planeringsavstånd kring kärnkraftverken:

- **Händelse med fungerande konsekvenslindrande system.** En händelse som representerar ett svårt haveri med härdsmälta, tankgenomsmltning och utsläpp via haverifiltret, där de konsekvenslindrande systemen fungerar enligt krav.
- **Händelse utan fungerande konsekvenslindrande system.** En händelse som representerar ett svårt haveri med härdsmälta, tankgenomsmltning och utsläpp, där de konsekvenslindrande systemen inte fungerar och där reaktorinneslutningens täthet går förlorad i samband med tankgenomsmltning. Händelsen motsvarar ett tänkt värsta fall med avseende på utsläppets storlek från en kärnkraftsreaktor.

Den första händelsen ska beaktas vid konstruktionen av konsekvenslindrande system på kärnkraftverken, medan den andra händelsen anses så osannolik att den inte behöver beaktas i konstruktionen av dessa system. Båda händelserna leder till utsläpp av radioaktiva ämnen som bildas i reaktorn. Det som skiljer händelserna åt är framförallt omfattningen av omgivningskonsekvenser i form av stråldoser och markbeläggning, där konsekvenserna blir mer omfattande för den allvarligare händelsen.

För den händelse som ska beaktas vid konstruktionen av konsekvenslindrande system tillämpar SSM referensnivån 20 mSv effektiv dos som utgångspunkt i dimensioneringen av beredskapsåtgärder. För den allvarigare händelsen tillämpar SSM istället referensnivån 100 mSv effektiv dos som utgångspunkt för dimensioneringen av beredskapsåtgärder, dvs. den övre gränsen som ges av strålskyddsdirektivet.

4.1.1. Val av dimensionerande händelser

SSM har baserat de dimensionerande händelserna på haverisekvensen totalt bortfall av växelspanning och i Ringhals fall även bortfall av ångdrivna system. Sekvensen brukar också refereras till som bortfall av alla icke batterisäkrade nät, och innebär att alla dieselsäkrade nät som förser pumpar med elkraft och säkerställer adekvat kylning av reaktorhärden slås ut, men att batterikraft till instrumentering och ventilmanövrering finns kvar. Sekvensen kallas på engelska för Station Blackout (SBO). Sekvensen liknar händelserna i Fukushima Daiichi, men där slogs även batterimatningen ut samtidigt som vissa ångdrivna system fungerade initialt.

Båda de dimensionerande händelserna utgår således från samma inledande händelse (totalt bortfall av alla icke batterisäkrade nät samt av alla ångdrivna system), men i det senare fallet har haverifiltret ansatts vara urkopplat och i stället utgöra en utsläppsväg från reaktorinneslutningen. Utsläppsvägen har postulerats att vara öppen vid tidpunkten för genomsmältning av reaktortanken. SSM:s syfte med antagandena har varit att ta fram ett värsta fall som bygger på så få postulat och ansatser som möjligt.

Den valda haverisekvensen är samma sekvens som har varit dimensionerande för de konsekvenslindrande system som installerades på kärnkraftverken på 1980-talet till följd av regeringsbeslutet 1986, där bland annat haverifiltret ingår. Utan framgångsrika motåtgärder leder sekvensen till ett svårt haveri. Ett svårt haveri präglas av att reaktorhärden efter knappt en timme överhettas och skapar förutsättningar för en omfattande produktion av vätgas genom reaktioner mellan bränslets kapsling och den producerade ångan i reaktorn. Vätgasen trycksätter reaktorinneslutningen och riskerar under olyckliga omständigheter att bilda knallgas och knallgasexplosioner, som händelseutvecklingen i Fukushima Daiichi visade. Under det fortsatta haveriförloppet smälter reaktorhärden inklusive strukturmaterial för att efter cirka fyra timmar tränga igenom reaktortanken och hamna i reaktorinneslutningen. Energin från härdsmltans resteffekt hamnar således slutligen i reaktorinneslutningen som för att inte skadas av övertryckning tryckavlastas via haverifiltret.

En annan kategori händelser som tömmer reaktortanken på vatten är rörbrott. Om ett rörbrott inte följs av inpumpning av nytt vatten leder den händelsen också till ett svårt haveri. Ett svårt haveri till följd av rörbrott präglas av att snabbare leda till härdsador jämfört med haverisekvensen bortfall av alla icke batterisäkrade nät, samtidigt som det inte blir lika omfattande produktion av vätgas.

SSM har övervägt kategorin rörbrott som inledande händelse för de dimensionerande händelserna. SSM bedömer dock att den valda haverisekvensen är en bättre utgångspunkt att beskriva ett svårt haveri. Sekvensen är väl känd då den ingår i tillståndshavarnas säkerhetsredovisning och har varit dimensionerande för konstruktionen av de konsekvenslindrande systemen samt utgör en representativ sekvens som fångar upp olika svåra haverifenomen. Att sekvensen är väl känd underlättar granskning och rimlighetskontroll.

4.2. Representativa källtermer

SSM har tagit fram representativa källtermer som beskriver utsläppen för de dimensionerande händelserna. De representativa källtermerna innehåller följande information:

- Utsläppt aktivitet per nuklid och tidsintervall samt varaktighet
- Urval av nuklider
- Utsläppshöjd
- Fördelning mellan organisk, elementär och partikulär jod i utsläppet
- Värmeenergi i utsläppet.

SSM har använt analyser för reaktor fyra på Ringhals (R4) som underlag till representativa källtermer för de dimensionerande händelserna. Analyserna har utförts av den tyska forskningsorganisationen Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) på uppdrag av SSM. Analyserna utgår från härdinventariet i R4 för den termiska effekten 3253 MW och en utbränningsgrad för bränslet på 53 MWd/kg uran. I de fullständiga representativa källtermerna har SSM med detta underlag beräknat utsläppt aktivitet per nuklid och timme för samtliga 285 nuklider som ingår i det redovisade härdinventariet för utsläpp som pågår i 48 timmar.

SSM har jämfört analyserna från GRS med motsvarande underlag från tillståndshavarna till de svenska kärnkraftverken. GRS använder analyskoden MELCOR medan tillståndshavarna använder analyskoden MAAP. Skillnaderna mellan källtermer för olika reaktortyper framtagna med samma analyskod är jämförbara med skillnaderna mellan källtermer framtagna med olika analyskoder för samma reaktortyp. Med undantag för utsläppshöjd och fördelning av jodformer i utsläppet, anser SSM därför att det inte är motiverat att använda olika representativa källtermer för kok- och tryckvattenreaktorer. SSM anser vidare att skillnaderna i termisk effekt mellan de reaktorer som kommer vara kvar i drift inom några år inte är så stor att det är motiverat att ta fram olika representativa källtermer för reaktorer med olika termiska effekter. Sammantaget bedömer SSM att samtliga svenska reaktorer kan representeras av samma källtermer.

4.2.1. Urval av nuklider

Beräkningstiden per spridnings- och dosberäkning är lång och i stort sett linjärt beroende av antalet nuklider i källtermen. Det finns därför skäl att reducera antalet nuklider i källtermerna genom att exkludera sådana nuklider

som inte ger ett signifikant dosbidrag. Detta möjliggör att fler väderfall kan analyseras under en given tidsperiod.

De representativa källtermerna används till att beräkna avstånd där doskriterier och åtgärdsnivåer för olika skyddsåtgärder överskrids. Doskriterierna definieras som effektiv dos, absorberad dos till ett organ eller ekvivalent dos till sköldkörteln under sju dygn och åtgärdsnivåerna definieras som markbeläggning av relevanta nuklider efter det att utsläppet upphört. Urvalet av nuklider för att beräkna dos och markbeläggning har därför skett enligt följande kriterier:

- Nuklider som ger ett signifikant bidrag till effektiv eller absorberad dos under sju dygn
- Jodisotoper som ger ett signifikant bidrag till sköldkörteldosen under sju dygn
- Nuklider av betydelse för att uppskatta effektiv dos från markbeläggningen under första året
- Nuklider av betydelse för att identifiera behov av sanering
- Nuklider av betydelse för att identifiera behov av åtgärder kopplade till livsmedelsproduktion.

Endast de nuklider som ger ett signifikant bidrag till stråldoser och markbeläggning ingår i de slutgiltiga representativa källtermerna.

En slutsats från analyserna som ligger till grund för urvalet av nuklider är att för den dimensionerande händelsen utan fungerande konsekvenslindrande system kommer det huvudsakliga bidraget till den effektiva dosen under de första sju dygnen från radioaktiv jod. För den dimensionerande händelsen med fungerande konsekvenslindrande system kommer det huvudsakliga bidraget till den effektiva dosen under de första sju dygnen istället från ädelgaser. Det relativa bidraget från olika nuklidgrupper kan variera för olika väderfall, men den huvudsakliga fördelningen av vilka nuklidgrupper som är av betydelse består.

4.2.2. Övriga parametrar i källtermerna

SSM har i beräkningarna antagit att utsläppshöjden motsvarar höjden på skorstenen till haverifiltret för den dimensionerande händelsen med fungerande konsekvenslindrande system. Höjden på skorstenen till haverifiltret skiljer mellan kok- och tryckvattenreaktor, varför det blir olika utsläppshöjder för kokvattenreaktorerna på kärnkraftverken i Oskarshamn och Forsmark (27 m) jämfört med för tryckvattenreaktorerna på kärnkraftverket i Ringhals (48 m).

Vid brott på reaktorinneslutningen finns det inte skäl att anta att utsläppet går via skorstenen till haverifiltret eller via huvudskorstenen. Det finns skarvar och genomföringar på olika höjder som mer sannolikt kommer att brista först. SSM har därför satt utsläppshöjden till 27 m, vilket motsvarar ett ungefärligt medelvärde av höjden på möjliga utsläppsvägar för den dimensionerande händelsen utan fungerande konsekvenslindrande system.

Radioaktiv jod i reaktortank och reaktorinneslutning förekommer i både flyktiga och icke flyktiga former. Jodformer som är lösliga i vatten har begränsad flyktighet, medan både jod i partikulär form och i gasform är flyktiga och förekommer i inneslutningens atmosfär, där den senare i huvudsak består av elementär och organisk jod. Haverifiltret antas ha en god och likvärdig förmåga att filtrera utsläpp av partikulär och elementär jod, medan organisk jod antas bete sig som en ädelgas och därmed inte fastna i haverifiltret.

För utsläpp som inte passerar haverifiltret antas fördelningen mellan organisk, elementär och partikulär jod i utsläppet vara densamma som i reaktorinneslutningens atmosfär. För utsläpp vid händelsen där de konsekvenslindrande systemen fungerar kommer dock fördelningen i utsläppet att förändras eftersom de olika jodformerna filtreras i olika hög grad i haverifiltret. Haverifiltret till tryckvattenreaktorerna är dessutom effektivare än haverifiltret till kokvattenreaktorerna. Det innebär att fördelningen av jodformer i utsläppet kommer att skilja sig mellan dessa reaktortyper för denna händelse.

SSM har satt värmeinnehållet i utsläppen till noll i de representativa källtermerna för de dimensionerande händelserna. Detta innebär att SSM inte räknar med att det sker något plymlyft på grund av termisk energi i utsläppet. SSM antar inte heller att det sker något plymlyft till följd av utsläppets rörelser i höjdlid. Beräkningar av plymlyft är behäftade med stora osäkerheter. För att inte införa en eventuell underskattning av de beräknade doserna har SSM därför konservativt antagit att inget plymlyft förekommer.

SSM har uppskattat kortast möjliga förvarningstid för respektive representativ källterm. Med förvarningstid avses tiden från larm om en störning på kärnkraftverket till utsläpp som föranleder att skyddsåtgärder för allmänheten måste övervägas. SSM har ansatt den kortast möjliga förvarningstiden till cirka fyra timmar för de dimensionerande händelserna.

4.2.3. Sammanfattning av källtermerna

En sammanfattning av nuklidval samt totalt utsläppt aktivitet till atmosfären per nuklid för de dimensionerande händelserna med och utan fungerande konsekvenslindrande system redovisas i Tabell 5.

SSM har jämfört det totala utsläppet av aktivitet till atmosfären per nuklid för den dimensionerande händelsen utan fungerande konsekvenslindrande system med det uppskattade totala utsläppet till atmosfären av motsvarande nuklider vid kärnkraftsolyckorna i Fukushima Daiichi och Tjernobyl. Utsläppet för den dimensionerande händelsen utan fungerande konsekvenslindrande system är i paritet med det sammanlagda atmosfäriska utsläppet från Fukushima Daiichi, men mindre än det atmosfäriska utsläppet från Tjernobyl.

Tabell 5. Sammanfattning av nuklidval och totalt utsläppt aktivitet till atmosfären per nuklid för de dimensionerande händelserna med och utan fungerande konsekvenslindrande system.

Utsläppsgrupp	Nuklid	Fungerande konsekvenslindrande system (Bq)	Utan fungerande konsekvenslindrande system (Bq)
Ädelgaser	Kr-85m	1,7E+17	2,1E+17
	Kr-87	2,2E+16	3,9E+16
	Kr-88	2,4E+17	3,2E+17
	Xe-133	5,4E+18	5,3E+18
	Xe-133m	1,7E+17	1,7E+17
	Xe-135	2,2E+18	2,2E+18
	Xe-135m	3,4E+17	3,9E+17
Halogener	I-130	1,2E+13	1,9E+15
	I-131	1,2E+15	1,8E+17
	I-132	1,6E+15	2,5E+17
	I-133	1,6E+15	2,6E+17
	I-134	5,7E+12	2,4E+15
	I-135	6,1E+14	1,0E+17
Alkalimetaller	Rb-88	2,9E+13	9,2E+15
	Cs-134	1,1E+14	2,6E+16
	Cs-136	2,4E+13	5,8E+15
	Cs-137	7,8E+13	1,9E+16
Tellurgruppen	Sb-127	1,4E+12	5,9E+15
	Te-127m	5,5E+12	9,3E+14
	Te-129m	2,5E+13	4,2E+15
	Te-131m	6,2E+13	1,0E+16
	Te-132	5,3E+14	9,0E+16
Ba och Sr	Sr-89	1,9E+12	1,4E+15
	Sr-90	1,8E+11	1,3E+14
	Ba-140	3,4E+12	2,5E+15
Ädelmetaller	Mo-99	4,2E+12	8,5E+16
	Tc-99m	4,0E+12	8,2E+16
Lantanider	Cm-242	3,5E+08	8,3E+11
	Cm-244	4,6E+07	1,1E+11

4.3. Underlag till beredskapszoner och planeringsavstånd

SSM redovisar i detta avsnitt en sammanfattning av resultaten från spridnings- och dosberäkningar, de ställningstaganden som ligger till grund för förslagen på ungefärlig utsträckning av beredskapszoner och planeringsavstånd samt inom vilka avstånd skyddsåtgärderna inomhusvistelse och jodtabletter bör förberedas. SSM redovisar dessutom vad som bör gälla för varning och förhandsutdelad information.

Beräkningarna visar att resultaten skiljer sig något mellan kärnkraftverken. SSM anser dock att skillnaderna inte är så stora att det är motiverat att föreslå olika utsträckning av beredskapszoner eller planeringsavstånd kring de tre kärnkraftverken. Skälet till SSM:s ställningstagande är att osäkerheterna i de representativa källtermerna liksom osäkerheterna förknippade med den typ av spridnings- och dosberäkningar som SSM genomfört, leder till en sammanlagd osäkerhet i beräknade avstånd som är av minst samma storleksordning som de skillnader som finns mellan kärnkraftverken. SSM utgår därför i analysen från medelvärden för resultaten för de tre kärnkraftverken i Forsmark, Oskarshamn och Ringhals.

4.3.1. Förebyggande utrymning

SSM:s förslag:

1. En inre beredskapszon med en utsträckning på cirka 5 km bör inrättas.
2. Planeringen bör möjliggöra att hela den inre beredskapszonen kan utrymmas inom cirka 4 timmar efter beslut från räddningsledaren.
3. Planeringen bör möjliggöra att utrymning av den inre beredskapszonen kan prioriteras framför utrymning på större avstånd.

Det främsta syftet med den inre beredskapszonen är att, oavsett vad som händer på kärnkraftverket, skapa förutsättningar att nå det mest prioriterade målet för strålskyddet under en radiologisk nödsituation, nämligen att undvika allvarliga deterministiska effekter. Därför ligger avstånd där tröskeldoser för allvarliga deterministiska effekter kan överskridas till grund för förslaget till utsträckning av den inre beredskapszonen. Beredskapsplaneringen för den inre beredskapszonen ska även möjliggöra en begränsad utrymning kring kärnkraftverket tidigt i en händelse, som förebyggande åtgärd ifall situationen skulle förvärras.

Beräkningarna visar att utrymning ut till cirka 5 km med god marginal är tillräckligt för att i 90 procent av alla förekommande väderfall undvika en ökad incidens av akuta dödsfall för både vuxna och barn för händelsen utan fungerande konsekvenslindrande system. Utrymning ut till cirka 5 km är också tillräckligt för att i knappt 90 procent av alla förekommande väderfall undvika en ökad incidens av allvarlig utvecklingsstörning hos foster.

Utrymning ut till cirka 5 km är vidare tillräckligt för att i knappt 70 procent av alla förekommande väderfall undvika en ökad incidens av missbildningar hos ett embryo. Om ambitionsnivån ska vara att undvika en ökad incidens av missbildningar hos ett embryo i 90 procent av alla förekommande väderfall, krävs utrymning ut till drygt 10 km eller att utrymningen kombineras med andra skyddsåtgärden som inomhusvistelse.

SSM har uppskattat den kortast möjliga förvarningstiden till cirka fyra timmar för de dimensionerande händelserna. SSM anser därför att en rimlig målsättning i planeringen för utrymning av den inre beredskapszonen är att den ska kunna vara slutförd inom cirka 4 timmar efter beslut av räddningsledaren.

Vilken utsträckning den inre beredskapszonen ska ha är en avvägning mellan målet att möjliggöra att allvarliga deterministiska effekter kan undvikas och målet att möjliggöra effektiva insatser under en radiologisk nödsituation. SSM menar, med stöd av räddningsledare som deltagit i arbetet, att det är en stor utmaning att hinna utrymma ut till cirka 5 km på så pass kort tid som 4 timmar. Om ett ännu större område ska utrymmas ökar det risken att utrymningen tar mer än 4 timmar och dessutom kan det försvåra utrymningen av de som är närmast kärnkraftverket och därmed i störst behov av skydd.

SSM anser sammantaget att den inre beredskapszonen bör ha en utsträckning på cirka 5 km. SSM:s förslag ligger i linje med rekommendationer från IAEA som framhåller att utsträckningen av den inre beredskapszonen som längst bör vara cirka 5 km för att snabb utrymning ska vara möjlig.

Den dimensionerande händelsen med fungerande konsekvenslindrande system påverkar inte utsträckningen av den inre beredskapszonen. Tröskeldosen för missbildningar på embryon överskrids inte på större avstånd än ett par kilometer, även om 90 procent av alla förekommande väderfall beaktas. Övriga tröskeldoser för allvarliga deterministiska effekter överskrids inte utanför kärnkraftverken, även om 90 procent av alla förekommande väderfall beaktas.

4.3.2. Utrymning

SSM:s förslag:

1. En yttre beredskapszon med en utsträckning på cirka 25 km inåt fastlandet bör inrättas.
2. Den del av norra Öland som ligger inom ett avstånd på cirka 30 km från kärnkraftverket i Oskarshamn bör ingå i den yttre beredskapszonen.
3. Den yttre beredskapszonen bör delas in i områden som möjliggör att olika sektorer och olika avstånd kan utrymmas beroende på händelsen och de rådande omständigheterna.
4. Om det finns tidig information om en störning på kärnkraftverket och förutsättningarna i övrigt medger att utrymning kan genomföras, bör planeringen möjliggöra att de områden som ligger i förväntad vindriktning ut till cirka 25 km kan utrymmas inom 12 timmar efter beslut från räddningsledaren.
5. Om dessa villkor inte är uppfyllda, bör planeringen istället möjliggöra att de områden som ligger i förväntad vindriktning ut till cirka 15 km kan utrymmas inom 12 timmar efter beslut från räddningsledaren, samtidigt som inomhusvistelse i kombination med intag av jodtabletter kan rekommenderas i de områden som ligger i förväntad vindriktning inom cirka 15 till 25 km.
6. Planeringen bör möjliggöra att barn och gravida kan prioriteras vid utrymning samt att sjuka i behov av vård och personer inom äldreomsorgen kan vara kvar i områden som utryms.

