



Strål
säkerhets
myndigheten

Swedish Radiation Safety Authority

Myndighetsrapport

Strålskyddsåtgärder vid radiologiska nöd- situationer

Planeringsunderlag för händelser där platsen är okänd
på förhand

2020:15

Författare: Peder Kock, Jan Johansson, Jonas Boson, Simon Karlsson, Anna Maria Blixt Buhr, Caroline Falkengren och Leif Granholm

Rapportnummer: 2020:15

ISSN: 2000-0456

Tillgänglig på: www.ssm.se

Om rapporten

I den här rapporten redovisar Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) planeringsunderlag för strålskyddsåtgärder vid radiologiska nödsituationer i samband med händelser i beredskapskategori 4. Händelser i beredskapskategori 4 omfattar händelser i verksamheter med joniserande strålning som inte bedrivs på en bestämd plats samt antagonistiska eller oavsiktliga handlingar med strålkällor. För att få en uppfattning om vad som kan hända och vilka konsekvenser det kan innebära för samhället inleds rapporten med ett kapitel om hur verksamheter och strålkällor kategoriseras utifrån möjliga konsekvenser. Rapporten beskriver därefter grunderna i strålskydd och vilka strålskyddsåtgärder som kan vidtas för att skydda allmänhet och arbetstagare. Det sista kapitlet i rapporten tar upp hur strålskyddsåtgärder och radiologiska nödsituationer avslutas. Som bilaga till rapporten finns en ordlista för att underlätta förståelsen för läsare som inte är vana vid den terminologi som används inom strålskydd.

Ett stort antal aktörer behöver planera för att kunna hantera radiologiska nödsituationer i samband med händelser i beredskapskategori 4. Rapporten riktar sig till organisationer som har ett ansvar att hantera dessa. Det gäller exempelvis myndigheter som ansvarar för räddningstjänst, sjukvård, ordning och säkerhet samt myndigheter med samordningsansvar inom krisberedskap.

Syftet med rapporten är att den ska kunna användas som ett planeringsunderlag för radiologiska nödsituationer i samband med händelser i beredskapskategori 4. Vissa delar kan även utgöra en utgångspunkt i den praktiska tillämpningen av strålskyddsåtgärder för allmänheten och skydd av arbetstagare. Rapporten beskriver principer och begrepp som används inom strålskydd vid radiologiska nödsituationer och hur de kan användas i beredskapsplaneringen. Doskriterier och åtgärdsnivåer för brådskande strålskyddsåtgärder som kan behöva genomföras för att skydda allmänheten beskrivs tillsammans med praktiska råd om strålskyddsåtgärder för arbetstagare. För att illustrera hur strålskyddsåtgärder kan komma att användas i praktiken redovisas tre exempel-scenarier där möjliga konsekvenser och behov av strålskyddsåtgärder analyseras.

Den här rapporten bygger vidare på gemensamma ställningstaganden avseende strålskydd vid radiologiska nödsituationer inom Norden genom den s.k. Nordiska flaggboken [1], men är avgränsad till händelser i beredskapskategori 4. Rapporten kompletterar därför det underlag för beredskapsplanering för allmänheten som SSM, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) och berörda länsstyrelser tagit fram för händelser inom verksamheter i beredskapskategori 1, 2 och 3 i Översyn av beredskapszoner [2].

Rapporten är framtagen i samverkan med MSB och Socialstyrelsen. En rad myndigheter har varit remissinstanser, bl.a. inom samverkansområdet farliga ämnen (SOFÄ) och länsstyrelser, dessa listas i Bilaga 2. SSM, MSB och Socialstyrelsen har för avsikt att utifrån denna rapport och annat befintligt underlag tillsammans vidareutveckla det praktiska planeringsstödet till ansvariga aktörer.



Strål
säkerhets
myndigheten

Swedish Radiation Safety Authority

Författare: Peder Kock, Jan Johansson, Jonas Boson, Simon Karlsson,
Anna Maria Blixt Buhr, Caroline Falkengren och Leif Granholm

2020:15

Strålskyddsåtgärder vid radiologiska
nödsituationer – Planeringsunderlag
för händelser där platsen är okänd på
förhand

Datum: December 2020

Rapportnummer: 2020:15 ISSN: 2000-0456

Tillgänglig på: www.ssm.se

Innehåll

Om rapporten	3
1. Möjliga konsekvenser	7
1.1. Kategorisering av verksamheter	7
1.2. Kategorisering av strålkällor	9
2. Strålskydd vid radiologiska nödsituationer	11
2.1. Mål med strålskyddet.....	11
2.2. Strålskyddets grundregler.....	11
2.3. Exponeringssituationer	12
2.4. Systemet för strålskydd vid radiologiska nödsituationer	13
3. Strålskyddsåtgärder för allmänheten	18
3.1. Strålskyddsåtgärder vid radiologiska nödsituationer	18
3.2. Inomhusvistelse	19
3.3. Utrymning	20
3.4. Personsanering	24
4. Strålskyddsåtgärder för arbetstagare	28
4.1. Strålskydd för arbetstagare	28
4.2. Arbetstagare i radiologiska nödsituationer	28
4.3. Exponering av arbetstagare i radiologiska nödsituationer	29
4.4. Övervakning av stråldoser	30
4.5. Skyddsutrustning	31
4.6. Livräddande insatser	33
5. Avslutande av en radiologisk nödsituation	35
5.1. Förutsättningar för avslutande.....	35
5.2. Avslutande av strålskyddsåtgärder för allmänheten	35
5.3. Skydd av allmänheten	36
5.4. Skydd av arbetstagare vid sanering	36
Bidrag till rapporten	37
Referenser	38
Bilaga 1 – Ordlista	39
Bilaga 2 – Remissinstanser	41
Bilaga 3 – Doskriterier och åtgärdsnivåer	42
Bilaga 4 – Strålskydd vid transportolycka, klass 7	43

1. Möjliga konsekvenser

1.1. Kategorisering av verksamheter

I den övergripande standarden¹ för beredskap ställer FN:s Internationella Atomenergiorgan (IAEA) krav på att händelser som kan leda till radiologiska nödsituationer ska identifieras och analyseras [3]. För att möta IAEA:s standard har Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) analyserat riskerna vid olyckor med radioaktiva ämnen och placerat verksamheter med joniserande strålning i fyra beredskapskategorier. Beredskapskategorin bestäms utifrån vilka konsekvenser händelser inom verksamheten kan ge upphov till utanför anläggningen vid en radiologisk nödsituation. Beredskapskategori 1 avser verksamheter förknippade med störst potentiella konsekvenser. Kraven på samhällets beredskap är högre ju mer omfattande konsekvenser en olycka kan leda till. Placering i beredskapskategorier sker enligt SSM:s föreskrifter [4] och tar även hänsyn till behov av brådskande skyddsåtgärder inom verksamheten.