Syftet med den yttre beredskapszonen är att skapa förutsättningar för att nå det näst mest prioriterade målet för strålskyddet under en radiologisk nödsituation, nämligen att minska sannolikheten för stokastiska effekter så långt det är rimligt och möjligt. SSM:s beräkningar visar att den dimensionerande händelsen utan fungerande konsekvenslindrande system är dimensionerande med avseende på utsträckning av den yttre beredskapszonen, trots att referensnivån för denna händelse är fem gånger högre än för den dimensionerande händelsen med fungerande konsekvenslindrande system. Därför ligger doskriteriet 100 mSv effektiv dos under de sju första dygnet för den dimensionerande händelsen utan fungerande konsekvenslindrande system till grund för förslaget till utsträckning av den yttre beredskapszonen.

Beräkningarna visar att utrymning ut till drygt 20 km är tillräckligt för att i 70 respektive 80 procent av alla förekommande väderfall underskrida en effektiv dos på 100 mSv för barn respektive vuxna för händelsen utan fungerande konsekvenslindrande system. Beräkningarna visar också att utrymning ut till cirka 30 km är tillräckligt för att i 80 respektive 90 procent av alla förekommande väderfall underskrida en effektiv dos på 100 mSv för barn respektive vuxna. Ska även en effektiv dos på 100 mSv för barn underskridas i 90 procent av alla förekommande väderfall, krävs utrymning ut till cirka 40 km.

Tiden från haverilarm till utsläpp som motiverar att brådskande skyddsåtgärder för allmänheten vidtas är i storleksordningen 12 timmar enligt definitionen av haverilarm. SSM anser därför att en rimlig målsättning i planeringen för utrymning av den yttre beredskapszonen är att de områden som ligger i förväntad vindriktning ska kunna utrymmas inom cirka 12 timmar efter beslut av räddningsledaren. Visserligen startar utsläppen i de dimensionerande händelserna efter cirka fyra timmar från den inledande händelsen. SSM menar dock att förebyggande utrymning utanför inre beredskapszonen inte går att genomföra på så kort tid som fyra timmar. Finns ingen förhandsinformation om en störning på kärnkraftverket får omständigheterna under händelsen avgöra om det är bättre att rekommendera inomhusvistelse i kombination med intag av jodtabletter eller att utrymma under pågående utsläpp.

Vilken utsträckning den yttre beredskapszonen ska ha är en avvägning mellan målet att sannolikheten för stokastiska effekter ska minskas så långt möjligt, målet att möjliggöra effektiva insatser och målet att underlätta återgången till en normal tillvaro.

Målet angående effektiva insatser under en radiologisk nödsituation är kopplat till möjligheterna att inom 12 timmar genomföra en framgångsrik utrymning av den del av yttre beredskapszonen som ligger i förväntad vindriktning. Att skyndsamt utrymma stora områden, och i synnerhet större tätorter, utgör en betydande utmaning. Det kan inte uteslutas att utrymningen tar så pass lång tid att genomföra att många antingen inte hinner utrymma innan ett utsläpp sker eller håller på att utrymma samtidigt som ett större utsläpp sker. Ett alternativ som kan erbjuda bättre skydd i en sådan situation är inomhusvistelse i kombination med intag av jodtabletter under utsläppet, för att sedan genomföra utrymning baserat på markbeläggningen om det visar sig nödvändigt efter att utsläpp av betydelse ur strålskyddssynpunkt upphört. Detta gäller i synnerhet större tätorter om planeringen för inomhusvistelse tar hänsyn till de möjligheter till bättre skydd som erbjuds i form av byggnader med tjocka väggar, källarutrymmen och skyddsrum.

SSM anser av dessa skäl att den yttre beredskapszonen bör delas in i områden som möjliggör att olika sektorer och olika avstånd kan utrymmas beroende på händelsen och de rådande omständigheterna. De 30-graderssektorer som tillämpas idag bör sålunda finnas kvar. Den yttre beredskapszonen bör även kunna utrymmas i olika steg med avseende på avstånd från kärnkraftverket där omständigheterna avgör om det är bättre att rekommendera inomhusvistelse i kombination med jodtabletter istället för att utrymma. SSM anser att det är lämpligt att planeringen sker på ett sådant sätt att ett avstånd som motsvarar drygt halva utsträckningen av yttre beredskapszonen kan utrymmas separat.

Målet angående återgång till en normal tillvaro är kopplat till att det är svårare att återgå till en normal tillvaro efter att ha utrymt jämfört med efter att ha vistats inomhus under en begränsad tidsperiod. Sker inget utsläpp är det troligen lätt att återvända efter en utrymning. Om däremot utsläpp sker, visar erfarenheterna från olyckan i Fukushima Daiichi att det kan ta mycket lång

tid innan de som utrymt tillåts återvända, även till områden som inte påverkats eller endast påverkats i liten utsträckning av ett nedfall.

Sammantaget anser SSM att den yttre beredskapszonen bör ha en utsträckning på cirka 25 km. Om det finns tidig information om en störning på kärnkraftverket som innebär att förberedelser för utrymning kan vidtas samtidigt som förutsättningarna i övrigt medger att utrymning kan genomföras, anser SSM att de områden som ligger i förväntad vindriktning ut till cirka 25 km ska kunna utrymmas inom 12 timmar efter beslut. Om dessa villkor inte är uppfyllda anser SSM att förebyggande utrymning på större avstånd än cirka 15-20 km kring de svenska kärnkraftverken inte utgör ett bra alternativ. Skälet till SSM:s ställningstagande är att det ligger ett antal större samhällen kring kärnkraftverken på ungefär dessa avstånd. Utan tid för förberedelser eller om det finns försvårande omständigheter anser SSM att möjligheterna att genomföra en framgångsrik utrymning av dessa samhällen inom 12 timmar är små. Ett bättre alternativ är istället inomhusvistelse i kombination med intag av jodtabletter i de områden som ligger i förväntad vindriktning från cirka 15 km ut till cirka 25 km. Ska detta alternativ kunna genomföras bör de boende i berörda områden ha tillgång till både förhandsutdelade jodtabletter och förhandsinformation om skyddsåtgärder. SSM:s förslag till ungefärlig utsträckning av yttre beredskapszonen ligger i linje med rekommendationer från IAEA att utsträckningen av yttre beredskapszonen bör vara mellan 15-30 km.

SSM anser vidare att en större del av norra Öland bör ingå i den yttre beredskapszonen kring kärnkraftverket i Oskarshamn, även på avstånd större än 25 km. Spridning över havet kan ge högre stråldoser på motsvarande avstånd jämfört med spridning inåt fastlandet. Med motsvarande ambitionsnivå som inåt landet visar SSM:s beräkningar att en ungefärlig utsträckning på 30 km bör ligga till grund för hur stor del av norra Öland som ska ingå i den yttre beredskapszonen kring kärnkraftverket i Oskarshamn.

Erfarenheter från utrymning i samband med kärnkraftsolyckorna i Tjernobyl och Fukushima Daiichi visar att det krävs särskild planering för vissa grupper. SSM anser därför att grupper som är mer sårbara för exponering för joniserande strålning, t.ex. barn och gravida, liksom grupper med särskilda behov, t.ex. sjuka och personer inom äldreomsorgen, bör identifieras i planeringsskedet. Beredskapsplaneringen bör möjliggöra att sårbara grupper kan prioriteras vid en utrymning. Planeringen bör också beakta möjligheten att grupper med särskilda behov kan vara kvar trots beslut om utrymning. Ska det vara möjligt krävs en detaljerad planering för inomhusvistelse för berörda verksamheter i yttre beredskapszonen, se vidare avsnitt 4.3.4.

Den dimensionerande händelsen med fungerande konsekvenslindrande system påverkar inte utsträckningen av den yttre beredskapszonen. Det lägre doskriteriet för utrymning på 20 mSv effektiv dos överskrids inte på större avstånd än cirka 10 km, varken för vuxna eller barn, även om 90 procent av alla förekommande väderfall beaktas för denna händelse.

4.3.3. Utrymning på grund av markbeläggning

SSM:s förslag:

1. Ett planeringsavstånd med en utsträckning på 100 km bör inrättas.
2. Förmågan till strålningsmätningar bör dimensioneras så att det är möjligt att genomföra strålningsmätningar med en tillräcklig geografisk upplösning över hela ytan som definieras av planeringsavståndet inom cirka en vecka från det att utsläppet upphört.
3. Strålningsmätningar bör genomföras med en flexibel metod som tillåter att området som ska mätas definieras under händelsen, inklusive områden på större avstånd än 100 km.
4. Planeringen bör möjliggöra att beslut om utrymning baserat på resultat från strålningsmätningar kan fattas skyndsamt.

Det viktigaste syftet med planeringsavståndet är att skapa förutsättningar för att kunna minska sannolikheten för stokastiska effekter så långt det är rimligt och möjligt genom att besluta om utrymning baserat på markbeläggning, vilken uppskattas genom strålningsmätningar. Därför ligger åtgärdsnivån 2 000 kBq/m² för summan av Cs-134 och Cs-137 till grund för förslaget till utsträckning av planeringsavståndet kring kärnkraftverken. Denna markbeläggning ger en tillskottsdos på cirka 20 mSv effektiv dos under det första året med de antaganden om nedträngning, skyddsfaktor och genomsnittlig tid för inomhusvistelse som SSM gjort. SSM anser att områden med en så pass hög markbeläggning bör identifieras och utrymmas innan den radiologiska nödsituationen, och därmed räddningstjänst, kan avslutas.

Beräkningarna visar att en markbeläggning som motiverar utrymning kan uppstå ut till cirka 120, 170 eller 260 km i 70, 80 respektive 90 procent av förekommande väderfall för den dimensionerande händelsen utan fungerande konsekvenslindrande system.

Eftersom resultatet från strålningsmätningar ska ligga till grund för beslut om utrymning som krävs innan räddningstjänst kan avslutas, anser SSM att de ska kunna genomföras skyndsamt. SSM anser därför att förmågan till strålningsmätningar bör dimensioneras så att det är möjligt att genomföra dessa med en tillräcklig geografisk upplösning över hela ytan som definieras av planeringsavståndet inom cirka en vecka från det att utsläppet upphört.

SSM anser att en utsträckning av planeringsavståndet på 100 km, vilket omfattar knappt 70 procent av alla förekommande väderfall, är rimlig. Skälet till SSM:s ställningstagande är att det är osannolikt att hela ytan i den halvcirkel som definieras på detta sätt påverkas av nedfall som ger hög markbeläggning även vid händelsen utan fungerande konsekvenslindrande system. Om förmågan till strålningsmätning dimensioneras för att täcka detta område bör mätresurserna vara tillräckliga för att också kunna användas utanför planeringsavståndet vid behov, dvs. på större avstånd än 100 km från kärnkraftverken. En förutsättning för att SSM:s förslag ska leda till önskad

förmåga är att strålningsmätning kan genomföras med en flexibel metod som tillåter att området som behöver mätas kan definieras under händelsen. SSM:s förslag på utsträckning ligger i linje med rekommendationer från IAEA att utsträckningen av planeringsavståndet bör vara 100 km.

Den dimensionerande händelsen med fungerande konsekvenslindrande system påverkar inte utsträckningen av planeringsavståndet. Åtgärdsnivån för utrymning på grund av markbeläggning överskrids inte på större avstånd än cirka 2 km, även om 90 procent av alla förekommande väderfall beaktas.

4.3.4. Inomhusvistelse

SSM:s förslag:

1. En detaljerad plan för inomhusvistelse bör finnas i inre och yttre beredskapszonen.
2. En planering för inomhusvistelse i begränsade områden inom planeringsavståndet bör finnas.
3. På större avstånd än planeringsavståndet är planeringen för inomhusvistelse vid VMA tillräcklig.

Inomhusvistelse är en förhållandevis enkel skyddsåtgärd som inte kräver lika mycket förberedelser som utrymning eller intag av jodtabletter. Däremot krävs en plan för när en rekommendation om inomhusvistelse kan övervägas samt hur inomhusvistelse som riskerar att dra ut på tiden ska hanteras. Eftersom inomhusvistelse åtminstone på kort sikt inte innebär allvarliga negativa konsekvenser, anser SSM att det är rimligt att använda samma doskriterium för de dimensionerande händelserna med och utan fungerande konsekvenslindrande system, nämligen 10 mSv effektiv dos.

Beräkningarna visar att inomhusvistelse för barn kan vara motiverat ut till cirka 120, 150 och 200 km om 70, 80 respektive 90 procent av alla förekommande väderfall beaktas för händelsen utan fungerande konsekvenslindrande system. För vuxna visar beräkningarna att motsvarande avstånd är cirka 100, 130 och 180 km.

SSM anser att en detaljerad plan för inomhusvistelse bör finnas inom beredskapszonerna eftersom inomhusvistelse i kombination med jodtabletter kan utgöra ett alternativ till utrymning inom dessa zoner. Även i inre beredskapszonen anser sålunda SSM att det bör finnas en detaljerad plan för inomhusvistelse. Visserligen är utrymning förstahandsalternativet i inre beredskapszonen, men omständigheterna kan vara sådana att utrymning inte går att genomföra. I sådana situationer är inomhusvistelse bättre än ingen åtgärd alls.

En detaljerad planering för inomhusvistelse bör behandla förhandsinformation till boende om inomhusvistelse, utrymning om inomhusvistelsen skulle dra ut på tiden, vilka verksamheter som måste fortgå vid inomhusvistelse, information i förväg till dessa verksamheter samt utbildning av räddningspersonal som kan komma att verka inom ett område

där inomhusvistelse rekommenderats. Utrymning i de fall inomhusvistelsen skulle dra ut på tiden är inte lika brådskande som den förebyggande utrymningen som ska genomföras i inre beredskapszonen och om möjligt i yttre beredskapszonen, men kan bli nödvändig efter ett par dygn vid ett utdraget förlopp. Erfarenheterna från olyckan i Fukushima Daiichi visar att den inomhusvistelse som rekommenderades i området mellan 20 och 30 km från kärnkraftverket, och som varade i tio dygn innan ett beslut om frivillig utrymning fattades, ledde till stora problem för de som berördes.

SSM anser vidare att det även inom planeringsavståndet bör finnas en planering för inomhusvistelse i begränsade områden och som i första hand behandlar behov av utrymning om inomhusvistelsen skulle dra ut på tiden. Utanför planeringsavståndet anser SSM att den planering som finns för inomhusvistelse vid *Viktigt Meddelande till Allmänheten* (VMA) är tillräcklig.

Den dimensionerande händelsen med fungerande konsekvenslindrande system påverkar inte förslaget på planering för inomhusvistelse. Doskriteriet för inomhusvistelse överskrids inte på större avstånd än drygt 15 km, varken för vuxna eller barn, även om 90 procent av alla förekommande väderfall beaktas för denna händelse.

4.3.5. Jodtabletter

SSM:s förslag:

1. Jodtabletter bör förhandsutdelas i både inre och yttre beredskapszonen.
2. Extrautdelning av jodtabletter inom något dygn bör vara möjlig i begränsade områden inom planeringsavståndet.
3. Rekommendation om intag av förhandsutdelade jodtabletter bör inte ske med automatik vid kärnkraftverkens larmnivåer eller vid beslut om skyddsåtgärder utan alltid föregås av en bedömning av sannolikhet och tid för utsläpp.
4. Ansvaret för upphandling, lagerhållning, kompletterings- och extrautdelning samt rätten att rekommendera intag av jodtabletter bör utredas. Även möjligheterna att tillhandahålla jodtabletter till barn och gravida i hela Sverige bör utredas.

Intag av jodtabletter är en skyddsåtgärd som kräver omfattande planering om den ska kunna genomföras i praktiken, antingen genom att jodtabletter förhandsutdelas eller genom att jodtabletter delas ut vid behov under den radiologiska nödsituationen. SSM använder samma doskriterium, 50 mSv ekvivalent dos till sköldkörteln, som utgångspunkt till förslaget på planeringen för jodtabletter för båda de dimensionerande händelserna, med och utan fungerande konsekvenslindrande system.

Beräkningarna visar att förberedelser för jodtabletter kan vara motiverade för barn ut till cirka 150, 190 och 260 km om 70, 80 respektive 90 procent av alla förekommande väderfall beaktas för händelsen utan fungerande

konsekvenslindrande system. För vuxna visar beräkningarna att motsvarande avstånd är cirka 100, 120 och 160 km.

SSM anser att det är rimligt att förhandsutdela jodtabletter inom inre och yttre beredskapszonen, vilket är i linje med rekommendationer från IAEA. SSM anser däremot inte att jodtabletter bör förhandsutdelas på större avstånd från kärnkraftverken. Skälet till SSM:s ställningstagande att inte föreslå att jodtabletter förhandsutdelas även inom planeringsavståndet är att förhandsutdelning är förknippat med stora kostnader samtidigt som det är mindre sannolikt att hela ytan som definieras av planeringsavståndet kommer beröras av ett utsläpp som motiverar intag av jodtabletter. Det innebär att förhandsutdelning inom planeringsavståndet skulle ge en förhållandevis liten nytta i förhållande till kostnaden.

SSM anser trots detta att jodtabletter bör lagerhållas regionalt så att extrautdelning kan ske inom något dygn i begränsade områden inom planeringsavståndet om förhållandena under händelsen så medger. Detta alternativ är mindre kostsamt jämfört med förhandsutdelning. De jodtabletter som lagerhålls för extrautdelning kommer dock endast att vara till nytta vid långsamma händelseförlopp. Vid snabbare förlopp kommer troligen inomhusvistelse i dessa områden rekommenderas, vilket svårligen kan kombineras med extrautdelning av jodtabletter.

SSM anser att förhandsutdelade jodtabletter inte ska intas med automatik vid larmnivåerna höjd beredskap eller haverilarm, eller vid beslut om vissa skyddsåtgärder såsom inomhusvistelse och utrymning. Beslut om att rekommendera intag av jodtabletter bör alltid föregås av en bedömning om sannolikhet och tid för utsläpp som motiverar intag av jodtabletter. En sådan bedömning kan enligt SSM ske enligt enkla kriterier och förutbestämda beslutsmallar. Utan en sådan bedömning finns risk för att intag av jodtabletter sker vid fel tidpunkt och därmed får försämrade effekt. Dessutom ökar risken för att rekommendationer om intag av ytterligare jodtabletter måste utfärdas, vilket är i strid med rekommendationer från IAEA. För situationer där upprepade intag av jodtabletter kan förutses bör istället utrymning övervägas.

Den dimensionerande händelsen med fungerande konsekvenslindrande system påverkar inte förslaget på planering för jodtabletter. Doskriteriet för jodtabletter överskrids inte på större avstånd än cirka 10 km, varken för vuxna eller barn, även om 90 procent av alla förekommande väderfall beaktas för denna händelse.

SSM anser att ansvaret för upphandling, lagerhållning, kompletterings- och extrautdelning samt rätten att rekommendera intag av jodtabletter bör utredas. Idag står SSM för upphandling och nationell lagerhållning, Länsstyrelserna och MSB för förhandsutdelning och Länsstyrelserna för regional lagerhållning samt kompletterings- och extrautdelning av jodtabletter, trots att ingen av dessa myndigheter har rätt att hantera läkemedel enligt läkemedelslagstiftningen. Dessutom ansvarar Länsstyrelserna och SSM idag för att rekommendera intag av jodtabletter om det skulle behövas i en radiologisk nödsituation, också det i strid med

läkemedelslagstiftningen. SSM anser vidare att möjligheterna att tillhandahålla jodtabletter till barn och gravida i hela Sverige också bör utredas.

4.3.6. Varning och förhandsutdelad information

SSM:s förslag:

1. Varning bör förberedas i inre och yttre beredskapszonen.
2. System för varning av allmänheten i inre och yttre beredskapszonen bör utredas innan ny upphandling och utdelning av RDS-mottagare genomförs.
3. Förhandsutdelad information om åtgärder vid larm från kärnkraftverket samt strålskydd vid kärnkraftsolyckor bör regelbundet skickas ut till boende i inre och yttre beredskapszonen.
4. Broschyren om åtgärder vid larm från kärnkraftverket bör uppdateras och kompletteras med information om tidig förebyggande utrymning i inre beredskapszonen.
5. Larmnivåerna höjd beredskap och haverilarm på kärnkraftverken bör ses över.

SSM anser att samma krav på varning och förhandsutdelad information som idag gäller ut till 12-15 km från kärnkraftverken ska gälla i både inre och yttre beredskapszonen. Idag finns system för utomhusvarning i form av tyfoner och system för inomhusvarning i form av RDS² i området ut till 12-15 km från kärnkraftverken.

I samma område skickas också två informationsbroschyrer ut vart femte år i samband med att förhandsutdelade jodtabletter ersätts med nya. Broschyerna ger information om åtgärder vid larm från kärnkraftverket samt strålskydd vid en kärnkraftsolycka. SSM anser att den broschyr som idag skickas ut om åtgärder vid larm från kärnkraftverket bör uppdateras och kompletteras med information om att förebyggande utrymning av inre beredskapszonen kan komma att genomföras tidigt i en händelse efter att larmnivån höjd beredskap utlysts och senast vid haverilarm.

I beräkningen av ekonomiska konsekvenser redovisar SSM en kostnad som inkluderar att RDS-mottagare delas ut till alla hushåll i inre och yttre beredskapszonen, dvs. ut till cirka 25 km. SSM anser dock att systemen för att varna allmänheten i inre och yttre beredskapszonen bör ses över i ljuset av nya tekniska möjligheter för varning av allmänheten innan upphandling och utdelning av nya RDS-mottagare genomförs.

Larmnivån höjd beredskap ska utlysas om en händelse eller störning har inträffat på kärnkraftverket som hotar säkerheten. Haverilarm ska utlysas om en händelse eller störning har inträffat på kärnkraftverket där utsläpp pågår eller inte kan uteslutas inom storleksordningen 12 timmar och där

² RDS står för Radio Data System. En RDS-mottagare är en särskild radiomottagare som är avsedd för varningsmeddelanden.

skyddsåtgärder för allmänheten är nödvändiga. SSM anser att det finns skäl att se över om larmnivåerna är ändamålsenliga för larmning av myndigheter, varning av allmänheten och som underlag till beslut om skyddsåtgärder för allmänheten.

4.4. Beredskapszoner och planeringsavstånd

SSM redovisar i detta avsnitt förslag på utformning av inre och yttre beredskapszon kring kärnkraftverken i Forsmark, Oskarshamn och Ringhals. Vidare redovisar SSM vilka länsstyrelser som berörs av förslaget på ett planeringsavstånd kring kärnkraftverken samt vad som bör gälla för avspärning till sjöss.

4.4.1. Beredskapszoner kring kärnkraftverken

Länsstyrelserna i Uppsala, Kalmar respektive Hallands län har tagit fram förslag på utformningen av de inre och yttre beredskapszonerna kring kärnkraftverken i Forsmark, Oskarshamn och Ringhals. Förslagen utgår från en ungefärlig utsträckning av den inre beredskapszonen på cirka 5 km och en ungefärlig utsträckning av den yttre beredskapszonen på cirka 25 km. Förslagen är framtagna i samråd med SSM, MSB och berörda regionala aktörer såsom polis, räddningsledare och kommuner.

Förslagen på beredskapszoner ligger i linje med den ändring av förordningen om skydd mot olyckor som SSM föreslår (se avsnitt 7.1). En viktig ändring är att endast dimensioneringen av beredskapszoner framgår av förordningen, medan utformningen ska fastställas av berörda länsstyrelser. Det innebär att utformningen av beredskapszonerna regelbundet kan ses över och ändras om förhållandena kring kärnkraftverken förändras på ett sätt som påverkar utformningen. De förslag till utformning av beredskapszoner som redovisas i denna rapport är anpassade till de förhållanden som råder kring kärnkraftverken idag.

I förslagen till utformning av beredskapszonerna har naturliga gränser i form av järnvägar eller vägar använts. Skälet till detta är dels att de som berörs enkelt ska kunna veta om de befinner sig i en beredskapszon eller ej och dels att sådana gränser underlättar det operativa arbetet för räddningstjänst och polis, t.ex. vid upprättandet av vägspärrar.

I förslagen till utformning av beredskapszoner har effektivitet varit en viktig faktor. I vissa fall är därför avståndet till kärnkraftverket kortare än den föreslagna utsträckningen och i vissa fall tvärtom. Detta kan t.ex. bero på var det gått att identifiera lämpliga gränser enligt ovan. Hänsyn har också tagits till att de föreslagna åtgärderna, och då i synnerhet utrymning, ska gå att genomföra inom det avgivna tidskravet för respektive beredskapszon.

Kärnkraftverket i Forsmark

Gränsen för inre beredskapszonen följer vägar där utgångspunkten är att boende på båda sidor om vägarna omfattas av samma beslut om skyddsåtgärder. Gränsdragningen ger möjlighet att spärra av den inre beredskapszonen på olika platser. Av särskild betydelse är att väg 76, som är den viktigaste transportleden i denna del av Uppsala län, kan hållas öppen om omständigheterna är sådana att det är lämpligt. Öarna utanför kustlinjen som definieras av inre beredskapszonen på fastlandet ingår också i zonen. Gräsö ingår inte i inre beredskapszonen.

Gränsen för yttre beredskapszonen följer också vägar. Utgångspunkten är att samhällen som ligger utmed vägarna ingår i zonen oavsett vilken sida om vägarna som samhällena är belägna. Öarna utanför kustlinjen som definieras av yttre beredskapszonen på fastlandet ingår också i yttre beredskapszonen. Inom yttre beredskapszonen finns samhällsviktig verksamhet för vilken särskild planläggning krävs vid beslut om skyddsåtgärder, t.ex. sjukhuset i Östhammar och den kommunala servicen i Östhammar, Gimo, Österbybruk och Öregrund.

Förslaget till inre och yttre beredskapszon kring kärnkraftverket i Forsmark redovisas i Figur 4.



Figur 4. Förslag på inre och yttre beredskapszon kring kärnkraftverket i Forsmark.

Kärnkraftverket i Oskarshamn

Gränsen för inre beredskapszonen följer vägar där utgångspunkten är att boende på båda sidor om vägarna omfattas av samma beslut om skyddsåtgärder. I syfte att hitta lämpliga vägar är avståndet i vissa riktningar något längre än 5 km. Öarna utanför kustlinjen som definieras av inre beredskapszonen på fastlandet ingår också i zonen. Både Clab och Äspölaboratoriet ligger i inre beredskapszonen. För dessa verksamheter krävs särskilda planer så att viss verksamhet kan fortgå vid beslut om förebyggande utrymning av inre beredskapszonen.

Gränsen för yttre beredskapszonen följer också vägar. Utgångspunkten är att samhällen som ligger utmed vägarna ingår i zonen oavsett vilken sida om vägarna som samhällena är belägna. Den del av norra Öland som ligger inom ett avstånd om cirka 30 km från kärnkraftverket ingår också i yttre beredskapszonen. Öarna utanför kustlinjen som definieras av yttre beredskapszonen på fastlandet och norra Öland ingår också i zonen. Inom yttre beredskapszonen finns samhällsviktig verksamhet för vilken särskild planläggning krävs vid beslut om skyddsåtgärder, t.ex. sjukhuset och den kommunala servicen i Oskarshamn.

Förslaget till inre och yttre beredskapszon kring kärnkraftverket i Oskarshamn redovisas i Figur 5.



Figur 5. Förslag på inre och yttre beredskapszon kring kärnkraftverket i Oskarshamn.

Kärnkraftverket i Ringhals

Gränsen för inre beredskapszonen följer i huvudsak Västkustbanan förbi Ringhals, vilket innebär att hela Väröhalvön omfattas. Järnvägen utgör en naturlig avgränsning som är lätt att både identifiera och kontrollera. Öarna utanför kustlinjen som definieras av inre beredskapszonen på fastlandet ingår också i zonen. Inom den inre beredskapszonen finns två verksamheter som särskilt måste beaktas vid beslut om förebyggande utrymning: en massaindustri och en nätstation. Nätstationen kan fjärrstyras vid behov. Företaget som driver massaindustrin har beredskapsplaner som möjliggör grunddrift där endast en mindre del av personalstyrkan är kvar på anläggningen i skyddade utrymmen.

Gränsen för yttre beredskapszonen följer vägar. Utgångspunkten är att samhällen som ligger utmed vägarna ingår i zonen oavsett vilken sida om vägarna som samhällena är belägna. Öarna som ligger utanför kustlinjen som definieras av yttre beredskapszonen på fastlandet ingår också i zonen. Inom yttre beredskapszonen finns samhällsviktig verksamhet för vilken särskild planläggning krävs vid beslut om skyddsåtgärder, t.ex. sjukhusen i Varberg och Kungsbacka samt kommunal service i ett flertal samhällen. Yttre beredskapszonen kring kärnkraftverket i Ringhals berör två län, Hallands och Västra Götalands län. Detta kräver samverkan vid beslut om skyddsåtgärder så att inte länsgränsen i sig påverkar vilka skyddsåtgärder som vidtas för allmänheten.

Förslaget till inre och yttre beredskapszon kring kärnkraftverket i Ringhals redovisas i Figur 6.



Figur 6. Förslag på inre och yttre beredskapszon kring kärnkraftverket i Ringhals.

4.4.2. Planeringsavstånd kring kärnkraftverken

Kring kärnkraftverken i Forsmark, Oskarshamn och Ringhals föreslår SSM att ett planeringsavstånd med en utsträckning på 100 km ska inrättas. Kring kärnkraftverket i Forsmark berörs Uppsala, Stockholms, Gävleborgs och Västmanlands län. Kring kärnkraftverket i Oskarshamn berörs Kalmar, Östergötlands, Jönköpings, Kronobergs och Gotlands län. Kring kärnkraftverket i Ringhals berörs Hallands, Västra Götalands, Jönköpings och Kronobergs län. Kring kärnkraftverken i Forsmark och Ringhals berörs även mindre delar av Dalarnas respektive Skåne län. SSM menar dock att de delar av dessa län som berörs är så pass små att det inte motiverar en planering för utrymning som bygger på underlag från strålningsmätning av markbeläggningen, förberedelser för extrautdelning av jodtabletter eller en förstärkt planering för utdragen inomhusvistelse.

4.4.3. Avspärning till sjöss

SSM har inte beräknat avstånd där tröskeldoser, doskriterier eller åtgärdsnivåer överskrids över vatten. Följaktligen föreslår inte SSM någon ungefärlig utsträckning av beredskapszonerna som gäller för öppet vatten. SSM anser istället att avspärning av vattenområden norr och söder om kärnkraftverken enligt samma principer som i nuvarande beredskapsplaner

ska tillämpas även i fortsättningen. Hur stort område till sjöss som spärras av bör anpassas till geografin, till de skyddsåtgärder som beslutas för fastlandet och de öar som ingår i beredskapszonerna samt till omständigheterna under händelsen.

4.5. Känslighetsanalyser

SSM har genomfört känslighetsanalyser i syfte att undersöka hur väl förslagen på beredskapszoner och planeringsavstånd kring kärnkraftverken fungerar för händelser som avviker från de dimensionerande händelserna som SSM fastställt. SSM redovisar i detta avsnitt resultat från analyser av händelser med andra utsläppsförlopp, händelser som påverkar bränslebassängerna, händelser med samtidiga utsläpp från flera reaktorer på samma kärnkraftverk samt händelser med väl fungerande konsekvenslindrande system.

4.5.1. Händelser med kort förvarningstid

Tiden från larm om en störning på kärnkraftverket till utsläpp som föranleder att skyddsåtgärder för allmänheten måste övervägas kallas förvarningstid. Förvarningstiden har en avgörande betydelse för möjligheten att hinna vidta skyddsåtgärder. Om förvarningstiden är kortare än några timmar blir t.ex. utrymning, även inom ett begränsat område nära kärnkraftverket, svår eller omöjlig att hinna genomföra i tid. Den dimensionerande händelsen utan konsekvenslindrande system motsvarar ett tänkt värsta fall med avseende på utsläppets storlek, men inte avseende förvarningstid. Det finns möjliga händelser med kortare förvarningstid. Sådana händelser påverkar dock inte dimensioneringen av beredskapszoner och planeringsavståndet eller de skyddsåtgärder som ska förberedas. Inträffar en sådan händelse måste istället en snabbare skyddsåtgärd med sämre effekt väljas istället för en långsammare skyddsåtgärd med bättre effekt, t.ex. inomhusvistelse istället för utrymning.

4.5.2. Händelser med utdragna utsläppsförlopp

Varaktigheten i utsläppen för de dimensionerande händelserna som SSM fastställt är två dygn. Både Tjernobyl och Fukushima Daiichi visade att utsläppsförlopp kan bli betydligt mer långvariga. Sådana utsläppsförlopp blir dock inte gränssättande för utsträckningen av beredskapszoner eller planeringsavstånd, eftersom längre utsläppsförlopp betyder lägre utsläpp per tidsenhet givet att samma totala mängd radioaktiva ämnen släpps ut, vilket i sin tur leder till lägre doser. Utdragna utsläppsförlopp kan dock föranleda att skyddsåtgärden inomhusvistelse kan behöva avbrytas och ersättas med utrymning.

4.5.3. Händelser som påverkar bränslebassängerna

Inledning

Kärnkraftsolyckan i Fukushima Daiichi var en påminnelse om att även bränslebassänger kan påverkas vid olyckor. Under haveriförloppet fanns en osäkerhet om tillståndet för bränslebassängen i reaktor nummer fyra och det rådde under ett tag en farhåga att det använda bränslet som förvarades där

inte var täckt av vatten. SSM har därför genomfört en känslighetsanalys med utsläpp från bränslebassängerna. Eftersom bränslebassängerna, för både kok- och tryckvattenreaktorer, är placerade utanför reaktorinneslutningen kan händelser där kylningen av bränslebassängerna slås ut potentiellt leda till mycket omfattande utsläpp.

SSM har för känslighetsanalysen fastställt en händelse med förlust av kylning av bränslebassängerna. SSM har därefter genomfört spridnings- och dosberäkningar för de tre kärnkraftverken i Forsmark, Oskarshamn och Ringhals. Med utgångspunkt från beräkningsresultaten har SSM analyserat behov av olika skyddsåtgärder för händelsen med förlust av kylning av bränslebassängerna samt bedömt hur väl förslagen på beredskapszoner och planeringsavstånd kan möta dessa behov.

Analys

För händelsen med förlust av kylning till bränslebassängerna skulle en förebyggande utrymning i förväntad vindriktning ut till cirka 25 km vara tillräcklig för att kraftigt minska sannolikheten för allvarliga deterministiska effekter. För denna händelse startar utsläppet efter 56 timmar, varför de delar av yttre beredskapszonen som ligger i förväntad vindriktning bör kunna utrymmas innan utsläppet startar. Det är därför rimligt att anta att allvarliga deterministiska effekter kan undvikas med den av SSM föreslagna beredskapsplaneringen.

För händelsen med förlust av kylning till bränslebassängerna skulle en utrymning i förväntad vindriktning på avstånd större än 100 km kunna vara motiverad i syfte att utesluta effektiva doser över 100 mSv. SSM menar trots detta att en detaljerad utrymningsplanering utanför yttre beredskapszonen inte är rimlig. Dels är det svårt att förutsäga vilka områden som kan komma att påverkas på större avstånd och dels är det praktiskt svårt, även under goda yttre omständigheter, att genomföra utrymning av så pass stora områden. Ju större områden som ska utrymmas desto mer ökar risken för negativa konsekvenser till följd av utrymningen. Ett bättre alternativ är då inomhusvistelse, vilket SSM menar är genomförbart både på stora avstånd och i stora områden. För händelsen med förlust av kylning till bränslebassängerna finns dessutom tid att genomföra inomhusvistelse i lokaler som erbjuder bättre skydd än i ett småhus även på större avstånd, vilket kraftigt skulle minska sannolikheten för effektiva doser över 100 mSv. En förstärkt planering för utrymning före ett utsläpp, utanför yttre beredskapszonen, ger därför endast en begränsad förmågeökning i förhållande till kostnaderna att upprätthålla planeringen och möjligheterna att genomföra en sådan utrymning.

För händelsen med förlust av kylning till bränslebassängerna skulle utrymning på grund av markbeläggningen kunna vara motiverad på avstånd större än 500 km. Enligt SSM:s förslag ska utrymning på grund av markbeläggning, och tillhörande strålningsmätning, förberedas inom planeringsavståndet, dvs. ut till 100 km. SSM menar dock att den föreslagna dimensioneringen av förmågan till strålningsmätning är tillräcklig. Dels ska de mätresurser som SSM föreslår kunna användas på större avstånd än planeringsavståndet och

dels kan mätresurser från övriga kärnkraftslän används i berörda områden på större avstånd. Detta gäller i synnerhet som SSM också föreslår att strålningsmätning ska ske med en mer flexibel metod jämfört med idag där den nya metoden medger att områdena som ska mätas definieras under händelsen.

För händelsen med förlust av kylning till bränslebassängerna skulle inomhusvistelse kunna vara motiverad på avstånd större än 500 km. Eftersom det är svårt att förutsäga vilka områden som kan komma att påverkas på stora avstånd ger en förstärkt planering för hantering av utdragen inomhusvistelse utanför planeringsavståndet endast en liten förmågeökning i förhållande till kostnaderna att upprätthålla en sådan planering. SSM menar därför att den ordinarie planeringen för inomhusvistelse via VMA är godtagbar utanför planeringsavståndet.

För händelsen med förlust av kylning till bränslebassängerna skulle jodtabletter kunna vara motiverade på avstånd större än 500 km. Eftersom det är svårt att förutsäga vilka områden som kan komma att påverkas på stora avstånd ger en förstärkt planering för jodtabletter utanför planeringsavståndet endast en liten förmågeökning i förhållande till kostnaderna att upprätthålla en sådan planering. SSM menar därför att den föreslagna planeringen för jodtabletter är godtagbar.

Händelsen med förlust av kylning till bränslebassängerna i känslighetsanalysen motsvarar ett tänkt värsta fall med avseende på utsläppets storlek, men inte avseende förvarningstid. Det finns möjliga händelser med utsläpp från bränslebassängerna som har kortare förvarningstid. Sådana händelser påverkar dock inte heller utformningen av beredskapszoner eller planeringsavstånd eftersom det är samma skyddsåtgärder som ska förberedas. Inträffar en sådan händelse måste istället en snabbare skyddsåtgärd med sämre effekt väljas istället för en långsammare skyddsåtgärd med bättre effekt, t.ex. inomhusvistelse istället för utrymning.

Slutsats

SSM menar sammanfattningsvis att förslagen på utsträckning av inre beredskapszonen på cirka 5 km, yttre beredskapszonen på cirka 25 km och planeringsavståndet på 100 km samt förberedelserna för inomhusvistelse och jodtabletter är rimliga även om händelsen med förlust av kylning av bränslebassängerna beaktas. Skälet till ställningstagandet är att förslagen redan tar höjd för att utökade skyddsåtgärder ska kunna vidtas så långt det är möjligt.

4.5.4. Samtidiga utsläpp från flera reaktorer

Inledning

Kärnkraftsolyckan i Fukushima Daiichi var en påminnelse om att flera reaktorer på ett kärnkraftverk kan drabbas av ett svårt haveri samtidigt. SSM anser därför att det finns anledning att genomföra en känslighetsanalys där det totala utsläppet från de olika representativa källtermerna skalas beroende på antal reaktorer på kärnkraftverket. Sker utsläppen i stort sett samtidigt från

flera reaktorer påverkas både avståndet där skyddsåtgärder kan behöva vidtas i samband med utsläppet och storleken på områden där skyddsåtgärder kan behöva vidtas på grund av den markbeläggning som nedfallet ger upphov till. Sker utsläppen däremot vid olika tidpunkter påverkas i första hand storleken på områden där skyddsåtgärder kan behöva vidtas på grund av den markbeläggning som nedfallet ger upphov till.