I Sverige är det endast kärnkraftverk i drift som är placerade i beredskapskategori 1. Tre verksamheter är placerade i beredskapskategori 2: Centralt mellanlager för använt kärnbränsle (Clab) utanför Oskarshamn, Westinghouse Electric Sweden AB bränslefabrik i Västerås (WSE) och European Spallation Source (ESS) i Lund. Verksamheter i beredskapskategori 3 bedrivs på den nedlagda kärnkraftsanläggningen i Barsebäck som är under avveckling, samt viss verksamhet på Studsviksområdet och på Chalmers tekniska högskola. Även andra verksamheter med strålkällor inom sjukvård, industri och forskning kan komma att placeras i beredskapskategori 3.

SSM har i sin risk- och sårbarhetsanalys [5] utgått från beredskapskategorier och bedömt konsekvenser av möjliga händelser, vilka sammanfattas nedan i en ruta under respektive beredskapskategori. ESS tas i rutinmässig drift 2025 och möjliga konsekvenser av en olycka på ESS redovisas därför inte i risk- och sårbarhetsanalysen. De fyra beredskapskategorierna är:

- **Beredskapskategori 1.** Verksamhet där det kan uppstå en radiologisk nödsituation som medför att människor exponeras för höga *stråldoser*² utanför verksamhetsområdet. Stråldoserna motiverar att brådskande *strålskyddsåtgärder* vidtas för att undvika *allvarliga deterministiska hälsoeffekter* och begränsa risken för *stokastiska hälsoeffekter*.

Kärnkraftsolyckor kan leda till katastrofala nationella konsekvenser.

- **Beredskapskategori 2.** Verksamhet där det kan uppstå en radiologisk nödsituation inom verksamhetsområdet som medför att människor exponeras för stråldoser utanför verksamhetsområdet. Stråldoserna motiverar att brådskande strålskyddsåtgärder vidtas för att undvika *deterministiska hälsoeffekter* och begränsa risken för stokastiska hälsoeffekter. Den radiologiska nödsituationen bedöms dock inte

¹ IAEA, General Safety Requirements (GSR Part 7) - Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency.

² Begrepp som är kursiverade första gången de förekommer finns förklarade i ordlistan i Bilaga 1.

kunna ge upphov till allvarliga deterministiska hälsoeffekter utanför verksamhetsområdet.

Radiologiska nödsituationer inom verksamheterna i beredskapskategori 2 kan leda till allvarliga konsekvenser på lokal (WSE) till regional (Clab) nivå.

- **Beredskapskategori 3.** Verksamhet där det kan uppstå en radiologisk nödsituation inom verksamhetsområdet som motiverar att strålskyddsåtgärder vidtas. Strålskyddsåtgärder kan behöva vidtas inom området för att undvika deterministiska hälsoeffekter, inklusive allvarliga sådana, och begränsa risken för stokastiska hälsoeffekter. Den radiologiska nödsituationen bedöms dock inte motivera strålskyddsåtgärder utanför verksamhetsområdet.

Radiologiska nödsituationer inom verksamheter i beredskapskategori 3 kan ge upphov till mycket begränsade konsekvenser utanför anläggningsområdet.

- **Beredskapskategori 4.** Verksamhet som inte bedrivs på en viss bestämd plats men som kan ge upphov till en radiologisk nödsituation som motiverar att brådskande åtgärder vidtas.

SSM har i risk- och sårbarhetsanalysen beaktat transporter av starka strålkällor, antagonistiska handlingar med starka strålkällor, avsiktlig spridning av radioaktiva ämnen, reaktordriva fartyg, flytande kärnkraftverk, herrelösa strålkällor samt oavsiktlig spridning av material kontaminerat med radioaktiva ämnen i beredskapskategori 4. Konsekvenserna av händelser inom dessa verksamheter och handlingar bedöms som begränsade till allvarliga på lokal till regional nivå.

Den här rapporten kan användas som planeringsunderlag för strålskyddsåtgärder för allmänhet och arbetstagare i samband med radiologiska nödsituationer som uppstår till följd av *händelser i beredskapskategori 4*, oavsett vad som orsakar den radiologiska nödsituationen. Begreppet "händelser i beredskapskategori 4" omfattar samtliga händelser som kan uppstå inom verksamheter eller till följd av olyckor och brottsliga handlingar som beskrivs i rutan ovan under beredskapskategori 4. Betydelsen är samstämmig med IAEA:s definition [3].

För verksamheter placerade i beredskapskategori 1 och 2 finns underlag för beredskapsplanering för allmänheten i Översyn av beredskapszoner [2]. För verksamheter i beredskapskategori 3 behövs ingen särskild planering för brådskande strålskyddsåtgärder för allmänheten utanför anläggningsområdet. Det finns inga utländska verksamheter i beredskapskategori 1 och 2 där beredskapszonerna sträcker sig in i Sverige. För utländska kärnkraftsolyckor på större avstånd kan dock analysen i Översyn av beredskapszoner [2] användas som planeringsunderlag avseende påverkan på svenskt territorium. Analysen avser händelser vid svenska kärnkraftverk men resultaten för större avstånd är tillämpbara även för olyckor vid utländska kärnkraftverk.