SSM har genomfört spridnings- och dosberäkningar för de tre kärnkraftverken i Forsmark, Oskarshamn och Ringhals där utsläpp sker samtidigt från en, två eller tre reaktorer för båda de dimensionerande händelserna med och utan fungerande konsekvenslindrande system. Skälet till att SSM inte tagit fram resultat för simultana utsläpp från fyra reaktorer är att när förslagen på beredskapszoner och ett planeringsavstånd tidigast kan träda i kraft, kommer det inte finnas något kärnkraftverk med fler än tre reaktorer i drift i Sverige. Med utgångspunkt från beräkningsresultaten har SSM analyserat behov av olika skyddsåtgärder vid samtidigt utsläpp från flera reaktorer samt bedömt hur väl förslagen på beredskapszoner och planeringsavstånd kan möta dessa behov.

Analys för utsläpp vid samtida händelser utan fungerande konsekvenslindrande system

Vid simultana utsläpp från tre reaktorer utan fungerande konsekvenslindrande system är en förebyggande utrymning av drygt halva yttre beredskapszonen i förväntad vindriktning tillräcklig för att kraftigt minska sannolikheten för allvarliga deterministiska effekter. SSM anser därför att den utrymningsplanering som SSM föreslagit, där utrymning av yttre beredskapszonen bör kunna ske i flera steg, ger rimliga möjligheter till att allvarliga deterministiska effekter kan undvikas även vid simultana utsläpp från tre reaktorer utan fungerande konsekvenslindrande system.

Vid ett samtidigt utsläpp från tre reaktorer utan fungerande konsekvenslindrande system skulle en utrymning i förväntad vindriktning kunna vara motiverad ut till drygt 80 km i syfte att undvika doser över 100 mSv effektiv dos. SSM menar trots detta att en detaljerad utrymningsplanering utanför yttre beredskapszonen inte är rimlig. Dels är det svårt att förutsäga vilka områden som kan komma att påverkas på större avstånd och dels är det praktiskt svårt, även under goda yttre omständigheter, att genomföra utrymning av så pass stora områden. Ju större områden som ska utrymmas desto mer ökar risken för negativa konsekvenser till följd av utrymningen. Ett bättre alternativ är då inomhusvistelse, vilket SSM menar är genomförbart både på stora avstånd och i stora områden. En förstärkt planering för utrymning före ett utsläpp, utanför yttre beredskapszonen, ger därför endast en begränsad förmågeökning i förhållande till kostnaderna att upprätthålla planeringen och möjligheterna att genomföra en sådan utrymning.

Vid ett samtidigt utsläpp från tre reaktorer utan fungerande konsekvenslindrande system skulle inomhusvistelse kunna vara motiverad ut till 350 km. Eftersom det är svårt att förutsäga vilka områden som kan komma att påverkas på stora avstånd ger en förstärkt planering för att hantera en

utdragen inomhusvistelse utanför planeringsavståndet endast en liten förmågeökning i förhållande till kostnaderna att upprätthålla en sådan planering. SSM menar därför att den ordinarie planeringen för inomhusvistelse via VMA är tillräcklig utanför planeringsavståndet.

Analys för utsläpp vid samtida händelser med fungerande konsekvenslindrande system

Vid ett samtidigt utsläpp från tre reaktorer med fungerande konsekvenslindrande system är en förebyggande utrymning av inre beredskapszonen med god marginal tillräcklig för att allvarliga deterministiska effekter ska kunna uteslutas. En förebyggande utrymning av inre beredskapszonen är också tillräcklig för att med stor sannolikhet utesluta effektiva doser över 100 mSv. En utrymning av yttre beredskapszonen skulle dessutom med god marginal vara tillräcklig för att kunna utesluta effektiva doser över 20 mSv. Inomhusvistelse i hela yttre beredskapszonen som berörs av utsläppet skulle vara motiverad, medan inomhusvistelse på större avstånd inom planeringsavståndet sannolikt inte är motiverad.

Slutsats

SSM menar sammanfattningsvis att förslagen på utsträckning av inre beredskapszonen på cirka 5 km och yttre beredskapszonen på cirka 25 km samt förberedelserna för inomhusvistelse är rimliga även om samtida utsläpp från två eller tre reaktorer utan fungerande konsekvenslindrande system beaktas. Skälet till ställningstagandet är att förslagen redan tar höjd för att utökade skyddsåtgärder ska kunna vidtas så långt det är möjligt givet omständigheterna. Vid samtida utsläpp från två eller tre reaktorer med fungerande konsekvenslindrande system är förslagen på utsträckning av beredskapszonerna och förberedelserna för inomhusvistelse med god marginal tillräckliga.

4.5.5. Väl fungerande konsekvenslindrande system

Inledning

De konsekvenslindrande systemen fungerar enligt analyser från tillståndshavarna till de svenska kärnkraftverken betydligt bättre än kraven som fastställts av regeringen. SSM anser att det finns skäl att genomföra en känslighetsanalys där de konsekvenslindrande systemen antas fungera väl, eftersom utsläppen då blir lägre än de som redovisas för den dimensionerade händelsen med fungerande konsekvenslindrande system. SSM bedömer att det tidigt i en händelse bör gå att avgöra om de konsekvenslindrande systemen fungerar väl, och att denna information är viktig för räddningsledaren inför beslut om lämpliga skyddsåtgärder.

SSM har fastställt en händelse och en representativ källterm för känslighetsanalysen med väl fungerande konsekvenslindrande system enligt samma metod som för de dimensionerande händelserna. SSM har därefter genomfört spridnings- och dosberäkningar för de tre kärnkraftverken i Forsmark, Oskarshamn och Ringhals. Med utgångspunkt från beräkningsresultaten har SSM analyserat behov av olika skyddsåtgärder för händelsen

med väl fungerande konsekvenslindrande system samt bedömt hur väl förslagen på beredskapszoner och planeringsavstånd kan möta dessa behov.

Analys

SSM menar att förebyggande utrymning av inre beredskapszonen ska genomföras även om de konsekvenslindrande systemen kan antas fungera väl. Skälet till detta ställningstagande är att allvarliga olyckor ofta präglas av stora osäkerheter och att förebyggande utrymning av inre beredskapszonen fortfarande är en rimlig försiktighetsåtgärd, för den händelse att situationen snabbt skulle förvärras. Någon ytterligare utrymning är dock inte motiverad om de konsekvenslindrande systemen kan antas fungera väl. Däremot kan inomhusvistelse vara motiverad i de delar av yttre beredskapszonen som kan förväntas beröras av utsläppet. Intag av jodtabletter kan också vara motiverat ut till cirka halva utsträckningen av yttre beredskapszonen i de delar som kan förväntas beröras av utsläppet. Någon markbeläggning som medför att de som utrymmer från inre beredskapszonen är förhindrade att återvända när utsläppet upphört uppstår inte. Utanför yttre beredskapszonen är det mycket osannolikt att skyddsåtgärder för allmänheten skulle vara berättigade.

Slutsats

SSM:s förslag på utsträckning av inre beredskapszonen på cirka 5 km och yttre beredskapszonen på cirka 25 km är med god marginal tillräckliga för utsläpp vid händelsen med väl fungerande konsekvenslindrande system.

4.6. Dos efter skyddsåtgärder

SSM har beräknat de högsta stråldoserna som allmänheten kan erhålla under förutsättning att de skyddsåtgärder som SSM föreslår ska förberedas inom beredskapszoner och planeringsavstånd kan genomföras. Syftet med beräkningarna är att visa om förslagen på förberedda skyddsåtgärder möjliggör att allvarliga deterministiska effekter kan undvikas och att valda referensnivåer kan underskridas. SSM redovisar i detta avsnitt resultat för de dimensionerande händelserna med och utan fungerande konsekvenslindrande system. Som jämförelse redovisar SSM också resultat för händelsen i känslighetsanalysen med väl fungerande konsekvenslindrande system.

4.6.1. Beräkning av dos efter skyddsåtgärder

SSM använder referensnivån 100 mSv effektiv dos för den dimensionerande händelsen utan fungerade konsekvenslindrande system och referensnivån 20 mSv effektiv dos för den dimensionerade händelsen med fungerande konsekvenslindrande system som utgångspunkt för förslaget till utsträckning av beredskapszonerna och planeringsavståndet. Referensnivåerna anger en målsättning för den högsta dos som en representativ person ska erhålla givet att planerade skyddsåtgärder kan genomföras. Vilka skyddsåtgärder som faktiskt kan vidtas vid ett svårt haveri beror på omständigheterna under händelsen. Planering för skyddsåtgärder ska dock möjliggöra att valda referensnivåer kan underskridas.

Referensnivåer kan inte användas direkt i beredskapsplaneringen. SSM har därför fastställt doskriterier för respektive skyddsåtgärd och använt dessa i spridnings- och dosberäkningarna. Doskriterierna gäller för en oskyddad person under sju dygn och är fastställda för båda referensnivåerna på 20 och 100 mSv effektiv dos. Att beräkna dosen till en oskyddad person som vistas utomhus under de första sju dyggen efter utsläppets start är ett konservativt antagande, men syftet är att omfatta också de personer som råkar befinna sig utomhus när det radioaktiva molnet passerar eftersom en betydande del av dosen då kan erhållas. Avståndsfördelningar framtagna med respektive doskriterium ligger till grund för SSM:s resonemang om på vilka avstånd olika skyddsåtgärder bör förberedas.

För att kontrollera om den planering som SSM föreslår möjliggör att valda referensnivåer kan underskridas, har SSM genomfört beräkningar av stråldoser givet att olika kombinationer av skyddsåtgärder vidtas. För områden som utryms antar SSM att den effektiva dosen efter vidtagna skyddsåtgärder blir noll, vilket gäller om utrymningen genomförs innan utsläppet startat och om den sker till en plats som inte påverkas av utsläppet. SSM har antagit att detta gäller inom inre beredskapszonen, dvs. ut till cirka 5 km. SSM har vidare antagit att detta kan gälla för delar av yttre beredskapszonen om dessa utryms, dvs. ut till cirka 25 km beroende på omständigheterna under händelsen. I yttre beredskapszonen liksom inom planeringsavståndet har SSM slutligen antagit att inomhusvistelse alltid går att genomföra.

Inomhusvistelse erbjuder ett skydd mot extern exponering från moln och mark liksom för intern exponering från inandning av radioaktiva ämnen. I ett småhus antar SSM att inomhusvistelse minskar stråldoserna till hälften jämfört med oskyddad vistelse utomhus. SSM har också undersökt effekterna av inomhusvistelse i lokaler som erbjuder bättre skydd, t.ex. källarplan i ett småhus eller flerbostadshus med filtrerad ventilation. Syftet är att ta reda på i vilken utsträckning inomhusvistelse i sådana lokaler kan utgöra ett alternativ till utrymning. SSM bedömer att inomhusvistelse i lokaler med bättre skydd kan minska stråldoserna till en tiondel.

SSM föreslår också ett antal övergripande mål som ska ligga till grund för förslaget på beredskapszoner. Det mest prioriterade målet av dessa är att allvarliga deterministiska effekter kan undvikas. SSM har därför definierat tröskeldoser för tre sådana effekter som SSM bedömt vara gränssättande, dvs. som inträffar vid lägst exponering (se avsnitt 2.6.4). För att kontrollera om den planering som SSM föreslår möjliggör att dessa effekter kan undvikas, har SSM genomfört beräkningar av avstånd där tröskeldoser överskrids givet att olika kombinationer av skyddsåtgärder vidtas enligt samma metod som beskrivits ovan.

4.6.2. Möjlighet att undvika allvarliga deterministiska effekter

För händelsen utan fungerande konsekvenslindrande system är allvarliga deterministiska effekter osannolika om den inre beredskapszonen utryms före ett utsläpp samtidigt som inomhusvistelse rekommenderas (och genomförs) i de delar av yttre beredskapszonen som berörs av utsläppet. Dock kan det inte helt uteslutas att tröskeldosen 100 mGy för ett embryo överskrids.

För händelsen med fungerande konsekvenslindrande system kan allvarliga deterministiska effekter uteslutas om den inre beredskapszonen utryms före ett utsläpp.

4.6.3. Möjlighet att underskrida valda referensnivåer

Analysen där inomhusvistelse minskar stråldoserna till hälften

SSM har analyserat effekten av olika kombinationer av skyddsåtgärder för utsläpp vid händelsen utan fungerande konsekvenslindrande system och under förutsättning att inomhusvistelse minskar stråldoserna till hälften. Om inre beredskapszonen utryms och inomhusvistelse rekommenderas (och genomförs) innan utsläppet sker i de delar av yttre beredskapszonen och planeringsavståndet som kan komma att beröras, kommer personer som vistas inomhus i yttre beredskapszonen på cirka 5 km avstånd att kunna erhålla de högsta effektiva doserna, som mest upp till cirka 500 mSv om 90 procent av alla förekommande väderfall beaktas. Om också de delar av yttre beredskapszonen som kan komma att beröras av utsläppet utryms ut till drygt 15 km innan utsläppet sker, kommer de personer som vistas inomhus i yttre beredskapszonen just utanför det utrymda området att erhålla de högsta effektiva doserna, som mest upp till cirka 100 mSv om 80 respektive 90 procent av alla förekommande väderfall beaktas för barn respektive vuxna.

Om alla delar av yttre beredskapszonen som kan komma att beröras av utsläppet utryms, kommer de personer som vistas inomhus i planeringsavståndet på cirka 25 km avstånd att erhålla de högsta effektiva doserna, som mest upp till cirka 100 mSv om 90 procent av alla förekommande väderfall beaktas.

SSM har vidare analyserat effekten av olika kombinationer av skyddsåtgärder för händelsen med fungerande konsekvenslindrande system och under förutsättning att inomhusvistelse minskar stråldoserna till hälften. Om inre beredskapszonen utryms och inomhusvistelse rekommenderas (och genomförs) i de delar av yttre beredskapszonen som kan komma att beröras av utsläppet innan det sker, kommer de personer som vistas inomhus i yttre beredskapszonen på cirka 5 km avstånd att erhålla de högsta effektiva doserna, som mest upp till cirka 20 mSv om 90 procent av alla förekommande väderfall beaktas. Om också de delar av yttre beredskapszonen som kan komma att beröras av utsläppet utryms ut till drygt 15 km innan utsläppet sker, kommer de personer som vistas inomhus just utanför det utrymda området att erhålla de högsta effektiva doserna, som mest upp till cirka 5 mSv om 90 procent av alla förekommande väderfall beaktas. Personer som vistas i de delar av planeringsavståndet som berörs av utsläppet på cirka 25 km avstånd kan också erhålla effektiva doser upp till 5 mSv om inomhusvistelse inte rekommenderas i detta område.

SSM har slutligen analyserat effekten av olika kombinationer av skyddsåtgärder för händelsen i känslighetsanalysen med väl fungerande konsekvenslindrande system och under förutsättning att inomhusvistelse minskar stråldoserna till hälften. Om inre beredskapszonen utryms och inomhusvistelse rekommenderas (och genomförs) innan utsläppet sker i de delar av yttre beredskapszonen som kan komma att beröras, kommer de personer som vistas inomhus i yttre beredskapszonen på cirka 5 km avstånd att erhålla de högsta effektiva doserna, som mest upp till drygt 5 mSv om 90 procent av alla förekommande väderfall beaktas. Om också de delar av yttre beredskapszonen som kan komma att beröras av utsläppet utryms ut till drygt 10 km innan utsläppet sker, kommer de personer som vistas inomhus just utanför det utrymda området att erhålla de högsta effektiva doserna, som mest upp till cirka 2,5 mSv om 90 procent av alla förekommande väderfall beaktas. Det är osannolikt att någon som vistas oskyddad i planeringsavståndet på cirka 25 km avstånd kommer erhålla en effektiv dos över 1 mSv.

En sammanfattning av resultaten för olika kombinationer av skyddsåtgärder för de analyserade händelserna där förebyggande utrymning leder till att stråldoserna blir noll och inomhusvistelse minskar stråldoserna till hälften redovisas i Tabell 6.

Tabell 6. Högsta effektiv dos efter skyddsåtgärder och avstånd där dessa erhålls (om 90 procent av alla förekommande väderfall beaktas) för olika kombinationer av möjliga utsläpp och skyddsåtgärder (utrymning antas leda till att stråldoserna blir noll och inomhusvistelse antas minska stråldoserna till hälften).

Skyddsåtgärder	Högsta dos efter skyddsåtgärder (mSv)	Avstånd (km)
Ej fungerande konsekvenslindrande system		
Utrymning: ~5 km Inomhusvistelse: ~100 km	500	~5
Utrymning: ~15 km Inomhusvistelse: ~100 km	100 ¹	~15
Utrymning: ~25 km Inomhusvistelse: ~100 km	100	~25
Fungerande konsekvenslindrande system		
Utrymning: ~5 km Inomhusvistelse: ~25 km	20	~5
Utrymning: ~15 km Inomhusvistelse: ~25 km	5	~15 och ~25
Väl fungerande konsekvenslindrande system		
Utrymning: ~5 km Inomhusvistelse: ~25 km	5	~5
Utrymning: ~10 km Inomhusvistelse: ~25 km	2,5	~10

¹ 80 respektive 90 procent av väderfallen för barn respektive vuxna.

Analysen där inomhusvistelse minskar stråldoserna till en tiondel

SSM har också analyserat effekten av olika kombinationer av skyddsåtgärder vid händelsen utan fungerande konsekvenslindrande system och under förutsättning att inomhusvistelse minskar stråldoserna till en tiondel inom yttre beredskapszonen (på t.ex. ett sjukhus) och till hälften utanför yttre beredskapszonen. Om inre beredskapszonen utryms och inomhusvistelse rekommenderas (och genomförs) innan utsläppet sker i de delar av yttre beredskapszonen och planeringsavståndet som kan komma att beröras, kommer de personer som vistas inomhus i yttre beredskapszonen på cirka 5 km avstånd att erhålla de högsta effektiva doserna, som mest upp till cirka 100 mSv om 90 procent av alla förekommande väderfall beaktas.

Om de delar av yttre beredskapszonen som kan komma att beröras av utsläppet utryms ut till drygt 15 km innan utsläppet sker, kommer de personer som vistas inomhus inom planeringsavståndet på cirka 25 km avstånd att erhålla de högsta effektiva doserna, som mest upp till cirka 50 mSv om 70 respektive 80 procent av alla förekommande väderfall för barn respektive vuxna beaktas. Effektiva doser strax under 100 mSv för barn kan dock inte uteslutas inom planeringsavståndet på cirka 25 km avstånd om 90 procent av alla förekommande väderfall beaktas. Det är således bättre att vistas inomhus inom avståndet 15-25 km i yttre beredskapszonen jämfört med att vistas inomhus inom planeringsavståndet på avstånd som just överstiger 25 km på grund av den bättre skyddsfaktorn i yttre beredskapszonen.

Om de delar av yttre beredskapszonen som kan komma att beröras av utsläppet utryms innan utsläppet sker, kommer de personer som vistas inomhus inom planeringsavståndet på cirka 25 km avstånd att erhålla de högsta effektiva doserna, som mest upp till cirka 50 mSv om 70 respektive 80 procent av alla förekommande väderfall för barn respektive vuxna beaktas. Effektiva doser strax under 100 mSv för barn kan dock inte uteslutas inom planeringsavståndet på cirka 25 km avstånd vid inomhusvistelse.

En sammanfattning av resultaten för olika kombinationer av skyddsåtgärder för de analyserade händelserna där förebyggande utrymning leder till att stråldoserna blir noll och inomhusvistelse minskar stråldoserna till en tiondel i yttre beredskapszonen och till hälften inom planeringsavståndet redovisas i Tabell 7.

Tabell 7. Högsta effektiv dos efter skyddsåtgärder och avstånd där dessa erhålls (om 90 procent av alla förekommande väderfall beaktas) för olika kombinationer av möjliga utsläpp och skyddsåtgärder (utrymning antas leda till att stråldoserna blir noll och inomhusvistelse antas minska stråldoserna till en tiondel i yttre beredskapszonen och till hälften inom planeringsavståndet) för den dimensionerande händelsen utan fungerande konsekvenslindrande system.