1.2. Kategorisering av strålkällor

IAEA har beräknat möjliga stråldoser från olika radioaktiva ämnen för två huvudtyper av scenarier och utifrån dessa beräknat så kallade D-värden³ för olika radioaktiva ämnen [6]. D-värdet för ett visst radioaktivt ämne motsvarar en aktivitetsnivå där strålkällan kan orsaka allvarliga deterministiska hälsoeffekter – i värsta fall dödliga eller livshotande skador – om den hanteras felaktigt. IAEA har beaktat två huvudtyper av scenarier:

- **Exponering från en sluten oskärmad strålkälla.** I dessa scenarier bär någon en strålkälla i handen i en timme, i en ficka i tio timmar eller befinner sig i samma rum som strålkällan under dagar eller veckor. Utifrån dessa scenarier beräknas ett s.k. D₁-värde.
- **Spridning av strålkälla.** I dessa scenarier sprids det radioaktiva ämnet genom brand, explosion eller mänskligt handlande. Spridningen leder till att en person exponeras externt från omgivningen och internt från inandning eller intag samt kontamination från det radioaktiva ämnet, beroende på scenario. Utifrån dessa scenarier beräknas ett s.k. D₂-värde.

D-värdet för ett visst radioaktivt ämne väljs sedan till det lägsta av D₁- och D₂-värdena efter scenarioanalyserna enligt ovan.

I den här rapporten används begreppet *potentiellt farlig strålkälla* för strålkällor som skulle kunna orsaka stora skador för enskilda eller samhället om de hanteras på ett felaktigt sätt. Hur dessa strålkällor definieras finns beskrivet i en fördjupningsruta nedan. Även mindre starka strålkällor med lägre aktivitet än vad som anses som potentiellt farliga strålkällor skulle kunna orsaka skador vid felaktigt handhavande. I beredningsplaneringen bör dock ett riskbaserat förhållningssätt användas. Det innebär att fokus för samhällets planering i första hand bör ligga på hanteringen av radiologiska nödsituationer som inbegriper strålkällor med potential att kunna orsaka allvarliga skador. Här kan begreppet potentiellt farliga strålkällor utgöra ett stöd i form av en nedre gräns. Lägsta aktivitetsnivåer för några vanligt förekommande radioaktiva ämnen inom industri och sjukvård, som motsvarar potentiellt farliga strålkällor, redovisas i Tabell 1.

Potentiellt farliga strålkällor

Genom att beräkna kvoten mellan en strålkällas aktivitet och D-värde erhålls ett s.k. A/D-värde som kan användas för att kategorisera strålkällan utifrån farlighetsgrad. Med begreppet potentiellt farlig strålkälla avses i denna rapport en strålkälla i kategori 1-4 enligt SSM:s föreskrifter [4], vilket omfattar strålkällor med A/D-värden $\geq 0,01$. Det betyder att en potentiellt farlig strålkälla som hanteras felaktigt kan orsaka strålskador. Möjliga skador beror på strålkällans aktivitet och hur den hanteras och kan omfatta allt från en något förhöjd risk för cancer till livshotande skador.

³ D står för *dangerous*. Slutna strålkällor med en aktivitet lika med eller högre än D-värdet benämns som en *sluten strålkälla med hög aktivitet* eller *high activity sealed source* (HASS).

Tabell 1. Aktivitetsnivåer för radioaktiva ämnen som förekommer i samhället som motsvarar en potentiellt farlig strålkälla ($A/D=0,01$). Värden för Cs-137 och Mo-99 har tagit hänsyn till dotternuklider (Ba-137^m respektive Tc-99^m).

Nuklid	Beteckning	Användningsområde	Aktivitet (GBq)
Fluor-18	F-18	Medicinsk diagnostik	0,6
Kobolt-60	Co-60	Industriell radiografering, vätskenivåmätning, medicinsk behandling	0,3
Selen-75	Se-75	Industriell radiografering	2
Molybden-99	Mo-99	Medicinsk diagnostik	3
Teknetium-99 ^m	Tc-99 ^m	Medicinsk diagnostik	7
Jod-131	I-131	Medicinsk behandling	2
Cesium-137	Cs-137	Tjockleks-, nivå- eller densitetsmätning	1
Iridium-192	Ir-192	Industriell radiografering, medicinsk behandling	0,8
Americium-241	Am-241	Fukthalts- eller fyllnadskontrollmätning, rökdetektorer	0,6

2. Strålskydd vid radiologiska nödsituationer

2.1. Mål med strålskyddet

Strålskyddet ska bidra till att människor och miljö skyddas från skadliga effekter av *joniserande strålning*. Skyddet ska ske på ett ändamålsenligt sätt utan att i onödan begränsa de mänskliga aktiviteter som kan förknippas med exponeringen. De övergripande målen för strålskyddet är i första hand att undvika allvarliga deterministiska hälsoeffekter och därefter minska risken för stokastiska hälsoeffekter så långt det är möjligt och rimligt.

2.2. Strålskyddets grundregler

Många olika typer av strålkällor används i verksamheter med joniserande strålning. Inom industri och sjukvård finns fast installerad utrustning såsom röntgenrör, men även radioaktiva ämnen i öppna strålkällor (t.ex. vätskor) och radioaktiva ämnen permanent inneslutna i fasta behållare, s.k. slutna strålkällor.

Detta avsnitt utgår från strålkällor som är radioaktiva ämnen och som förekommer inom verksamheter med joniserande strålning i Sverige. En viktig egenskap hos radioaktiva ämnen är att det inte går att påverka det radioaktiva sönderfallet. En röntgenutrustning går att stänga av, men för att skydda sig mot den joniserande strålningen från ett radioaktivt ämne behövs andra förhållningssätt. Det finns tre grundregler som var och en eller tillsammans kan användas för att skydda sig mot joniserande strålning. Grundreglerna gäller för samtliga strålkällor med joniserande strålning:

- **Tid**
Vistas så kort tid som möjligt i närheten av en strålkälla. Stråldosen ökar linjärt med tiden om man bortser från radioaktivt sönderfall. Om du vistas hälften så lång tid vid en strålkälla halverar du därmed din stråldos.
- **Avstånd**
Ha så stort avstånd som möjligt mellan dig och strålkällan. För slutna gammastrålande strålkällor (punktkällor) som används på många håll inom industrin gäller att strålningen minskar kvadratisk med avståndet. Det innebär att om avståndet mellan dig och strålkällan dubblas så minskar strålningens intensitet till en fjärdedel.
- **Skärmning**
Ha så mycket skärmande material mellan dig och strålkällan som möjligt. Hur mycket skärmande material som krävs för att minska strålningen varierar eftersom olika strålkällor avger olika sorters strålning med olika energier. Huvudregeln gällande skärmning är att ju mer massa desto bättre strålskärm⁴, därför används ofta tunga ämnen som bly som strålskärmar. Vid radiologiska nödsituationer kan det dock vara nödvändigt att istället använda vanligen förekommande tillgängligt material som strålskärm, exempelvis betong eller vatten.