Skyddsåtgärder	Högsta dos efter skyddsåtgärder (mSv)	Avstånd (km)
Ej fungerande konsekvenslindrande system		
Utrymning: ~5 km Inomhusvistelse: ~100 km	100	~5 och ~25
Utrymning: ~15 km Inomhusvistelse: ~100 km	100	~25
Utrymning: ~25 km Inomhusvistelse: ~100 km	100	~25

Slutsats

De förslag på utsträckning beredskapszonerna och planeringsavståndet i kombination med de förberedelser som SSM föreslår i respektive beredskapszon och inom planeringsavståndet möjliggör att de valda referensnivåerna kan underskridas. Detta gäller både 100 mSv effektiv dos för den dimensionerande händelsen utan fungerande konsekvenslindrande system och 20 mSv effektiv dos för den dimensionerande händelsen med fungerande konsekvenslindrande system.

För den dimensionerande händelsen utan fungerande konsekvenslindrande system kräver detta att de delar av yttre beredskapszonen som kan komma att beröras av utsläppet utryms innan det startar. Ett alternativ till att utrymma alla delar av yttre beredskapszonen som kan komma att beröras är att utrymma ut till cirka 15 km i kombination med att rekommendera inomhusvistelse i de resterande delar som ligger på avståndet 15-25 km. Detta alternativ är särskilt fördelaktigt om inomhusvistelse kan ske i lokaler som erbjuder ett bättre skydd än ett småhus.

Om ett utsläpp i samband med en olycka förväntas leda till långvarig exponering avser referensnivån den effektiva dosen under ett år från den

inledande händelsen. De beräkningar av effektiv dos som genomförts givet olika kombinationer av skyddsåtgärder avser exponering under de första sju dygnen efter att utsläppet startat. Exponering från markbeläggning under de återstående 51 veckorna innan ett år från utsläppets start passerat skulle därför kunna motivera ytterligare skyddsåtgärder i syfte att underskrida den valda referensnivån. SSM anser dock att utsläppsfasen och fasen efter utsläppet upphört ska behandlas var för sig. För det första skulle det kunna leda till orimliga konsekvenser om utrymning skulle genomföras för att undvika en liten tillskottsdos från markbeläggnings i sådana fall där doser nära den valda referensnivån har erhållits under utsläppsfasen. För det andra kommer det i praktiken vara omöjligt att med tillräcklig precision avgöra vilka doser olika grupper erhållit under utsläppsfasen, vilket innebär att den sammanlagda dosen under ett år svårigen kan uppskattas. SSM anser därför att utrymning efter att utsläpp av betydelse ur strålskyddssynpunkt upphört endast bör avgöras genom att beakta exponeringen från den kvarvarande markbeläggnings.

4.7. Livsmedelsproduktion

SSM har genomfört spridningsberäkningar för att uppskatta på vilka avstånd åtgärder kopplade till livsmedelsproduktion kan behöva övervägas vid utsläpp från svenska kärnkraftverk i samband med olyckor. Beräkningarna utgår från de åtgärdsnivåer för livsmedelsproduktion som redovisas i bilaga 1. Beräkningarna har genomförts för de två dimensionerande händelserna med och utan fungerande konsekvenslindrande system samt för händelsen i känslighetsanalysen med väl fungerande konsekvenslindrande system. Med utgångspunkt från beräkningsresultaten har SSM analyserat behov av åtgärder för livsmedelsproduktion vid utsläpp för de tre händelserna.

4.7.1. Resultat från spridningsberäkningar

En sammanfattning av resultaten, i form av avrundade medelvärden för de tre kärnkraftverken, med avstånd där 90 procent av alla förekommande väderfall beaktas för händelserna utan fungerande, med fungerande och med väl fungerande konsekvenslindrande system redovisas i Tabell 8.

Tabell 8. Sammanfattning av de största avstånden där åtgärdsnivåer för livsmedelsproduktion kan överskridas för olika händelser om 90 procent av alla förekommande väderfall beaktas ("-" innebär att åtgärdsnivån inte överskrids).

Nuklidgrupp	Väl fungerande (km)	Fungerande (km)	Ej fungerande (km)
Dricksvatten från ytvattentäkter med liten utspädning (0,5 m djup)			
Jod	~40	~60	>500
Cesium	~1	~15	>500
Strontium	-	-	~250
Transuraner	-	-	~2
Dricksvatten från ytvattentäkter med stor utspädning (10 m djup)			
Jod	~6	~10	>500
Cesium	-	~1	~250
Strontium	-	-	~25
Transuraner	-	-	-
Mjök			
Jod	~300	~350	>500
Cesium	~25	~300	>500
Strontium	-	~3	>500
Nöt, lamm och ren			
Cesium (bete)	~200	>500	>500
Strontium (bete)	-	-	~250
Cesium (naturbete)	~200	>500	>500
Strontium (naturbete)	-	~3	>500
Fläsk			
Cesium	~25	~300	>500
Strontium	-	-	~30
Vilt (älg och rådjur)			
Cesium (100 kBq/m ²)	~2	~35	>500
Cesium (10 kBq/m ²)	~25	~300	>500
Spannmål			
Cesium	~25	~300	>500
Strontium	-	~3	>500
Bladgrönsaker			
Cesium	~200	>500	>500
Strontium	-	~35	>500
Potatis			
Cesium	-	~3	~350
Strontium	-	-	~250

4.7.2. Analys

Åtgärdsnivåerna för livsmedelsproduktion bygger på en rad antaganden och präglas därför av stor osäkerhet. De avstånd som SSM redovisar där åtgärdsnivåerna kan komma att överskridas ska därför endast ses som indikativa. Resultaten ger dock en uppfattning om på vilka avstånd problem med livsmedelsproduktion kan förekomma, vilken typ av livsmedelsproduktion som är mest utsatt samt vilka nuklider som leder till störst problem för olika typer av livsmedelsproduktion. Vidare bör noteras att resultaten gäller ett största avstånd i någon riktning där åtgärdsnivån kan överskridas. Avstånden utgör således inget direkt mått på hur stora ytor som kan beröras av ett faktiskt nedfall.

SSM anser att det är rimligt att planeringen för åtgärder kopplade till livsmedelsproduktion omfattar alla områden som kan komma att beröras vid ett utsläpp, dvs. att avstånd som omfattar minst 90 procent av alla förekommande väderfall beaktas. Skälet till SSM:s ställningstagande är att åtgärdsnivåerna är kopplade till överskridande av gränsvärden från EU som är tvingande för Sverige i händelse av en kärnkraftsolycka.

För händelsen utan fungerande konsekvenslindrande system överskrids minst en åtgärdsnivå för samtliga livsmedel, med undantag av potatis, på större avstånd än det maximala avståndet i beräkningarna på 500 km. För händelsen med fungerande konsekvenslindrande system överskrids minst en åtgärdsnivå för några livsmedel på större avstånd än det maximala avståndet i beräkningarna på 500 km. För händelsen med väl fungerande konsekvenslindrande system överskrids åtgärdsnivåer för mjölk ut till cirka 300 km och åtgärdsnivåer för nöt, ren och bladgrönsaker ut till cirka 200 km.

IAEA rekommenderar att det ska finnas en planering för att vidta tidiga åtgärder kopplade till livsmedelsproduktion ut till ett avstånd på 300 km från ett kärnkraftverk. SSM:s beräkningar visar att detta avstånd endast är tillräckligt för händelsen med väl fungerande konsekvenslindrande system. Med stöd av beräkningarna anser SSM att det bör finnas en planering för att vidta tidiga åtgärder kopplade till livsmedelsproduktion i hela Sverige. Visserligen saknas resultat för större avstånd än 500 km, men erfarenheter från inträffade kärnkraftsolyckor visar att problem med viss livsmedelsproduktion kan uppkomma på mycket stora avstånd. Det gäller i synnerhet olyckan i Tjernobyl som påverkade bland annat ren- och färnäringen på mer än 1 000 km avstånd.

SSM anser därför att berörda myndigheter med ansvar för åtgärder kopplade till livsmedelsproduktion bör se över befintliga beredskapsplaner med utgångspunkt i de beräkningar som SSM redovisar i denna rapport. Av särskild vikt är att beslut om åtgärder kopplade till livsmedelsproduktion och skydd av allmänheten från intag av kontaminerade livsmedel kan fattas tillräckligt snabbt, vilket för vissa livsmedel som t.ex. mjölk innebär under det första dygnet efter olyckans inledning. SSM vill också understryka vikten av att även avstånd till utländska kärnkraftverk beaktas i en sådan översyn.

4.8. Sanering

SSM har genomfört spridningsberäkningar för att uppskatta på vilka avstånd sanering kan behöva övervägas vid utsläpp från svenska kärnkraftverk. Beräkningarna utgår från de åtgärdsnivåer för sanering som redovisas i bilaga 1. Beräkningarna har genomförts för de två dimensionerande händelserna med och utan fungerande konsekvenslindrande system samt för händelsen i känslighetsanalysen med väl fungerande konsekvenslindrande system. Med utgångspunkt från beräkningsresultaten har SSM analyserat behov av sanering vid utsläpp för de tre händelserna.

4.8.1. Resultat från spridningsberäkningar

En sammanfattning av resultaten med avrundande medelvärden för de tre kärnkraftverken för händelserna utan fungerande, med fungerande och med väl fungerande konsekvenslindrande system redovisas i Tabell 9.

Tabell 9. Sammanfattning av de största avstånden där åtgärdsnivåer för sanering överskrids för olika händelser om 70, 80 respektive 90 procent av alla förekommande väderfall beaktas ("-" innebär att åtgärdsnivån inte överskrids). Doserna i tabellen avser tillskott i effektiv dos från markbeläggningen under första året.

Percentil	Väl fungerande (km)	Fungerande (km)	Ej fungerande (km)
En saneringsplan bör tas fram och enklare saneringsinsatser kan vara motiverade (mer än 1 mSv)			
70	~1	~10	>500
80	~1,5	~20	>500
90	~2	~30	>500
Enklare saneringsinsatser är troligen motiverade (mer än 5 mSv)			
70	-	~2	~250
80	-	~3	~350
90	-	~6	~400
Avancerade saneringsinsatser kan vara motiverade (mer än 10 mSv)			
70	-	~1,5	~200
80	-	~2	~250
90	-	~3	~350
Avancerade saneringsinsatser är troligen motiverade (mer än 20 mSv)			
70	-	~0,5	~100
80	-	~1	~150
90	-	~1,5	~250
Avancerade saneringsinsatser är troligtvis inte tillräckligt för att området ska gå att återvända till på flera år (mer än 50 mSv)			
70	-	-	~40
80	-	-	~70
90	-	-	~100

4.8.2. Analys

För händelsen där de konsekvenslindrande systemen inte fungerar kan en saneringsplan behöva tas fram som omfattar hela eller delar av området kring kärnkraftverket på ett avstånd som överstiger 500 km. Inom detta område kan det vara berättigat att vidta enklare saneringsinsatser i viss utsträckning. Avståndet där enklare saneringsinsatser troligen är motiverade kan sträcka sig ut till cirka 400 km. Avståndet där avancerade saneringsinsatser kan vara motiverade kan sträcka sig ut till cirka 350 km och avståndet där avancerade saneringsinsatser troligen är motiverade kan sträcka sig ut till cirka 250 km. Ut till ett avstånd på cirka 100 km kan det uppstå områden med så hög marbeläggning att boende inte kan återvända på flera år trots avancerade saneringsinsatser.

För händelsen med fungerande konsekvenslindrande system kan en saneringsplan behöva tas fram som omfattar hela eller delar av området kring kärnkraftverket på ett avstånd ut till cirka 30 km. Inom detta område kan det vara berättigat att sanera i olika utsträckning. Avståndet där enklare saneringsinsatser troligen är motiverade är begränsat till cirka 6 km. Avståndet där mer avancerade saneringsinsatser kan vara motiverade är begränsat till cirka 3 km.

För händelsen med väl fungerande konsekvenslindrande system är det osannolikt att sanering behöver genomföras. Visserligen kan kriteriet för när en saneringsplan behöver tas fram överskridas ut till ett par kilometer från kärnkraftverket, men det är osäkert om faktiska saneringsinsatser skulle vara berättigade.

SSM menar att sanering troligen kan bli aktuell först efter att den radiologiska nödsituationen, och därmed räddningstjänst, avslutats. SSM föreslår därför inga särskilda åtgärder inom beredskapszonerna eller planeringsavståndet kring kärnkraftverken med anledning av de redovisade resultaten. Däremot anser SSM att alla länsstyrelser som enligt förordningen om skydd mot olyckor har ansvar för sanering efter utsläpp från en kärnteknisk anläggning bör se över befintliga saneringsplaner med utgångspunkt i de beräkningar som SSM redovisar i denna rapport. SSM vill understryka vikten av att även avstånd till utländska kärnkraftverk beaktas i en sådan översyn.

5. Westinghouse Electric Sweden AB:s bränslefabrik

På bränslefabriken i Västerås tillverkas kärnbränsle för olika typer av kärnkraftsreaktorer. I fabriken konverteras anrikat uran från uranhexafluorid till urandioxid, vilken sedan bearbetas till bränsleelement. Inom anläggningen finns även faciliteter för uranåtervinning.

I detta kapitel sammanfattas dimensionerande händelser, representativa källtermer, resultat från spridningsberäkningar, underlag till dimensionering av beredskapszon, samt förslag till utformning av en beredskapszon kring bränslefabriken i Västerås. För ytterligare information hänvisas till bilaga 4.

5.1. Dimensionerande händelser

SSM har fastställt två dimensionerande händelser som ligger till grund för förslaget till beredskapszon och planeringsavstånd kring bränslefabriken:

- **Händelse med kriticitet.** Händelsen beror på överfyllning av en behållare med uranhaltig vätska, vilket leder till att systemet blir överkritiskt. Kriticitetshändelsen ger upphov till både direktstrålning och utsläpp av fissionsprodukter (exempelvis jod). Situationen pågår i 8 timmar innan tillräckligt med vätska kokat bort för att kriticitetsprocessen ska upphöra.
- **Händelse med brand och utsläpp av uranpulver.** Händelsen beror på en brand som startar i eller sprids till filter i processventilationen. I scenariot antas att flamdetektorer och brandspjäll inte fungerar, vilket leder till att allt uranpulver i fem slangfilter, totalt 1000 kg urandioxid, frigörs och släpps ut till omgivningen. Branden antas pågå i 5 timmar.

SSM anser att båda dessa händelser bör beaktas i beredskapsplaneringen kring bränslefabriken, eftersom de ger upphov till olika typer av omgivningskonsekvenser. Vidare bedömer SSM att händelserna är lämpliga för dimensionering av beredskapsplaneringen eftersom andra typer av olyckor såsom kraftiga jordbävningar eller omfattande bränder på annat håll i bränslefabriken sannolikt inte leder till allvarigare omgivningskonsekvenser.

5.1.1. Uranhexafluorid och kemiska risker

Händelser med uranhexafluorid har inte legat till grund för förslaget på beredskapszon kring bränslefabriken eftersom de radiologiska konsekvenserna från möjliga utsläpp av uranhexafluorid bedöms som lägre än de från utsläpp av uranpulver. De kemiska riskerna med uranhexafluorid är dock stora. Det är därför viktigt att den samlade beredskapsplaneringen kring bränslefabriken även beaktar händelser som ger upphov till kemiska risker.

5.2. Representativa källtermer

5.2.1. Kriticitet

Den dimensionerande händelsen med kriticitet ger upphov till $1\text{E}+19$ kärnklyvningar, varav 10 procent sker direkt. Därefter följer ytterligare kärnklyvningsreaktioner om vardera $1,9\text{E}+17$ klyvningar var tionde minut under 8 timmar. Kärnklyvningsreaktionerna ger upphov till pulser av direktstrålning med påföljande utsläpp av fissionsprodukter. SSM har antagit en förvarningstid på 5 minuter från inträffad kriticitet till dess att utsläppet av fissionsprodukter till omgivningen börjar. Källterm för kriticitetshändelsen redovisas i Tabell 10. Notera att det för direktstrålningen inte finns någon förvarningstid.

Tabell 10. Nuklider och aktiviteter i den representativa källtermen för kriticitet vid bränslefabriken i Västerås. I tabellen redovisats totalt utsläppt aktivitet, samt aktivitet från första pulsen (0-10 min) och aktivitet från efterföljande pulser (10-480 min). Aktiviteterna är korrigerade för sönderfall och inväxt under 10 minuter.

Utsläpps- grupp	Nuklid	Aktivitet (Bq)		
		Totalt	0-10 min	10-480 min
Ädelgaser¹	Kr-83m	5,6E+12	5,6E+11	5,0E+12
	Kr-85	6,1E+07	6,1E+06	5,5E+07
	Kr-85m	5,4E+12	5,4E+11	4,9E+12
	Kr-87	3,3E+13	3,3E+12	3,0E+13
	Kr-88	2,3E+13	2,3E+12	2,1E+13
	Rb-88	7,6E+12	7,6E+11	6,8E+12
	Kr-89	1,7E+14	1,7E+13	1,5E+14
	Rb-89	2,1E+14	2,1E+13	1,9E+14
	Sr-89	1,6E+10	1,6E+09	1,4E+10
	Xe-131m	3,0E+09	3,0E+08	2,7E+09
	Xe-133	6,7E+10	6,7E+09	6,0E+10
	Xe-133m	1,0E+12	1,0E+11	9,0E+11
	Xe-135	5,3E+13	5,3E+12	4,7E+13
	Xe-135m	1,4E+13	1,4E+12	1,3E+13
	Xe-137	3,0E+14	3,0E+13	2,7E+14
	Xe-138	2,9E+14	2,9E+13	2,6E+14
	Cs-138	7,1E+13	7,1E+12	6,4E+13
	Halogener	I-131	3,2E+11	3,2E+10
I-132		3,9E+13	3,9E+12	3,5E+13
I-133		5,9E+12	5,9E+11	5,3E+12
I-134		1,5E+14	1,5E+13	1,3E+14
I-135		1,7E+13	1,7E+12	1,5E+13

¹ Inklusive sönderfallsprodukter från ädelgaser

5.2.2. Brand med utsläpp av uranpulver

Den dimensionerande händelsen med brand och utsläpp av uranpulver har en källterm som omfattar 1 000 kg urandioxid (vilket motsvarar ca 880 kg uran) med en anrikningsgrad av U-235 på 3,9 procent. Branden och utsläppet antas pågå i 5 timmar. Nuklid- och aktivitetsinnehåll sammanfattas i Tabell 11.

Tabell 11. Nuklider och aktiviteter i representativ källterm för brand med utsläpp av uranpulver.

Nuklid	Massa (kg)	Aktivitet (Bq)
U-234	0,29	6,8E+10
U-235	34	2,7E+09
U-238	850	1,0E+10
Th-234	1,2E-08	1,0E+10
Th-231	1,4E-10	2,7E+09
Pa-234m	4,1E-13	1,0E+10

5.2.3. Känslighetsanalyser

Skorstenen vid bränslefabriken har en höjd på cirka 20 m. Vid allvarliga händelser är det dock inte uteslutet att ett eventuellt utsläpp inte passerar via skorstenen. Eftersom en lägre utsläppshöjd ger en högre luftkoncentration i närområdet, och därmed även högre inhalationsdoser och markbeläggningar, har SSM genomfört spridnings- och dosberäkningar med både 10 m och 20 m utsläppshöjd för de dimensionerande händelserna.

För utsläppet av uranpulver har SSM även valt att undersöka inverkan av antagen partikelstorlek, densitet och utsläppstid. I spridnings- och dosberäkningarna har partikelstorleken varierats mellan 1, 5 och 10 μm , densiteten mellan 1, 5 och 10 g/cm^3 och utsläppstiden mellan 60 och 300 minuter.

5.3. Underlag till beredskapszon

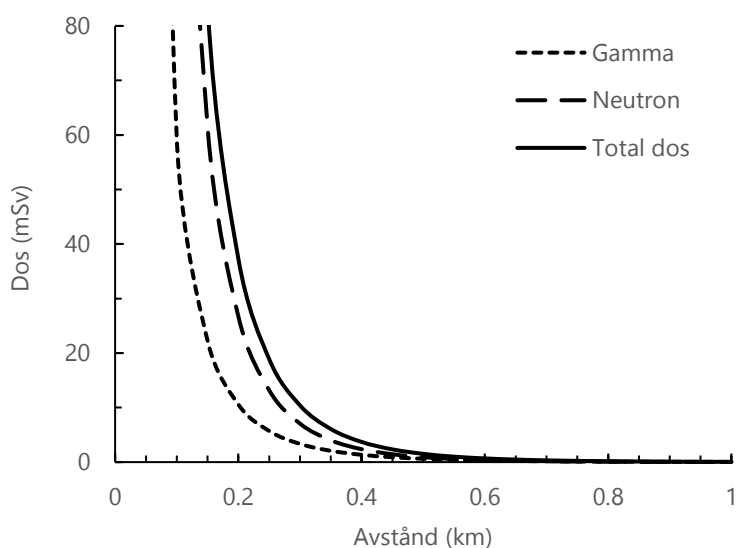
SSM har genomfört spridnings- och dosberäkningar baserade på historiska väderdata för att undersöka vid vilka avstånd doskriterier och åtgärdsnivåer överskrids. Beräkningar har genomförts för perioden 2013-2015, totalt cirka 950 spridnings- och dosberäkningar per representativ källterm, vilket ger ett tillräckligt statistiskt underlag för att omhänderta variationer i väderförhållanden kring bränslefabriken.

5.3.1. Kriticitet

Resultat från spridnings- och dosberäkningar för utsläpp av fissionsprodukter vid händelsen med kriticitet visar att inga doskriterier för utrymning eller inomhusvistelse överskrids utanför anläggningen. Det största avstånd där

doskriteriet för inomhusvistelse, 10 mSv effektiv dos, överskrids för barn blir kortare än 100 m i 90 procent av väderfallen, även om utsläppet antas ske på 10 m höjd.

Resultterande doser vid exponering från direktstrålning vid händelsen med kriticitet illustreras i Figur 7 nedan. Doskriterierna för utrymning och inomhusvistelse överskrids ut till cirka 250 respektive 300 m på grund av direktstrålning. Det bör dock noteras att endast en tiondel av den totala dosen från direktbestrålning kommer från den initiala pulsen; 90 procent av dosen fördelas jämnt över de åtta timmar som processen pågår (i en puls var tionde minut), vilket ger goda möjligheter att minska exponeringen genom att vidta relevanta skyddsåtgärder.



Figur 7. Effektiv dos från direktstrålning vid kriticitet till en oskyddad person som står utomhus under hela händelsen. En skärmning motsvarande 20 cm betong har antagits.

Spridnings- och dosberäkningar för utsläpp av fissionsprodukter från bränslefabriken vid händelsen med kriticitet visar att det största avstånd där förhandsutdelning av jodtabletter kan vara motiverat för barn (doskriterium 50 mSv ekvivalent dos till sköldkörteln) blir kortare än 300 m i 90 procent av väderfallen för utsläppshöjden 10 m. Doskriteriet för intag av jodtabletter för vuxna (50 mSv ekvivalent dos till sköldkörteln) överskrids inte utanför anläggningen.

SSM har även undersökt vid vilka avstånd som ekvivalent dos till sköldkörteln för barn kan uppgå till 10 mSv. Resultaten indikerar i detta sammanhang var det skulle vara motiverat att rekommendera inomhusvistelse för att reducera sköldkörteldoser, även om förhandsutdelning av jodtabletter inte är motiverat. För utsläppshöjden 10 m blir det största avstånd där nivån överskrids kortare än 900 m i 80 procent av förekommande väderfall. Om 90 procent av alla väderfall beaktas blir motsvarande avstånd 1 300 m.

Ett utsläpp av fissionsprodukter som skulle kunna motivera utrymning för att undvika extern exponering från markbeläggning på längre sikt uppstår inte vid den dimensionerande händelsen med kriticitet.

5.3.2. Brand med utsläpp av uranpulver

Nedan presenteras resultat för spridnings- och dosberäkningar för händelsen med brand och utsläpp av uranpulver. Huvudsakligen redovisas resultat för vuxna, eftersom vuxna erhåller högre doser än barn vid denna händelse. Vid händelser med brand och utsläpp av uranpulver dominerar dosbidraget från inandning. Vuxna får ett högre intag av uran, och därmed högre doser, på grund av att de har en högre inandningshastighet än barn.

Spridnings- och dosberäkningar för händelsen med brand och utsläpp av uran visar att det största avstånd där doskriteriet för utrymning, 20 mSv effektiv dos, överskrids för vuxna är kortare än cirka 300 m i 80 procent av förekommande väderfall. Avståndet är beroende av vilka värden som ansätts för de parametrar som ingått i känslighetsanalysen, men blir i inget fall längre än 400 m för den 80:e percentilen.

Det största avstånd där doskriteriet för inomhusvistelse, 10 mSv effektiv dos, överskrids för vuxna är kortare än 700 m i 80 procent av förekommande väderfall, oavsett val av parametervärden i känslighetsanalyserna. Om 90 procent av alla väderfall beaktas blir motsvarande avstånd 1 300 m.

Personkontamination av uran kan uppstå vid utsläpp av uranpulver. SSM:s beräkningar visar dock att detta endast ger upphov till marginella dostillskott. SSM bedömer därför att storskalig personkontaminationskontroll av allmänhet som befunnit sig utanför anläggningen i samband med ett utsläpp från bränslefabriken inte är motiverad. Som en försiktighetsåtgärd kan berörda personer rekommenderas att i hemmet duscha och tvätta håret, samt byta och tvätta kläder.

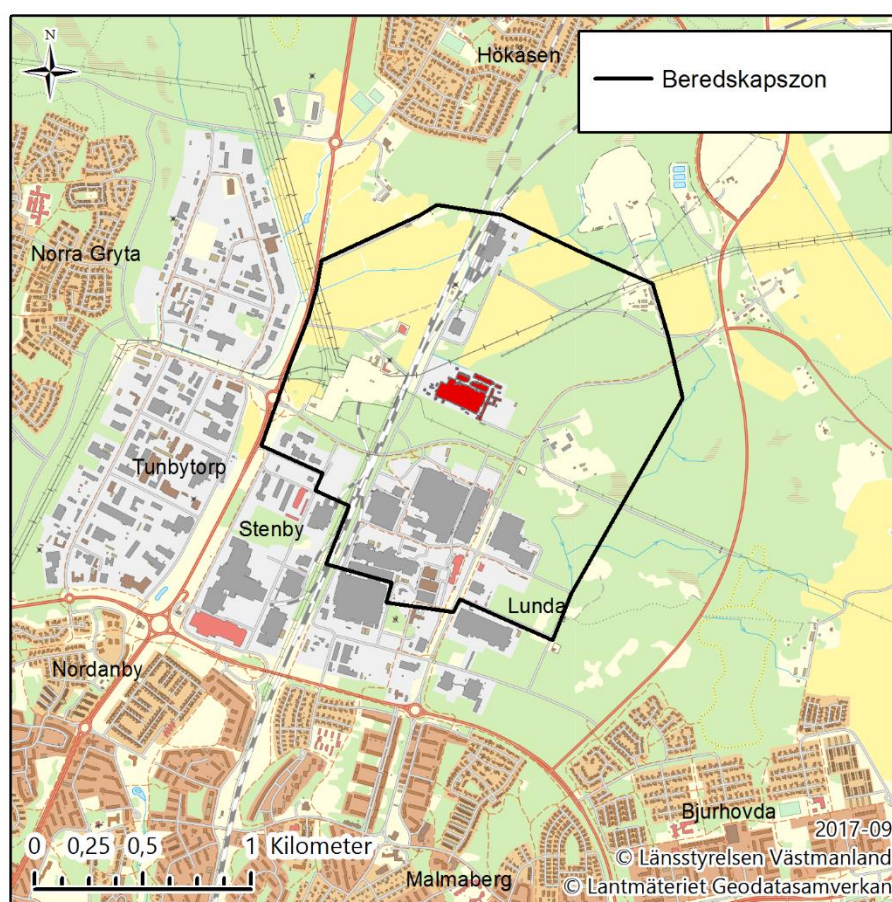
5.4. Beredskapszon

Spridnings- och dosberäkningarna visar att det i samband med händelser vid bränslefabriken kan vara motiverat med utrymning i närområdet kring anläggningen, ut till ca 300-400 m från utsläppspunkten. Eftersom de dimensionerande händelserna vid bränslefabriken har förhållandevis snabba tidsförlopp, och eftersom inomhusvistelse i områdets industrifastigheter kan antas ge ett gott skydd, anser SSM att inomhusvistelse är ett bättre alternativ. Vidare visar spridnings- och dosberäkningarna att för händelsen med brand och utsläpp av uranpulver är inomhusvistelse motiverat ut till cirka 700 m eller något mer beroende på hur stor andel av väderfallen som beaktas.

SSM:s förslag:

1. En beredskapszon bör finnas kring bränslefabriken, inom vilken inomhusvistelse rekommenderas i samband med områdeslarm.
2. Beredskapszonens utsträckning bör vara cirka 700 m.
3. ABB industrigymnasium bör inkluderas i beredskapszonen.
4. Kontaminationskontroll av allmänhet som befunnit sig i beredskapszonen är inte motiverat.

Länsstyrelsen i Västmanland föreslår en utformning av beredskapszonen kring bränslefabriken vilken illustreras i Figur 8. Inom föreslagen zon bör inomhusvistelse rekommenderas i samband med kriticitetshändelser och vid befarade eller konstaterade utsläpp av uran från en brand.



Figur 8. Förslag till beredskapszon kring bränslefabriken i Västerås.

Beredskapszonen har utökats något i sydlig riktning, jämfört med befintlig zon, för att inkludera ABB industrigymnasium och den intilliggande restaurangen. Zonen avgränsas i väster av väg 56, men vägen ingår inte i beredskapszonen eftersom den behöver användas för att underlätta hanteringen av en händelse vid bränslefabriken. Likaså har beredskapszonens utformning i sydväst anpassats för att underlätta in- och utpassage till området.

5.5. Dos efter skyddsåtgärder

SSM har beräknat vilka stråldoser som de dimensionerande händelserna kan resultera i under förutsättning att de skyddsåtgärder som SSM föreslår kan genomföras. Syftet med beräkningarna är att visa om förslaget på förberedda skyddsåtgärder möjliggör att valda referensnivåer kan underskridas.

De närmaste byggnaderna utanför bränslefabriken där allmänhet kan antas befinna sig efter områdeslarm ligger på ett avstånd av cirka 300 m. SSM har därför beräknat vilka stråldoser som kan erhållas vid inomhusvistelse på detta avstånd. SSM har även beräknat vilken stråldos en oskyddad person som befinner sig strax utanför beredskapszonen kan erhålla.

I beräkningarna har antagits att inomhusvistelse i olika lokaler ger olika grader av skydd (skyddsfaktorer). De flesta byggnaderna i området är industribyggnader som kan antas ge ett gott skydd mot strålningen, med exempelvis filtrerad ventilation. SSM har därför antagit att inomhusvistelse reducerar stråldoserna till en tiondel (skyddsfaktor 0,1). Som ett mer konservativt antagande har SSM även gjort beräkningar där doserna reducerats till hälften, vilket motsvarar skyddet i ett småhus (skyddsfaktor 0,5). För direktstrålning har endast skyddsfaktorn 0,5 använts, eftersom dosbidraget i detta fall till största del erhålls från neutroner, som inte skärmas lika bra av byggnadsmaterial.

5.5.1. Kriticitet

Vid inomhusvistelse i beredskapszonen kan de högsta effektiva doserna från direktstrålning uppgå till cirka 5 mSv på ett avstånd om 300 m. Resultat från spridnings- och dosberäkningar visar att den tillkommande effektiva dosen från utsläppet av fissionsprodukter på detta avstånd blir mellan 0,5 och 2,5 mSv om 90 procent av väderfallen beaktas, beroende på antagande om skyddsfaktor i byggnaderna. Den sammanlagda effektiva dosen vid inomhusvistelse på detta avstånd blir alltså som högst 7,5 mSv i 90 procent av väderfallen.

En person som vistas utanför beredskapszonen, och således kan befinna sig utomhus under olycksförloppet, kan erhålla effektiva doser som uppgår till högst 3 mSv om 90 procent av väderfallen beaktas. Dosbidraget från utsläpp av fissionsprodukter dominerar på detta avstånd över dos från direktstrålning.

5.5.2. Brand och utsläpp av uranpulver

Spridnings- och dosberäkningar visar att en person som befinner sig inomhus 300 m från utsläppspunkten kan erhålla ca 4 mSv effektiv dos som mest, om 90 procent av väderfallen beaktas och under antagande om skyddsfaktor 0,1. För skyddsfaktor 0,5 blir motsvarande siffra 20 mSv effektiv dos.

En person som vistas utanför beredskapszonen, och således kan befinna sig utomhus under olycksförloppet, kan erhålla effektiva doser från utsläppet av uranpulver som uppgår till högst 20 mSv om 90 procent av väderfallen beaktas.

Beräkningarna ovan baseras på de doser som enligt känslighetsanalyserna kan erhållas vid maximalt ogynnsamma förhållanden (höjd 10 m, partikelstorlek 1 µm, utsläppstid 60 min). Givet alla andra parametervärden blir stråldoserna lägre. SSM bedömer därför att den föreslagna beredskapszonen är tillräcklig för att referensnivån 20 mSv effektiv dos ska kunna underskridas vid händelser med brand och utsläpp av uranpulver.

5.6. Sanering och livsmedelsproduktion

Kring bränslefabriken finns inget behov av ytterligare brådslande skyddsåtgärder utanför beredskapszonen. SSM föreslår därför inget planeringsavstånd av den typ som ska finnas kring kärnkraftverken. Däremot finns ett behov av en särskild planering för strålningsmätningar och provtagning för att kunna kartlägga en eventuell markbeläggning efter brand och utsläpp av uran. Förberedda råd och rekommendationer till allmänheten i syfte att minska intag av radioaktiva ämnen bör också finnas.

SSM:s förslag:

1. En planering bör finnas för skydd mot intag av uran efter utsläpp från bränslefabriken.
2. Planeringen bör omfatta strålningsmätningar och provtagning och dimensioneras för kvantifiering av markbeläggning inom ett avstånd ut till 3 km från bränslefabriken.
3. Planeringen bör också omfatta förberedda råd och rekommendationer i syfte att minska intag av radioaktiva ämnen.

Underlag från strålningsmätningar och provtagning behövs både för eventuell sanering och för att ansvariga aktörer ska kunna ge rekommendationer till allmänheten gällande behov av restriktioner för att minska intag av radioaktiva ämnen. Alla länsstyrelser ska enligt förordningen om skydd mot olyckor ha en plan för strålningsmätningar för händelser med utsläpp av radioaktiva ämnen från kärntekniska anläggningar. Eftersom utsläpp av uran (som är ett alfastrålande ämne) från bränslefabriken väsentligen skiljer sig från utsläpp från kärnkraftverken, både avseende relevanta skyddsåtgärder och mätmetoder, krävs en särskild planering kring bränslefabriken, utöver vad som finns i resten av landet.

Råd och rekommendationer till allmänheten gällande möjliga åtgärder för att minska intag av radioaktiva ämnen kan exempelvis gälla egenodlade livsmedel, dammande arbeten eller generella rekommendationer om hur olika beteenden kan minska exponeringen. Det är även viktigt att kunna informera om vilka områden som inte är berörda av ett eventuellt nedfall. De råd som ska ges i ett tidigt skede under en radiologisk nödsituation vid bränslefabriken måste vara fastställda i förväg. Efter att utsläppet av radioaktiva ämnen upphört bör råd och rekommendationer baseras på uppgifter om nedfallets storlek och utbredning från strålningsmätningar och provtagning.

Efter händelser vid bränslefabriken anser SSM att det är rimligt att en eventuell markbeläggning av uran ska kartläggas ner till nivåer som motsvarar friklassningsnivåer för lokaler och byggnader enligt SSM:s friklassningsföreskrifter. För den dimensionerande händelsen med brand och utsläpp av uranpulver är det största avstånd där åtgärdsnivån (10 kBq/m² av summan U-234, U-235 och U-238) överskrids kortare än cirka 3 km om 90 procent av förekommande väderfall beaktas. Vilka saneringsinsatser som kan behövas med anledning av uppmätta värden är något som bör avgöras när en sådan situation uppstår.

Efter händelser med kriticitet kan en markbeläggning av I-131 uppstå i området kring bränslefabriken, vilket kan påverka livsmedelsproduktionen. På grund av nuklidens förhållandevis korta halveringstid (cirka åtta dygn) resulterar detta inte i några problem på längre sikt. Nivåerna är inte heller högre än de som skulle kunna drabba området efter ett utsläpp från något av de svenska kärnkraftverken. Någon särskild planering för hantering av livsmedelsfrågor utöver vad som ska upprätthållas i hela landet behövs därför inte för denna händelse.

Markbeläggning av uran som kan uppstå vid brand och utsläpp med uranpulver kräver även en speciell särskild planering för livsmedelskedjan. Påverkan på livsmedelsproduktionen kan sannolikt uppstå vid lägre nivåer än åtgärdsnivån 10 kBq/m² för summan av U-234, U-235 och U-238. Trots detta anser SSM att de avstånd där åtgärdsnivån kan komma att överskridas utgör en rimlig utgångspunkt för dimensionering av förmåga till strålningsmätningar och provtagning. Det är osannolikt att hela det område som definieras av avståndet kommer att påverkas av ett nedfall som ger hög markbeläggning. Om förmågan till strålningsmätningar och provtagning dimensioneras för att täcka detta område, bör mätresurserna vara tillräckliga för att också kunna användas på större avstånd. Kartering av alfastrålande nuklider i naturen är dessutom betydligt mer resurs- och tidskrävande än för gammastrålande nuklider. På större avstånd kan det därför bli nödvändigt att istället fokusera på mätningar på producerade livsmedel.

6. Centralt mellanlager för använt kärnbränsle

På Simpevarpshalvön nordost om Oskarshamn ligger sedan 1985 Centralt mellanlager för använt kärnbränsle (Clab). På Clab mellanlagras allt använt kärnbränsle från den svenska kärnkraftsindustrin, för närvarande cirka 6500 ton, i väntan på slutförvar. Inom anläggningen finns bland annat förvaringsbassänger 40 m under marknivå samt mottagningsbassänger på marknivå. Anläggningen drivs av Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB).

I detta kapitel redovisar SSM dimensionerande händelser, representativa källtermer, resultat från spridnings- och dosberäkningar samt SSM:s förslag till beredskapszon och planeringsavstånd för Clab. Dessutom redovisas resultat från känslighetsanalyser, beräkningar av dos efter skyddsåtgärder samt analyser av behov av åtgärder för livsmedelsproduktion och sanering. För mer detaljerad information hänvisas till bilaga 5.

6.1. Dimensionerande händelser

Följande tre händelser ligger till grund för förslaget till beredskapszon och planeringsavstånd för Clab:

- **Händelse med kriticitet.** En händelse som leder till kriticitet med omedelbart utsläpp av fissionsprodukter. Kriticitetshändelsen baseras på en händelse där bottenplåten i en kompaktkassett lossnar varpå bränslet exponeras i en ofördelaktig geometri utan de neutronabsorberande borplåtar som finns i kassetten.
- **Händelse med mottagningsbassängen.** En händelse som motsvarar läckage i mottagningsbassängen till följd av en kraftig jordbävning. Den sammanlagda resteffekten för bränslet som förvaras i mottagningsbassängen antas vara den maximala som får hanteras (400 kW). Bränslet i mottagningsbassängen torrläggas och överhettas till följd av utebliven kylning, vilket leder till bränsleskador och utsläpp av fissionsprodukter.
- **Händelse med transportbehållaren.** En händelse där en vattenfylld transportbehållare med kylmantel monterad blir hängande i en travers utan kylning på grund av elbortfall. Vattnet i transportbehållaren innehåller fissions- och aktiveringsprodukter som kokar bort. Inga ytterligare skador på bränslet inträffar.

SSM anser att dessa tre händelser ska ligga till grund för förslaget till beredskapszon och planeringsavstånd eftersom de på olika sätt är dimensionerande avseende förvarningstid och utsläpp av långlivade radioaktiva ämnen. Samtliga dimensionerande händelser sker ovan jord i mottagningsbyggnaden. SSM har även beaktat händelser i förvaringsbassängerna under marknivå, men dessa är inte dimensionerande med avseende på vare sig förvarningstid eller storleken på utsläppet.