Om strålningen härrör från ett radioaktivt ämne och det finns risk för kontamination, alltså att få det radioaktiva ämnet i sig eller på hud och kläder, kan även en fjärde regel läggas till:

⁴ Huvudregeln gäller ej för neutroner. För neutroner gäller istället att material som innehåller lätta atomer (väte) skärmar bättre, exempelvis vatten.

- **Undvik att få radioaktiva ämnen i dig och på huden**
Om det radioaktiva ämnet finns i luften kan det komma in i svalg och lungor vid inandning. Om det radioaktiva ämnet istället finns i födan eller i omgivningen, exempelvis på huden eller kläderna, kan det leda till ett intag eller skador på huden. Inandning och intag leder till intern exponering då det radioaktiva ämnet tas upp och omsätts i kroppen.

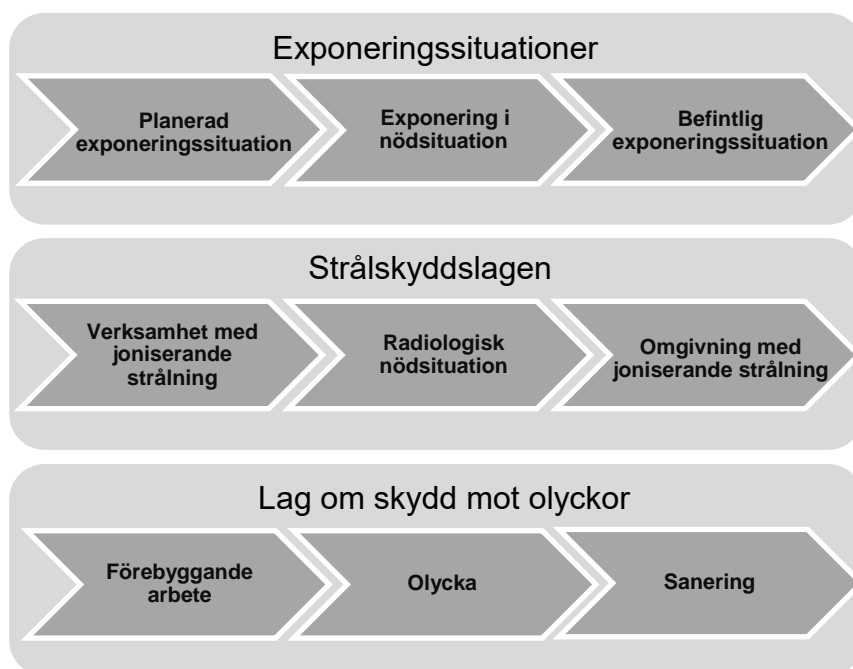
Samtliga strålskyddsåtgärder vid radiologiska nödsituationer utgår från dessa enkla regler, så även analyserna i denna rapport.

2.3. Exponeringssituationer

Exponeringssituationer används av den Internationella strålskyddskommissionen (ICRP) för att kategorisera situationer där människor eller miljö kan exponeras för joniserande strålning [7]. Situationsindelningen syftar till att anpassa nivån på strålskyddet utifrån yttre förutsättningar, vad som kan förutses samt brådskan av olika åtgärder. Indelningen i exponeringssituationer syftar även till att främja användandet av optimering, under olika förutsättningar. I sina rekommendationer använder ICRP tre exponeringssituationer som täcker alla situationer där någon eller något utsätts för eller kan komma att utsättas för joniserande strålning:

- **Planerad exponeringssituation** avser en exponeringssituation där storlek och omfattning av exponeringen kan förutses med rimlig säkerhet. Det innebär att strålskyddsåtgärder kan planeras innan exponeringen äger rum. I strålskyddslagen (2018:396) betecknas en planerad exponeringssituation som *verksamhet med joniserande strålning*.
- **Exponering i nödsituation** avser en plötsligt inträffad exponeringssituation som kräver att brådskan skyddsåtgärder vidtas. I strålskyddslagen betecknas en exponering i nödsituation som en *radiologisk nödsituation*.
- **Befintlig exponeringssituation** avser en exponeringssituation som redan existerar när ett beslut om att kontrollera den måste fattas och som inte (eller inte längre) kräver att brådskan skyddsåtgärder vidtas. I strålskyddslagen betecknas en befintlig exponeringssituation som *en omgivning med joniserande strålning*.

En radiologisk nödsituation definieras i strålskyddslagen som en plötsligt inträffad händelse som inbegriper en strålkälla, har medfört eller befaras medföra skada och kräver omedelbara åtgärder. En olycka är en plötsligt inträffad händelse som har medfört eller befaras medföra skada [8]. En radiologisk nödsituation ska därför ses som en olycka som inbegriper en strålkälla och kräver omedelbara åtgärder. Liksom i andra sammanhang ska de fyra kriterierna i lagen (2003:778) om skydd mot olyckor (LSO) vara uppfyllda för att det ska bli räddningstjänst. Hur de olika exponeringssituationerna förhåller sig till svensk lagstiftning illustreras i Figur 1.



Figur 1. Illustration av hur exponeringssituationerna förhåller sig till svensk lagstiftning. En befintlig exponeringssituation och en omgivning med joniserande strålning kan även förekomma i andra sammanhang. I figuren avses en situation som följer av en radiologisk nödsituation.

2.4. Systemet för strålskydd vid radiologiska nödsituationer

Strålskydd utgår från vetenskap, värderingar och erfarenheter. ICRP publicerar internationella rekommendationer för hur ett system för strålskydd för allmänhet och arbetstagare bör utformas. Det nuvarande systemet infördes i och med Publikation 103 [7] och utgår från de exponeringssituationer som beskrivs i avsnitt 2.3, där exponering i nödsituation ingår. Rekommendationerna från ICRP har implementerats i EU genom strålskyddsdirektivet [9], som varje medlemsland infört i nationell lagstiftning. I Sverige har strålskyddsdirektivet huvudsakligen införts genom strålskyddslagen, strålskyddsförordningen (2018:506) och föreskrifter från SSM. Sverige har även förbundit sig att följa internationella rekommendationer avseende beredskap från IAEA [3].

ICRP:s rekommendationer bygger på principerna om *berättigande*, *optimering* och tillämpning av *dosgränser*. Dessa grundläggande begrepp och tankesätt är centrala för att förstå systemet för strålskydd vid radiologiska nödsituationer. Resterande del av detta kapitel syftar till att förklara dessa och underliggande begrepp med fokus på hur de kan användas i planering för, och hanteringen av, en radiologisk nödsituation.

2.4.1. Berättigande

En åtgärd är berättigad enligt strålskyddslagen om nyttan med den överstiger den skada som åtgärden kan medföra. Den som ansvarar för ett beslut om strålskyddsåtgärder i en radiologisk nödsituation måste därför avgöra om fördelarna i form av minskande stråldoser som strålskyddsåtgärderna kan medföra överstiger nackdelarna som strålskyddsåtgärderna kan leda till innan ett beslut fattas.

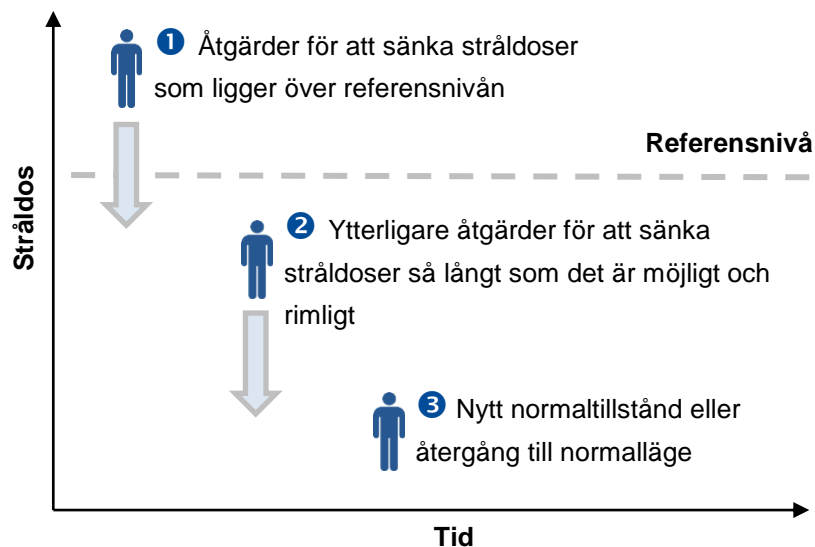
Följande riktlinjer kan utgöra ett stöd för att avgöra om strålskyddsåtgärder för allmänheten kan vara berättigade i en radiologisk nödsituation. Om den *effektiva dosen* utan strålskyddsåtgärder förväntas bli:

- högre än 100 millisievert (mSv) är det i stort sett alltid berättigat att vidta strålskyddsåtgärder;
- högre än 10 mSv är det normalt lämpligt att vidta strålskyddsåtgärder;
- mellan 1 och 10 mSv kan det vara lämpligt att vidta strålskyddsåtgärder.

För arbetstagare i radiologiska nödsituationer gäller att exponering som leder till stråldoser över 100 mSv effektiv dos endast är berättigad i vissa fall. Det handlar då om insatser för att rädda liv eller för att undvika att katastrofartade förhållanden uppstår.

2.4.2. Optimering

Optimering är en process för att identifiera bästa möjliga strålskydd i en given situation. Under en radiologisk nödsituation innebär optimering att de som är mest utsatta bör prioriteras och att skyddsåtgärder ska vidtas för att sänka stråldoserna så långt som det är möjligt och rimligt, med hänsyn till samhälleliga och ekonomiska faktorer. Detta illustreras i Figur 2. Skyddsåtgärder som är enkla att införa och som har små negativa konsekvenser kan således vara motiverade även om de innebär att det är relativt låga stråldoser som undviks. Optimering innebär inte nödvändigtvis att det alternativ som ger lägst stråldos ska väljas. Istället ska optimeringen leda fram till en väl avvägd kompromiss mellan potentiella stråldoser och negativa konsekvenser som uppstår om skyddsåtgärderna införs.



Figur 2. Optimering under radiologiska nödsituationer.

2.4.3. Referensnivåer

En *referensnivå* är i detta sammanhang en nivå på stråldosen som används för att optimera strålskyddet. Referensnivån utgör en målsättning i planeringsarbetet för radiologiska nödsituationer. En beredskapsplan för en viss händelse ska på planeringsstadiet leda till att den valda referensnivån underskrids. När en radiologisk nödsituation väl har inträffat ska referensnivån ses som ett riktvärde där optimering kan behöva starta över referensnivån för att sedan fortsätta under referensnivån. Om det går att identifiera personer eller grupper som riskerar att få högre stråldoser än den valda referensnivån bör ytterligare strålskyddsåtgärder för dessa prioriteras, vilket illustreras i Figur 2. Även i de fall en radiologisk nödsituation inte förväntas leda till stråldoser över den valda referensnivån ska optimeringsprocessen fortgå, vilket innebär att ytterligare strålskyddsåtgärder ska övervägas.

Allmänheten

När en radiologisk nödsituation inträffar gäller inte dosgränser. Istället anger strålskyddsdirektivet ett intervall med tillåtna referensnivåer för allmänheten mellan 20 och 100 mSv årlig effektiv dos för radiologiska nödsituationer. I Sverige finns referensnivåer för allmänheten vid radiologiska nödsituationer fastställda i strålskyddförordningen. För händelser i beredskapskategori 4 gäller 20 mSv effektiv dos under det första året, vilket denna rapport utgår från. Valet av referensnivån 20 mSv för dessa händelser överensstämmer även med de gemensamma riktlinjer som tagits fram av strålsäkerhetsmyndigheterna i Norden [1].

Arbetstagare

Dosgränserna för arbetstagare gäller inte heller när en radiologisk nödsituation inträffar. För arbetstagare finns det dock krav i strålskyddförordningen på att dosgränserna om möjligt ska underskridas, även under radiologiska nödsituationer. Det innebär att i första hand underskrida dosgränsen för årlig effektiv dos, 20 mSv. När det inte bedöms som realistiskt att underskrida dosgränserna anges att den som ansvarar för räddningsarbetet ska fastställa vilka referensnivåer som ska tillämpas. Referensnivåerna för arbetstagare i radiologiska nödsituationer får inte överskrida 100 mSv effektiv dos om det inte behövs för att rädda liv, förhindra allvarliga strålningsrelaterade hälsoeffekter eller förhindra att katastrofartade förhållanden uppstår. Då får referensnivån överstiga 100 mSv effektiv dos, men inte 500 mSv effektiv dos.