6.2. Representativa källtermer

6.2.1. Kriticitet

SSM har tagit fram en representativ källterm för den dimensionerande händelsen med kriticitet på Clab. Som tidigare nämnts beror händelsen på att bottenplåten i en kompaktkassett lossnar. Bränslet antas vara obestrålat och ha anrikningsgraden 4,2 procent U-235. Kriticitetsförloppet leder till en kraftig energiutveckling (1 MW) som pågår i en sekund för att sedan omedelbart avstanna då bränslet fragmenteras på grund av energipulsen. Utsläppet förväntas pågå i en timme och sker via skorstenen. Endast ädelgaser ingår i utsläppet då övriga fissionsprodukter blir kvar i bassängvattnet. Inget värmeinnehåll har antagits, dvs. SSM räknar inte med att värmeenergin i utsläppet leder till plymlyft. I Tabell 12 redovisas totalt utsläppt aktivitet till atmosfären i den representativa källtermen för kriticitetshändelsen.

Tabell 12. Nuklider och aktiviteter i representativ källterm för kriticitet vid Clab samt i känslighetsanalysen. I tabellen redovisas totalt utsläppt aktivitet till atmosfären.

Utsläppsgrupp	Nuklid	Aktivitet (Bq)
Ädelgaser	Kr-85	1,2E+14
	Kr-87	2,5E+14
	Kr-88	3,5E+14
	Kr-89	2,1E+15
	Xe-137	2,5E+15
	Xe-138	3,2E+15

6.2.2. Mottagningsbassängen

SSM har tagit fram en representativ källterm för den dimensionerande händelsen med utsläpp av fissionsprodukter från mottagningsbassängen vid Clab. Händelsen antas uppstå på grund av en kraftig jordbävning vilken leder till läckage av vatten från mottagningsbassängen. Förlusten av vatten leder i sin tur till att det använda kärnbränslet som förvaras i bassängen överhettas då kylningen försvinner. Tidsförloppet är långsamt. Överhettningen leder efter nio dygn till bränsleskador med utsläpp av fissionsprodukter som följd. Utsläppet antas ske via en utsläppspunkt som motsvarar mottagningsbyggnadens höjd, 20 m, då ventilationsanläggningens gått sönder i jordbävningen. Inget värmeinnehåll har antagits, dvs. SSM räknar inte med att värmeenergin i utsläppet leder till plymlyft. Utsläppet pågår under två dygn. I Tabell 13 redovisas totalt utsläppt aktivitet till atmosfären i den representativa källtermen för mottagningsbassängen.

Tabell 13. Nuklider och aktiviteter i representativ källterm för utsläpp från mottagningsbassängen på Clab. I tabellen redovisas totalt utsläppt aktivitet till atmosfären.

Utsläppsgrupp	Nuklid	Aktivitet (Bq)
Ädelgaser	Kr-85	3,3E+15
Halogener	I-129	2,4E+08
Alkalimetaller	Cs-134	3,4E+13
	Cs-137	1,6E+14

6.2.3. Transportbehållaren

SSM har tagit fram en representativ källterm för den dimensionerande händelsen med utsläpp av aktiverings- och fissionsprodukter från transportbehållaren. Använt kärnbränsle transporteras inne på Clab i en transportbehållare som kyler bränslet med vatten. Transportbehållaren antas förlora kylningen varpå det upphettade kylvattnet kokar bort. I kylvattnet finns radioaktiva ämnen som löses upp i vattnet i samband med kokningen. En jordbävning antas även här vara den underliggande orsaken till händelsen, varför utsläppet antas ske via en utsläppspunkt som motsvarar mottagningsbyggnadens höjd, 20 m höjd. Utsläppet pågår i 40 timmar. Inget värmeinnehåll har antagits, dvs. SSM räknar inte med att värmeenergin i utsläppet leder till plymlyft. I Tabell 14 redovisas totalt utsläppt aktivitet till atmosfären i den representativa källtermen för transportbehållaren vid Clab.

Tabell 14. Nuklider och aktiviteter i representativ källterm för utsläpp från transportbehållaren på Clab. I tabellen redovisas totalt utsläppt aktivitet till atmosfären.

Utsläppsgrupp	Nuklid	Aktivitet (Bq)
Ädelgaser	Kr-85	2,1E+08
Halogener	I-129	1,8E+03
Alkalimetaller	Cs-134	4,8E+09
	Cs-137	6,2E+09
Tellurgruppen	Sb-125	2,5E+07
Ädelmetaller	Co-58	3,0E+12
	Co-60	1,2E+14
Ceriumgruppen	Pu-238	9,4E+08
	Pu-239	1,3E+08
	Pu-240	2,2E+08
	Pu-241	1,8E+10
Lantanider	Am-241	1,0E+07
	Am-243	1,3E+08
	Cm-244	7,3E+08
Övriga	H-3	2,5E+06
	Mn-54	7,9E+12
	Fe-55	1,2E+14
	Ni-59	3,9E+10
	Ni-63	5,8E+12
	Sr-90	4,2E+07
	Ag-108m	5,5E+07
	Ag-110m	2,2E+08

6.2.4. Känslighetsanalys

SSM har i en känslighetsanalys genom spridnings- och dosberäkningar studerat påverkan av en utökad källterm för kriticitetshändelsen där ytterligare ädelgaser avgår. I känslighetsanalysen har även dosbidraget från jod som bildas i kriticitetshändelsen beaktats.

Eftersom höjden för utsläppet har stor betydelse för luftkoncentrationen av radioaktiva ämnen i närområdet, och därmed för såväl inandningsdoser som markbeläggningar, har SSM i en känslighetsanalys genomfört ytterligare spridnings- och dosberäkningar där en högre eller lägre utsläppshöjd ansatts.

För de dimensionerande händelserna i mottagningsbassäng och transportbehållare har både 10 m och 36 m ansatts i dessa analyser. För händelsen med transportbehållaren har SSM även studerat konsekvenser av ett kortare utsläppsförlopp.

6.3. Underlag till beredskapszon och planeringsavstånd

SSM har genomfört spridnings- och dosberäkningar baserade på historiska väderdata för att beräkna största avstånd där fastställda doskriterier och åtgärdsnivåer överskrids. För de representativa källtermerna från Clab har väderdata från perioden 2006-2015 använts i spridningsberäkningarna. Totalt omfattar dataunderlaget cirka 2350 spridnings- och dosberäkningar per representativ källterm. I känslighetsanalyserna har väderdata för perioden 2012-2015 använts vilket omfattar cirka 1100 spridnings- och dosberäkningar per representativ källterm. Detta ger ett tillräckligt statistiskt underlag för att omhänderta variationer i väderförhållanden kring Clab.

6.3.1. Kriticitet

Inget doskriterium överskrids utanför anläggningsområdet för den dimensionerande händelsen med kriticitet, varken för vuxna eller barn. Det största avståndet där doskriteriet för inomhusvistelse på 10 mSv effektiv dos överskrids är kortare än 100 m om 90 procent av de förekommande väderfallen beaktas. Avstånden är desamma för barn och vuxna.

Resultatet från känslighetsanalysen, där ytterligare nuklider inkluderats i källtermen ger samma avstånd som för den representativa källtermen, både för barn och vuxna. Stråldoserna från jod och ytterligare ädelgaser i känslighetsanalysen för den dimensionerande kriticitetshändelsen på Clab är försumbara.

SSM bedömer att direktstrålning från kriticitetspulsen inte påverkar allmänheten utanför anläggningen eftersom händelsen endast kan inträffa om det finns vatten i mottagningsbassängen och vattnet i sig utgör en effektiv strålskärm.

6.3.2. Mottagningsbassängen

Resultatet från spridnings- och dosberäkningarna visar att inga doskriterier överskrids utanför tillträdesbegränsat område för den dimensionerande händelsen med utsläpp från mottagningsbassängen. Det största avståndet där doskriteriet för inomhusvistelse på 10 mSv effektiv dos överskrids blir kortare än 200 m om 90 procent av de förekommande väderfallen beaktas. Känslighetsanalysen visar att motsvarande avstånd blir något längre (300 m) om utsläppet antas ske på 10 m höjd.

En betydande markbeläggning cesium som kan motivera skyddsåtgärder utanför tillträdesbegränsat område kan dock uppstå för den dimensionerande händelsen med utsläpp från mottagningsbassängen. Spridnings- och

dosberäkningarna visar att det största avståndet där åtgärdsnivån för utrymning på grund av hög markbeläggning av cesium (summan av Cs-134 och Cs-137), 3 000 kBq/m², överskrids blir kortare än 600 m om 90 procent av de förekommande väderfallen beaktas. Känslighetsanalysen visar att motsvarande avstånd blir 900 m om utsläppet istället sker på 10 m höjd.

Sammantaget visar spridnings- och dosberäkningarna att inomhusvistelse inte är motiverad utanför tillträdesbegränsat område för händelsen, men att en markbeläggning som kan motivera utrymning kan uppstå.

6.3.3. Transportbehållaren

Resultatet från spridnings- och dosberäkningarna för den dimensionerande händelsen med utsläpp från transportbehållare visar att doskriteriet för inomhusvistelse på 10 mSv effektiv dos överskrids på ett avstånd som motsvarar det tillträdesbegränsade området. Det största avståndet där doskriteriet för inomhusvistelse överskrids för händelsen blir kortare än 300 m om 90 procent av de förekommande väderfallen beaktas. Känslighetsanalyserna visar att motsvarande avstånd blir något längre (400 m) om utsläppet antas ske på 10 m höjd. Antas dessutom ett snabbare utsläppsförlopp blir avståndet där inomhusvistelse är motiverat kortare än 500 m om 90 procent av de förekommande väderfallen beaktas.

En betydande markbeläggning som kan motivera skyddsåtgärder utanför det tillträdesbegränsade området kan uppstå för den dimensionerande händelsen med transportbehållaren vid Clab. Det största avstånd där åtgärdsnivån för utrymning på grund av markbeläggning av kobolt (Co-60), 1 000 kBq/m², överskrids för utsläpp från transportbehållaren blir kortare än 1,3 km om 90 procent av de förekommande väderfallen beaktas. Känslighetsanalysen visar att motsvarande avstånd blir något längre (1,6 km) om utsläppet antas ske på 10 m höjd. Antas dessutom ett snabbare utsläppsförlopp blir avståndet där utrymning på grund av hög markbeläggning av kobolt är motiverad kortare än 2,1 km om 90 procent av de förekommande väderfallen beaktas.

6.3.4. Varning och förhandsutdelad information

Larmnivån områdeslarm ska utlysas om en händelse eller störning har inträffat på Clab som hotar säkerheten och utsläpp till omgivningen som föranleder skyddsåtgärder för allmänheten pågår eller inte kan uteslutas. SSM anser att det finns skäl att se över om larmnivån är ändamålsenliga för larmning av myndigheter, varning av allmänheten och som underlag till beslut om skyddsåtgärder för allmänheten.

Utifrån resultatet av spridnings- och dosberäkningarna anser SSM inte att det med automatik är motiverat att varna allmänheten vid områdeslarm, då inomhusvistelse och andra brådskande skyddsåtgärder inte är motiverade. Enligt samma resonemang är det heller inte motiverat att förhandsutdela information till boende kring Clab. Vid en händelse eller störning på Clab bör dock information gå ut till allmänheten, därmed är det viktigt att länsstyrelsen och övriga berörda myndigheter larmas. SSM anser att den grundförmåga som finns för att informera allmänheten är tillräcklig.

6.4. Beredskapszon och planeringsavstånd

Spridnings- och dosberäkningarna visar att det vid utsläpp för de dimensionerande händelserna inte finns något behov av att vidta brådskande skyddsåtgärder utanför anläggningsområdet på Clab även om 90 procent av väderfallen beaktas. Däremot finns ett behov av planering för strålningsmätningar, främst i syfte att ge beslutsunderlag om utrymning baserat på markbeläggning. För att dimensionera dessa beredskapsåtgärder föreslår SSM införandet av ett planeringsavstånd kring Clab.

SSM:s förslag:

1. Nuvarande beredskapszon avvecklas.
2. Ett planeringsavstånd på 2 km inrättas runt Clab.
3. Förmågan till strålningsmätningar inom planeringsavståndet bör dimensioneras i syfte att kunna ge beslutsunderlag om utrymning på grund av markbeläggning inom en vecka från det att utsläppet upphört.
4. Larmnivån områdeslarm bör ses över.
5. Myndigheter bör larmas vid en störning eller händelse med påverkan på säkerheten.
6. Allmänheten i närområdet bör informeras vid en störning eller händelse med påverkan på säkerheten.

6.4.1. Slutsats om beredskapszon

Tillträdesbegränsat område runt Clab är avgränsat med staket och markeringar och sträcker sig cirka 200-350 m ut från centrum på mottagningsbygganden. Allmänheten har inte tillträde till området, som är klassat som skyddsobjekt med stöd av Skyddslagen (2010:305). Resultaten från spridnings- och dosberäkningarna visar att det inte är motiverat att planera för inomhusvistelse utanför tillträdesbegränsat område. SSM anser därmed att utsträckningen av det tillträdesbegränsade området erbjuder ett tillräckligt gott skydd för allmänheten.

IAEA rekommenderar att anläggningar i beredskapskategori II bör ha en beredskapszon med en uträkning på minst 500 m, dvs. något större än det tillträdesbegränsade området runt Clab. SSM och Länsstyrelsen i Kalmar län menar dock att det i detta fall är av större vikt med en tydlig avgränsning i syfte att underlätta den praktiska hanteringen av en olycka. SSM föreslår därför att nuvarande beredskapszon för skydd av allmänheten kring Clab avvecklas.

6.4.2. Förslag till planeringsavstånd

Resultaten från spridnings- och dosberäkningarna visar att en plan för strålningsmätningar bör finnas för att efter en händelse på Clab kunna kartlägga en eventuell markbeläggning. I första hand gäller det länsstyrelsens planering och förmåga till strålningsmätningar i syfte att genomföra utrymning på grund av hög markbeläggning av långlivade gammastrålande nuklider (cesium eller kobolt). Detta kan uppstå på avstånd ut till cirka 1-2 km

enligt resultaten från spridningsberäkningarna då 90 procent av väderfallen beaktas. SSM föreslår därför ett planeringsavstånd på 2 km inrättas i syfte att dimensionera förmågan till strålningsmätningar.

6.5. Dos efter skyddsåtgärder

SSM har beräknat vilka stråldoser som blir resultatet under förutsättning att de skyddsåtgärder som SSM föreslår kan genomföras. Syftet med beräkningarna är att visa om förslagen på förberedda skyddsåtgärder möjliggör att valda referensnivåer kan underskridas. Eftersom SSM inte föreslår någon beredskapszon runt Clab kommer enligt förslaget inga brådskande skyddsåtgärder att vidtas för allmänheten utanför anläggningen. De avstånd där en viss dos erhålls under den första veckan blir därför som mest enligt de framräknade fördelningarna över största avstånd vilka redovisats i bilaga 5.

För stråldosen från den kvarvarande markbeläggning som kan förekomma inom det föreslagna planeringsavståndet blir dock resonemanget ett annat. Utrymning kan behöva genomföras efter de inledande dygnet baserat på resultatet från strålningsmätningar för att underskrida referensnivån 20 mSv effektiv dos under det första året. Den erhållna dosen blir därmed kopplad till tiden för beslut om, och genomförande av, utrymning. SSM anser det vara rimligt att inom en vecka ha ett tillräckligt bra beslutsunderlag färdigt för att genomföra utrymningen. Detta skulle innebära en återstående effektiv dos på som mest några mSv till de personer som drabbats av utsläppet. Om exempelvis utrymning är genomförd inom en månad efter olyckan blir den återstående effektiva dosen för närmast boende som omfattas av utrymningen mindre än 5 mSv.

6.6. Livsmedelsproduktion

En sammanställning av resultaten med påverkan på livsmedelsproduktion till följd av de dimensionerande händelserna vid Clab redovisas i Tabell 15. Åtgärdsnivåerna för livsmedelsproduktion bygger på en rad antaganden och präglas därför av stor osäkerhet. De avstånd som SSM redovisar där åtgärdsnivåerna kan komma att överskridas ska därför endast ses som indikativa. Resultaten ger dock en uppfattning om på vilka avstånd problem med livsmedelsproduktion kan förekomma, vilken typ av livsmedelsproduktion som är mest utsatt samt vilka nuklider som leder till störst problem för olika typer av livsmedelsproduktion.

Tabell 15. Sammanfattning av ungefärliga avstånd där åtgärdsnivåer för livsmedelsproduktion överskrids för dimensionerande händelse i mottagningsbassängen på Clab om 90 procent av alla förekommande väderfall beaktas.

Nuklidgrupp	Livsmedel (km)
Dricksvatten från ytvattentäkter med liten utspädning (0,5 m djup)	
Cesium	~ 15
Dricksvatten från ytvattentäkter med stor utspädning (10 m djup)	
Cesium	~ 2
Mjök	
Cesium	~ 120
Nötkött (inklusive ren)	
Cesium (bete)	> 500
Cesium (naturbete)	> 500
Fläskkött	
Cesium	~ 120
Viltkött (älg och rådjur)	
Cesium (100 kBq/m ²)	~ 15
Cesium (10 kBq/m ²)	~ 120
Spannmål	
Cesium	~ 120
Bladgrönsaker	
Cesium	> 500
Strontium	~ 1
Potatis	
Cesium	~ 2

Spridningsberäkningarna för Clab ger stöd åt förslaget att hela Sverige bör ha en planering för mätningar inom livsmedelsproduktion och andra varor. Alla dimensionerande händelser vid Clab innebär dock inte länsöverskridande påverkan på livsmedelsproduktion. SSM anser att berörda myndigheter med ansvar för åtgärder kopplade till livsmedelsproduktion bör se över befintliga beredskapsplaner med utgångspunkt i de beräkningar som redovisas i denna rapport. Av särskild vikt är att beslut om åtgärder kopplade till livsmedelsproduktion och skydd av allmänheten från intag av kontaminerade livsmedel kan fattas tillräckligt snabbt.

6.7. Sanering

För händelser med utsläpp av farliga ämnen från andra anläggningar än kärntekniska gäller normalt att den som bedriver verksamheten är ansvarig för eventuell sanering. För utsläpp av radioaktiva ämnen från kärntekniska anläggningar har dock länsstyrelserna ett utpekat ansvar enligt förordningen om skydd mot olyckor. Resultaten från spridnings- och dosberäkningarna avseende saneringsbehov visar att sanering kan vara motiverade till följd av de dimensionerande händelserna i mottagningsbassängen och transportbehållaren på Clab.

En sammanställning av största avstånd där olika saneringsinsatser kan vara aktuella till följd av utsläpp för de dimensionerande händelserna vid Clab redovisas i Tabell 16.

SSM menar att sanering troligen kan bli aktuell först efter att den radiologiska nödsituationen, och därmed räddningstjänst, avslutats. SSM föreslår därför inga särskilda åtgärder inom planeringsavståndet för Clab med anledning av de redovisade resultaten. Däremot anser SSM att alla länsstyrelser bör se över befintliga saneringsplaner med utgångspunkt i de beräkningar som SSM redovisar i denna rapport.

Tabell 16. Sammanfattning av ungefärliga avstånd där åtgärdsnivåer för sanering överskrids för olika händelser om 70, 80 respektive 90 procent av alla förekommande väderfall beaktas ("-" innebär att åtgärdsnivån inte överskrids utanför anläggningsområdet). Doserna i tabellen avser tillskott i effektiv dos från markbeläggningen under första året.

Percentil	Mottagningsbassängen (km)	Transportbehållaren (km)
En saneringsplan bör tas fram och enklare saneringsinsatser kan vara motiverade (mer än 1 mSv)		
70	~ 6	~ 8
80	~ 7	~ 12
90	~ 11	~ 20
Enklare saneringsinsatser är troligen motiverade (mer än 5 mSv)		
70	~ 1,5	~ 3,0
80	~ 2	~ 3,5
90	~ 2,5	~ 4,5
Avancerade saneringsinsatser kan vara motiverade (mer än 10 mSv)		
70	~ 1	~ 1,5
80	~ 1	~ 2
90	~ 1,5	~ 2,5
Avancerade saneringsinsatser är troligen motiverade (mer än 20 mSv)		
70	~ 0,5	~ 1
80	~ 0,5	~ 1
90	~ 0,5	~ 1,5
Avancerade saneringsinsatser är troligtvis inte tillräckligt för att området ska gå att återvända till på flera år (mer än 50 mSv)		
70	-	~ 0,5
80	-	~ 0,5
90	-	~ 0,5

7. Konsekvenser av föreslagna beredskapszoner och planeringsavstånd

7.1. Nödvändiga förändringar i svensk lagstiftning

I uppdraget om översyn av beredskapszoner ingår att ge förslag till nödvändiga förändringar i svensk lagstiftning. Idag finns krav på beredskapszoner kring kärnkraftverken angivna i *Förordning (2003:789) om skydd mot olyckor*. SSM har därför i samråd med MSB gått igenom vilka förändringar i denna förordning som är nödvändiga om de förslag till nya beredskapszoner som SSM lämnar i denna rapport ska genomföras. SSM och MSB menar att förändringar behövs i 4 kap. 21 § under rubriken *Program för räddningstjänsten* och 4 kap. 23–28 §§ under rubriken *Beredskapszoner*.

7.1.1. Program för räddningstjänsten

SSM föreslår att listan över vad programmet för räddningstjänst ska behandla bör kompletteras med en punkt om skyddsåtgärder. Skälet till förslaget är att betona vikten av att länsstyrelserna i planeringen beaktar möjliga skyddsåtgärder som kan behöva vidtas. Om förslagen på nya beredskapszoner och planeringsavstånd genomförs, kommer fler länsstyrelser än idag att behöva planera för brådskande skyddsåtgärder. Det är då viktigt att detta behandlas i programmet för räddningstjänst.

7.1.2. Beredskapszoner

De paragrafer som reglerar nuvarande beredskapszoner bör tas bort och ersättas med nya paragrafer som ställer krav på dimensionering av nya beredskapszoner och planeringsavstånd samt vilka förberedelser som ska vidtas inom respektive beredskapszon och planeringsavstånd.

SSM föreslår att det i förordningen ställs krav på att det finns en yttre beredskapszon med en utsträckning på cirka 25 km och en inre beredskapszon med en utsträckning på cirka 5 km från kärnkraftverken. Dessutom föreslår SSM att det ska framgå av kravet att utformningen av den yttre och inre beredskapszonen ska anpassas till rådande förhållanden kring respektive kärnkraftverk av berörda länsstyrelser. Förslagen innebär en skärpning av nuvarande krav, då ett större område än idag kommer att omfattas. En konsekvens av förslaget blir också att fler länsstyrelser än idag kommer att beröras av kravet. SSM anser att det är av stor vikt att dimensioneringen av beredskapszoner framgår av förordningen, eftersom det är förenat med betydande kostnader att upprätthålla dem. Samtidigt anser SSM att den faktiska utformningen inte bör regleras i detalj i förordningen, utan att det ansvaret bör ligga på berörda länsstyrelser eftersom det underlättar att hålla utformningen av beredskaps-

zonerna aktuell. En följd av detta blir att SSM föreslår att bilagan till förordningen där utformningen av dagens beredskapszoner anges utgår ur förordningen.

I förordningen bör det också ställas krav på utdelning av jodtabletter till allmänheten samt att boende i de inre och yttre beredskapszonerna informeras om innehållet i programmet för räddningstjänst som gäller vid utsläpp av radioaktiva ämnen från kärnkraftverken. SSM föreslår också att det ställs krav på att varning av allmänheten, utrymning, inomhusvistelse och komplett-erande utdelning av jodtabletter ska förberedas inom inre och yttre beredskapszonen. SSM föreslår dessutom att det ska framgå av kraven att förberedelserna för utrymning ska möjliggöra att utrymning av inre beredskapszonen kan prioriteras. Förslagen angående planering för inomhusvistelse och möjlighet att prioritera utrymning av inre beredskapszonen innebär en skärpning av kraven jämfört med idag. Skälet till förslaget om krav på planering för inomhusvistelse är att åtgärden, i synnerhet om den kombineras med intag av jodtabletter, utgör ett alternativ till utrymning om det inte finns tid att utrymma i närområdet eller om det blir alltför stora negativa konsekvenser av att utrymma på större avstånd. Skälet till förslaget om krav på att kunna prioritera utrymning av inre beredskapszonen är dels att säkerställa att allvarliga deterministiska effekter inte inträffar oavsett vad som sker på kärnkraftverket, dels att skapa förutsättningar för att genomföra en begränsad förebyggande utrymning kring kärnkraftverken tidigt vid en händelse.

SSM föreslår att det i förordningen ställs krav på att det finns ett planeringsavstånd med en utsträckning på 100 km från kärnkraftverken. Förslaget innebär en skärpning av nuvarande krav, då ett större område än idag kommer att omfattas. En konsekvens av förslaget blir att fler länsstyrelser än idag kommer att beröras av kravet.

SSM föreslår vidare att det i förordningen ställs krav på att strålningsmätningar, utrymning baserat på underlag från strålningsmätningar, inomhusvistelse och begränsad utdelning av jodtabletter till allmänheten ska förberedas inom planeringsavståndet. Förslaget på planering för utrymning baserat på underlag från strålningsmätningar, inomhusvistelse och extrautdelning av jodtabletter inom planeringsavståndet innebär en skärpning av kraven jämfört med idag. Skälet till förslaget om krav på planering för utrymning baserat på underlag från strålningsmätningar är att säkerställa att beslut om utrymning kan fattas snabbt, eftersom det utgör en viktig förutsättning för att den radiologiska nödsituationen, och därmed räddningstjänst, ska kunna avslutas. Skälet till förslaget om krav på planering för inomhusvistelse är att åtgärden kan bli aktuell även på större avstånd utanför yttre beredskapszonen och att det då krävs handlingsplaner om inomhusvistelsen skulle dra ut på tiden. Skälet till förslaget på planering för extrautdelning av jodtabletter är att om extrautdelning ska vara möjlig krävs en plan för hur det ska genomföras i praktiken.

Nuvarande krav i förordningen på vissa länsstyrelser att upprätta en beredskapsplan kring kärntekniska anläggningar bör ändras genom att kraven på

länsstyrelsen i Södermanlands län tas bort samtidigt som krav på länsstyrelserna i Kalmar och Västmanlands län läggs till. Skälet till förslaget är att det enligt SSM inte längre finns något behov av särskild beredskapsplanering kring de kärntekniska anläggningarna på Studsviksområdet i Södermanlands län. Däremot krävs det enligt SSM särskild beredskapsplanering kring de kärntekniska anläggningarna bränslefabriken i Västerås i Västmanlands län samt Centralt mellanlager för använt kärnbränsle i Oskarshamn i Kalmar län.

SSM föreslår slutligen att kravet i förordningen på kommuner att biträda länsstyrelserna med beredskapsplaneringen ändras så att kravet gäller både den inre och den yttre beredskapszonen. Dessutom föreslår SSM att kravet på kommunerna att biträda länsstyrelserna genom att ställa personal och egendom till förfogande för strålningsmätning och inrapportering av mätresultat ändras till att gälla inom hela planeringsavståndet. Förslaget innebär en skärpning av nuvarande krav då fler kommuner än idag kommer att beröras av kraven.

7.2. Ekonomiska konsekvenser

I uppdraget om översyn av beredskapszoner ingår att redovisa möjliga ökade kostnader för stat, kommun, företag eller enskilda. SSM, MSB och Länsstyrelserna i Uppsala, Kalmar, Hallands och Västmanlands län har därför uppskattat de ekonomiska konsekvenser som förslagen på nya beredskapszoner och planeringsavstånd förväntas leda till. I beräkningarna ingår endast kostnader relaterade till den statliga räddningstjänst som regleras i förordningen om skydd mot olyckor.

Förslagen beräknas leda till ökade årliga förvaltningskostnader på cirka 24 miljoner kronor, utöver dagens anslag på 48 miljoner kronor. Till detta kommer utvecklingskostnader för att införa förslagen på cirka 5,5 miljoner kronor per år under en treårsperiod. SSM vill betona att vissa av de uppskattade kostnaderna kan bli lägre, framförallt beroende på val av teknisk lösning för varning av allmänheten i de nya beredskapszonerna.

Kostnader för beredskap kring kärnkraftverken, som påverkas av förslagen till beredskapszoner och planeringsavstånd, har fördelats på följande tre områden:

- Utvecklingskostnader hos länsstyrelserna som förväntas uppstå under en begränsad tidsperiod samt förvaltningskostnader hos länsstyrelserna för att upprätthålla en beredskap enligt förslaget.
- Förvaltningskostnader hos MSB och SSM för att upprätthålla en beredskap enligt förslaget.
- Kostnader för investeringar som genomförs på nationell nivå.

Alla siffror som redovisas i detta avsnitt är avrundade till två värdesiffror. En stor del av kostnaderna är direkt beroende av antalet hushåll som berörs av beredskapszoner och planeringsavstånd. Uppskattningar av antal hushåll, vilka legat till grund för kostnadsberäkningarna, redovisas i Tabell 17.

Tabell 17. Antal hushåll inom beredskapszoner och planeringsavstånd kring respektive kärnkraftverk. Antal inom motsvarande befintliga zoner inom parentes. Fritidsboende har inte inkluderats.

Område	Antal hushåll		
	Forsmark	Oskarshamn	Ringhals
Inre beredskapszon	27	80	1 500
Yttre beredskapszon	8 700 (900)	13 000 (1 100)	53 000 (10 000)
Planeringsavstånd	280 000 (29 000)	160 000 (33 000)	600 000 (250 000)

Kostnader för anläggningar i hotkategori II redovisas separat i avsnitt 7.2.4.

7.2.1. Utvecklingskostnader och förvaltningskostnader hos länsstyrelserna

Om förslagen på nya beredskapszoner och planeringsavstånd införs innebär det ett betydande utvecklingsarbete på länsstyrelserna. Utvecklingskostnaderna utgörs till största del av personalkostnader och innefattar bland annat uppdateringar av befintliga planer och program, utformning av nya utrymningsplatser, samt utveckling av larmning och varning. De uppskattade kostnaderna fördelas i redovisningen över en treårsperiod.

För att uppskatta framtida förvaltningskostnader hos länsstyrelserna, om förslagen till nya beredskapszoner och planeringsavstånd införs, har kostnader beräknats enligt den struktur som idag används för länsstyrelsernas rapportering till MSB där kostnaderna fördelas på tre områden: förvaltning, teknik och tele samt utbildning och övning.

- **Förvaltning**

En stor del av kostnaderna för kärnenergiberedskap hos länsstyrelserna utgörs av beredskapsplanering samt fortlöpande samverkan med berörda aktörer. Detta omfattar bland annat utrymningsplanering, information till allmänhet som kan komma att beröras av en olycka vid något av kärnkraftverken, samt förvaltning och administration av jodtabletter och tekniska system för varning.

- **Teknik och tele**

Under denna kostnadspost ingår bland annat teknisk utrustning, telefoni och mobila abonnemang.

- **Utbildning och övning**

En central del i att upprätthålla förmågan att hantera kärnkraftsolyckor är regelbunden utbildning och övning av all personal som har en uppgift enligt länsstyrelsens beredskapsplan, vilket omfattar personal både på länsstyrelsen och hos andra berörda aktörer. Vartannat år genomförs också en storskalig övning i ett av kärnkraftslänen som involverar ett stort antal berörda aktörer.

Förslaget på planeringsavstånd innebär att det krävs viss beredskapsplanering även i omkringliggande län³. Dessa kostnader har därför också inkluderats i beräkningen av framtida förvaltningskostnader.

En sammanfattning av utvecklingskostnader och förvaltningskostnader för länsstyrelserna redovisas i Tabell 18. I tabellen redovisas även befintliga förvaltningskostnader för länsstyrelserna i kärnkraftslänen. Länsstyrelserna i kärnkraftslänen har tidigare aviserat att tilldelade medel inte är tillräckliga för att uppfylla de krav som anges i förordningen om skydd mot olyckor⁴. Hela skillnaden mellan nya och befintliga förvaltningskostnader beror därför inte på förslagen till nya beredskapszoner och planeringsavstånd.

Tabell 18. Utvecklingskostnader och förvaltningskostnader i kärnkraftslän och omkringliggande län om förslagen till nya beredskapszoner och planeringsavstånd införs.

Kostnadspost	Årlig kostnad (tkr)		
	Forsmark	Oskarshamn	Ringhals
Utveckling, år 1-3	1 700	1 700	2 100
Förvaltning, kärnkraftslän	7 800	7 800	9 000
Förvaltning, omkringliggande län	1 200	1 600	1 200
Totalt, år 1-3	10 700	11 100	12 300
Totalt, därefter	9 000	9 400	10 200
Befintliga anslag, kärnkraftslän	4 880	4 800	5 070

7.2.2. Förvaltningskostnader hos MSB och SSM

Förslagen på nya beredskapszoner leder även till ökade kostnader hos MSB och SSM för bland annat utbildning, övning och tillsyn. MSB och SSM bedömer att det behövs motsvarande två ytterligare heltidstjänster hos MSB och en ytterligare heltidstjänst hos SSM. Total årlig förvaltningskostnad för detta beräknas till 2 400 tkr.

7.2.3. Nationella investeringar

Större investeringar och upphandlingar som är gemensamma för kärnkraftslänen samordnas på nationell nivå och bekostas av MSB eller SSM. Flera av dessa kostnader är direkt proportionella mot antal boende inom beredskapszoner och planeringsavstånd. Kostnader som redovisas i detta avsnitt omfattar bara direkta kostnader för anskaffning och, i förekommande

³ Detta omfattar Jönköpings, Kronobergs, Gotlands, Östergötlands, Västra Götalands, Gävleborgs, Västmanlands och Stockholms län. Skånes och Dalarnas län inte har inkluderats, då de endast berörs i mycket begränsad omfattning av planeringsavståndet. Kronobergs och Jönköpings län angränsar till både Kalmar och Hallands län, och har inkluderats i kostnadsberäkningarna för beredskap kring både Oskarshamn och Ringhals.

⁴ Redovisat bl.a. via MSB:s budgetunderlag för 2017-2019, MSB d.nr 2016-975.

fall, distribution. Kostnader för löpande förvaltning (t.ex. kompletteringsutdelning och frågor från allmänheten gällande jodtabletter och RDS-mottagare) är inkluderade i förvaltningskostnader som redovisas i avsnitt 7.2.1. För att ge en rättvisande bild av kostnader över tid, har kostnader för anskaffning fördelats på ett antal år baserat på förväntad omsättningstid. I Tabell 19 redovisas genomsnittlig årlig kostnad.

Kostnaderna inkluderar:

- **System för utomhusvarning**
I dag finns en viss förtätning av antalet tyfoner för utomhuslarmning i områdena ut till ca 12-15 km från kärnkraftverken. Kostnadsuppskattningen bygger på ett antagande om en fördubbling av antalet extra tyfoner jämfört med idag, när varning utökas till yttre beredskapszonen.
- **System för inomhusvarning**
Varning inomhus sker via RDS-mottagare som distribueras till boende i områdena ut till ca 12-15 km från kärnkraftverken. Kostnadsuppskattningen för larmning baseras på att samma system utökas till både den yttre och inre beredskapszonen.
- **Jodtabletter och information**
Kostnadsposten inkluderar både de jodtabletter som förhandsutdelas och de som lagerhålls (regionalt och nationellt) för extrautdelning. Kostnader för tryck av informationsbroschyrer, sampackning och distribution har inkluderats i denna kostnadspost.
- **Instrument för strålningsmätningar**
Kring kärnkraftverken planeras strålningsmätningar både i fasta punkter för kontinuerlig övervakning av strålningsnivåer (fasta gammastationer) och i form av rörlig strålningsmätning för kartering av markbeläggning som uppstått efter ett utsläpp av radioaktiva ämnen.

Kostnader för utdelning av RDS-mottagare till boende i inre och yttre beredskapszonen utgör en betydande del av den totala kostnaden. SSM anser dock att systemen för att varna allmänheten i inre och yttre beredskapszonen bör ses över i ljuset av nya tekniska möjligheter, innan en ny upphandling av RDS-mottagare genomförs.

Kostnadsuppskattningen för rörliga strålningsmätningar bygger på antagandet att ett nytt system för strålningsmätningar införs, där förmågan upprätthålls av länsstyrelser i kärnkraftsläna. Huruvida ett sådant system kan realiseras måste utredas vidare av berörda aktörer.

Tabell 19. Uppskattade årliga kostnader för nationella investeringar.

Kostnadspost	Årlig kostnad (tkr)			Totalt
	Forsmark	Oskarshamn	Ringhals	
System för utomhusvarning (tyfoner)				
Nya kostnader	180	410	410	1 000
Nuvarande kostnader	88	210	210	500
System för inomhusvarning (RDS)				
Nya kostnader	660	960	4 100	5 700
Nuvarande kostnader	130	140	870	1 100
Jodtabletter (förhandsutdelning och extrautdelning) och information				
Nya kostnader	820	530	2 000	3 300
Nuvarande kostnader	210	160	850	1 200
Mätinstrument				
Nya kostnader	510	510	510	1 500
Nuvarande kostnader	430	430	430	1 300
Totala kostnader				
Nya kostnader	2 200	2 400	7 000	12 000
Nuvarande kostnader	850	930	2 300	4 100

7.2.4. Kostnader kring anläggningar i hotkategori II

Länsstyrelsernas kostnader för beredskapsplanering kring anläggningar i hotkategori II redovisas i Tabell 20.

För beredskap kring bränslefabriken i Västerås utgörs kostnaderna till stor del av personalkostnader för beredskapsplanering hos Länsstyrelsen i Västmanlands län. Dessutom finns kostnader för information till allmänheten, varning samt viss förmåga till strålningsmätning.

Eftersom beredskap kring Clab i huvudsak kan hanteras genom den beredskapsplanering Länsstyrelsen i Kalmar län har för kärnkraftverket i Oskarshamn, tillkommer inga extra kostnader för beredskapsplanering kring Clab. Dock krävs ett visst arbete för att uppdatera befintliga beredskapsplaner i enlighet med SSM:s förslag till planeringsavstånd.

Tabell 20. Utvecklingskostnader och förvaltningskostnader kring anläggningar i hotkategori II om förslagen till nya beredskapszoner och planeringsavstånd införs.

Kostnadspost	Årlig kostnad (tkr)	
	Bränslefabriken i Västerås	Clab
Utveckling, år 1	-	200
Förvaltning	580	-

7.3. Övriga samhällsekonomiska konsekvenser

SSM bedömer att de övriga samhällsekonomiska konsekvenserna av förslagen på beredskapszoner och planeringsavstånd blir små. Dagens beredskapszoner har knappast några samhällsekonomiska konsekvenser alls, utöver de direkta kostnaderna som är förknippade med att upprätthålla dem och SSM ser inga skäl till att det skulle förhålla sig annorlunda om nya beredskapszoner och planeringsavstånd införs.

Skulle en olycka inträffa menar dock SSM att förslagen på nya beredskapszoner och planeringsavstånd kan bidra till att väsentligt minska de samhällsekonomiska konsekvenserna av olyckan, i synnerhet kring kärnkraftverken. Förbättrade möjligheter att minska stråldoser för de som påverkas av olyckan kan ha avgörande betydelse för både enskilda och samhället i stort att återgå till en fungerande tillvaro.

7.4. Finansiering av ökade kostnader för staten

Statens kostnader för kärnenergiBEREDSKAPEN finansieras idag via beredskapsavgiften i *Förordning (2008:463) om vissa avgifter till Strålsäkerhetsmyndigheten*. SSM föreslår därför att de ökade kostnader för staten som förslagen på nya beredskapszoner och planeringsavstånd medför ska finansieras via en höjning av beredskapsavgiften. Förslaget är i linje med energiöverenskommelsen där de deltagande partierna är eniga om att kärnkraften ska bära sina egna kostnader.

Bilagor

1. Referensnivåer, doskriterier och åtgärdsnivåer
2. Spridnings- och dosberäkningar
3. Kärnkraftverken
4. Bränslefabriken i Västerås
5. Centralt mellanlager för använt kärnbränsle



2017:27

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-171 16 Stockholm
Solna strandväg 96

Tel: +46 8 799 40 00
Fax: +46 8 799 40 10

E-mail: registrator@ssm.se
Web: stralsakerhetsmyndigheten.se