Fastställande av referensnivåer för arbetstagare över dosgränserna under en händelse bygger på en bedömning av strålningsläget och förutsättningarna för insatsen. I samband med planering för hur sådana referensnivåer kan fastställas är det viktigt att komma ihåg att referensnivån inte är en gräns, utan ett verktyg för optimering av strålskyddet före och under en pågående insats. Genom att etablera, kommunicera och förankra en målsättning i form av referensnivån tydliggörs en ambitionsnivå för strålskyddet som både arbetsgivare och arbetstagare kan förhålla sig till. När insatsen i efterhand utvärderas kommer därför sannolikt rimligheten i bedömningen och hur referensnivån kommunicerades vara det centrala på ett övergripande plan. Strålskyddet för arbetstagare i radiologiska nödsituationer beskrivs mer utförligt i Kapitel 4.

Vid beredskapsplanering

I samband med framtagande av nya beredskapsplaner – eller genomgång av befintliga beredskapsplaner – behöver därför ansvariga aktörer och arbetsgivare säkerställa att stråldoser till allmänhet respektive arbetstagare underskrider referensnivåerna. För att ta reda på om en beredskapsplan förväntas leda till stråldoser under referensnivån, används

dos efter strålskyddsåtgärder. Vid uppskattning av dos efter strålskyddsåtgärder bör alla exponeringsvägar beaktas, vilket innebär att både intern exponering från inandning och intag av radioaktiva ämnen liksom extern exponering från radioaktiva ämnen ingår i bedömningen. Förväntade doser efter strålskyddsåtgärder bör då underskrida 20 mSv effektiv dos.

2.4.4. Doskriterier

Doskriterier används som ett stöd i beredskapsplaneringen och som en utgångspunkt för införande av skyddsåtgärder under hanteringen av den radiologiska nödsituationen. I den här rapporten anges därför doskriterier för de strålskyddsåtgärder för allmänheten som redovisas. Ett doskriterium uttrycks som förväntad stråldos till en *oskyddad person* under en given tidsperiod. Doskriterierna kan anges i effektiv dos, *absorberad dos* eller *ekvivalent dos* till ett organ, beroende på vad som är gränssättande. Doskriterierna är inte beräknade utan valda så att referensnivån, 20 mSv effektiv dos, för merparten av tänkbara radiologiska nödsituationer kommer att underskridas. I en radiologisk nödsituation innebär det att om strålskyddsåtgärder vidtas när doskriterierna för respektive strålskyddsåtgärd förväntas överskridas så bör stråldosen underskrida referensnivån när samtliga strålskyddsåtgärder genomförts.

Doskriterier för strålskyddsåtgärder i samband med händelser vid verksamheter i beredskapskategori 1 och 2 finns redovisade i andra rapporter: Översyn av beredskapszoner [2], Behov av personsanering för allmänheten i samband med en svensk kärnkraftsolycka [10] samt Avståndsberäkningar kring svenska kärnkraftverk – Underlag till hälso- och sjukvården vid planering av beredskapen för kärnkraftsolyckor i Sverige [11].

2.4.5. Åtgärdsnivåer

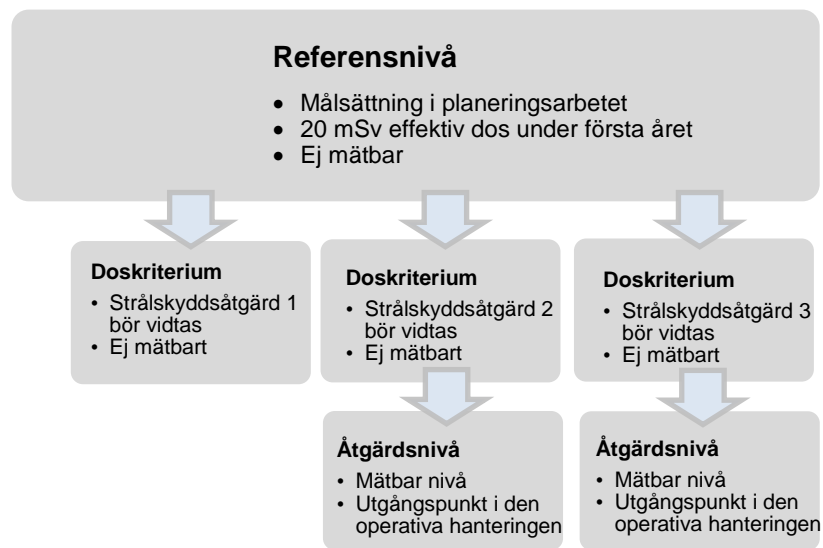
I den operativa hanteringen av en radiologisk nödsituation kan det vara motiverat att vidta strålskyddsåtgärder utifrån mätvärden. Det kan vara mätvärden från såväl enklare mätningar med ett dosratsinstrument – exempelvis SRV-2000 – som avancerade mätningar av enskilda radioaktiva ämnen. Kopplat till varje strålskyddsåtgärd och doskriterium kan en eller flera *åtgärdsnivåer* anges. Utgångspunkten i planeringen är att när åtgärdsnivån för en viss strålskyddsåtgärd överskrids eller förväntas överskridas bör strålskyddsåtgärden vidtas. En åtgärdsnivå gör det därmed enkelt att förhålla sig till en enskild strålskyddsåtgärd, vilket kan underlätta hanteringen av den radiologiska nödsituationen.

I och med att användande av åtgärdsnivåer möjliggör ett enkelt förhållningssätt finns det också ett antal svagheter med konceptet:

- En åtgärdsnivå beaktar endast en exponeringsväg. Det som mäts uppskattar ofta den externa exponeringen från radioaktiva ämnen i omgivningen, men tar inte hänsyn till andra exponeringsvägar, t.ex. via inandning. Detta kan exemplifieras med att en dosrat mäts upp med ett dosratsinstrument. Det kan då vara svårt att på ett enkelt sätt avgöra om det radioaktiva ämnet ligger på marken eller är spritt i luften och därmed kan orsaka inandningsdoser.
- Åtgärdsnivåerna kan behöva revideras under hanteringen. För att motsvara det valda doskriteriet kan åtgärdsnivåerna behöva revideras eftersom dosrater och aktivitetskoncentrationer förändras med tiden, bl.a. på grund av radioaktivt sönderfall. Det är därför viktigt att kommunicera att åtgärdsnivåerna inte är statiska utan siktar på att omsätta doskriteriet i något praktiskt användbart.

- Beslut om strålskyddsåtgärder baserat på enskilda åtgärdsnivåer är ingen garanti för att dos efter strålskyddsåtgärder kommer att vara lägre än den valda referensnivån. Även om en åtgärdsnivå för en strålskyddsåtgärd inte överskrids kan flera strålskyddsåtgärder behöva genomföras för att säkerställa att den valda referensnivån inte överskrids.

Av dessa skäl bör beredskapsplaneringen främst utgå från referensnivån och doskriterier, men kan i vissa fall kompletteras med åtgärdsnivåer för mindre komplexa situationer. I den här rapporten anges därför doskriterier för samtliga strålskyddsåtgärder för allmänheten men endast en åtgärdsnivå, vilket framgår av nästa kapitel. Metodiken för planeringsarbetet och de olika stegen från referensnivån till åtgärdsnivåer illustreras i Figur 3.



Figur 3. Illustration av metodiken för beredskapsplanering inför radiologiska nödsituationer i samband med händelser i beredskapskategori 4 där kombinationer av strålskyddsåtgärder kan behöva övervägas.

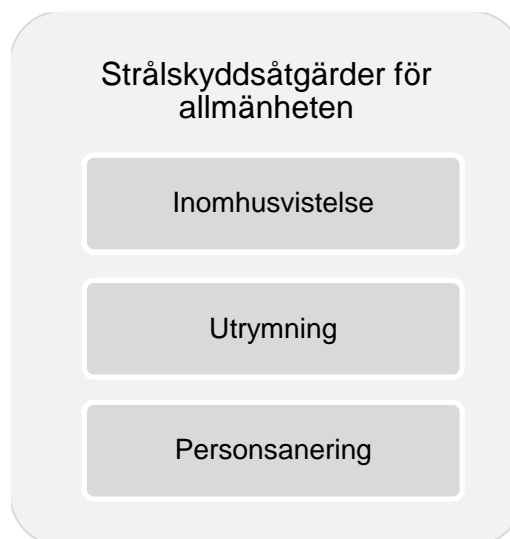
3. Strålskyddsåtgärder för allmänheten

3.1. Strålskyddsåtgärder vid radiologiska nödsituationer

Alla strålskyddsåtgärder i samband med en radiologisk nödsituation syftar till att hålla allmänhetens exponering för joniserande strålning så låg som det är möjligt och rimligt givet samhälleliga och ekonomiska faktorer. Som en del av räddningstjänstinsatsen bedöms kontinuerligt behovet av strålskyddsåtgärder. Denna bedömning omfattar även hur länge åtgärderna förväntas pågå. Strålskyddsåtgärder som vidtagits initialt i samband med att den radiologiska nödsituationen uppstår kan efter hand antingen fortsätta, utökas, minskas eller upphävas. Nya strålskyddsåtgärder kan komma att inledas i takt med att information från strålningsmätningar blir tillgänglig. Vid behov vidtas även åtgärder för att minska ytterligare spridning av radioaktiva ämnen.

Under en radiologisk nödsituation bör strålskyddsåtgärderna ge ett likvärdigt skydd för alla. Vissa grupper, exempelvis barn och gravida, kan behöva prioriteras eftersom barn och foster är känsligare för strålning. I Figur 4 presenteras relevanta brådskande strålskyddsåtgärder för allmänheten som kan övervägas under en radiologisk nödsituation vid händelser i beredskapskategori 4. Åtgärder kan även vidtas för att skydda egendom, miljön, samhällsviktig verksamhet, industri och handel, jordbruk, framställning av livsmedel och djurfoder samt tillgång till vatten. Sådana åtgärder behandlas dock inte i denna rapport.

Strålskyddsåtgärderna för allmänheten beskrivs i detta kapitel var för sig, men kan sammantaget utgöra en grund för beredskapsplaneringen för radiologiska nödsituationer i samband med händelser i beredskapskategori 4. I anslutning till varje strålskyddsåtgärd i kapitlet finns ett scenario som exemplifierar när och hur de olika strålskyddsåtgärderna kan behöva vidtas. Samtliga doskriterier som anges i denna rapport finns även listade i bilaga 3.



Figur 4. Strålskyddsåtgärder att överväga för allmänheten vid en radiologisk nödsituation i samband med händelser i beredskapskategori 4.

3.2. Inomhusvistelse

Räddningsledaren kan rekommendera inomhusvistelse genom att utlysa Viktigt meddelande till allmänheten (VMA). Vid ett VMA uppmanas allmänheten att gå inomhus och stänga dörrar, fönster och ventilation samt att lyssna på Sveriges Radio P4. Att vistas inomhus minskar inandning av radioaktiva ämnen som förekommer i luften och begränsar den externa exponeringen från radioaktiva ämnen i luften. Inomhusvistelse kan därför vara en effektiv åtgärd vid händelser som kan leda till utsläpp där radioaktiva ämnen sprids eller riskerar att spridas i luften, exempelvis genom en brand eller explosion. Skyddet vid inomhusvistelse beror på flera faktorer såsom byggnadstyp, luftfiltrering och typ av ventilation. Att vistas i en källare eller i ett flerbostadshus ger ett bättre skydd än att vistas i ett småhus på markplan eftersom den externa exponeringen från radioaktiva ämnen i utomhusluften och på marken minskar.

Målsättningen bör vara att inleda inomhusvistelsen innan exponeringen förväntas äga rum. Beslut om att rekommendera inomhusvistelse behöver därför fattas i tillräckligt god tid för att hinna informera allmänheten, vidta förberedelser och verkställa åtgärden. Om möjligt bör fönster och dörrar stängas och ventilation stängas av i såväl bostadshus, kontorsbyggnader som produktionsanläggningar i området där inomhusvistelse har rekommenderats.

Nedan anges ett doskriterium för inomhusvistelse vid händelser i beredskapskategori 4. Doskriteriet ska jämföras med den stråldos som en oskyddad person skulle få under hela utsläppsförloppet. För att säkerställa att hela utsläppsförloppet fångas används tidsperioden sju dygn. Om händelsen även resulterar i en markbeläggning av radioaktiva ämnen bör även denna exponeringsväg beaktas vid jämförelse med doskriteriet.

Doskriterium för inomhusvistelse:

- 10 mSv effektiv dos

Hur länge inomhusvistelsen förväntas pågå är en viktig faktor i beslutet att fortsatt rekommendera denna skyddsåtgärd. Rekommendationen om inomhusvistelse bör upphävas så snart utsläppet har passerat och det inte finns någon risk för ytterligare signifikanta utsläpp. Om utsläppet förväntas pågå under lång tid eller endast påverkar ett fåtal personer kan utrymning övervägas istället. Inomhusvistelse på grund av ett utsläpp av radioaktiva ämnen skiljer sig i denna bemärkelse inte från inomhusvistelse som rekommenderats på grund av andra farliga ämnen.

Vid händelser med strålkällor där det inte finns risk för spridning till luften är utrymning och avspärrning av ett mindre område i anslutning till strålkällan normalt sett ett bättre alternativ för att minska risken för extern exponering och kontamination.

Scenario 1 – Haveri på reaktordrivet fartyg

Följande scenario syftar till att ge ett exempel på en händelse i beredskapskategori 4 där inomhusvistelse kan vara motiverad [5]. Analysen är övergripande och beaktar inte andra skyddsåtgärder som också skulle kunna vara aktuella i scenariot och dess konsekvenser.

Scenariobeskrivning

Ett reaktordrivet fartyg som befinner sig strax utanför svenskt territorialvatten blir manöverodugligt och börjar driva mot Sverige. Befälhavaren på fartyget bedömer att de befinner sig i sjönöd och söker skyddad plats (nödhavn). Fartyget befinner sig inom svensk jurisdiktion och blir av Transportstyrelsen anvisat en ankarplats med lugnt och skyddat vatten dit fartyget bogseras, två kilometer utanför Sveriges kust. Efter ytterligare någon timme framkommer att fartyget har förlorat kylningen av reaktorhärden och ett allvarligt reaktorhaveri med utsläpp av radioaktiva ämnen är nära förestående. En räddningsledare har vid denna tidpunkt tillsatts vid länsstyrelsen då en olycka på ett reaktordrivet fartyg innebär statlig räddningstjänst. Vid kusten finns en tätort som ligger i vindriktningen från fartyget. Genom ett VMA uppmanar räddningsledaren personer som vistas i tätorten att gå inomhus.

Analys av möjliga konsekvenser

Det finns händelser i beredskapskategori 4 som skulle kunna leda till stråldoser för allmänheten som överskrider doskriteriet för inomhusvistelse. Inomhusvistelse skulle därmed kunna vara motiverad av radiologiska skäl vid dessa händelser. Enligt scenariot ovan, med ett allvarligt haveri på ett reaktordrivet fartyg nära kusten, kan doskriteriet för inomhusvistelse överskridas lokalt i utsläppsriktningen. Inomhusvistelse kan vara motiverad inom ett riskområde med några kilometers utsträckning från fartyget [17]. Genom att gå inomhus och stänga dörrar, fönster och ventilation minskar den externa exponeringen från radioaktiva ämnen i plymen och den interna exponeringen via inandning. Inomhusvistelse kan minska den totala exponeringen med mellan 50 och 90 %, beroende på hustyp [2]. I brist på detaljerad information om hustyper och vistelsetider kan inomhusvistelsen antas minska stråldoserna med 50 %.

3.3. Utrymning

Vid en radiologisk nödsituation kan en räddningsledare besluta att allmänheten i ett riskområde ska utrymmas. Även polisen kan besluta om utrymning av en viss plats i syfte att skydda liv och hälsa eller egendom vid risk för brott. Utrymning är en effektiv åtgärd såtillvida att exponeringen upphör då personer flyttas till ett område som inte påverkas eller har påverkats av olyckan.

Den här rapporten skiljer på utrymning av stora och mindre områden. Anledningen är att möjligheterna till optimering av strålskyddsåtgärder och beredskapsplanering skiljer sig väsentligt beroende på det påverkade områdets storlek och antalet berörda personer.

3.3.1. Utrymning av stora områden

Stora områden kan påverkas av ett atmosfäriskt utsläpp av radioaktiva ämnen och den efterföljande markbeläggningen när de radioaktiva ämnena deponerar på marken. I denna rapport anges ett generellt doskriterium för utrymning av stora områden. Målsättningen att underskrida referensnivån i samband med en radiologisk nödsituation kan nås genom att utrymningen sker i tid. Doskriteriet är därför identiskt med referensnivån. För utrymning i samband med ett utsläpp av radioaktiva ämnen avser doskriteriet en vecka, medan det för utrymning på grund av markbeläggning avser ett år. För händelser i beredskapskategori 4 är det osannolikt att ett behov av utrymning av stora områden kan uppstå.

Doskriterium för utrymning av stora områden:

- 20 mSv effektiv dos

3.3.2. Utrymning av mindre områden

Ett mindre område kan behöva utrymmas och spärras av vid tecken på, eller risk för, spridning av radioaktiva ämnen eller till följd av extern exponering från en strålkälla. Beredskapsplaneringen bör då utgå från initiala riskavstånd och åtgärdsnivåer snarare än doskriterier eftersom antalet personer som berörs av beslutet och området som ska utrymmas är begränsat. Det är generellt sett lättare och går snabbare att utrymma ett mindre område och därmed blir tröskeln för när utrymning kan anses berättigad lägre än för utrymning av stora områden, men starkt situationsberoende.

I denna rapport anges en åtgärdsnivå för utrymning av mindre områden till följd av händelser i beredskapskategori 4. Åtgärdsnivån avser dosrat i miljödosekvivalent som mäts med ett instrument avsett för omgivningsmätningar. Eftersom uppmätta dosrater inte tar hänsyn till alla exponeringsvägar bör mätningar av dosrat som visat på lägre nivåer än åtgärdsnivån för utrymning användas med försiktighet när utrymningen ska hävas eller det utrymda områdets storlek ska minskas. Identifiering och kartläggning (inklusive luftburen aktivitet) av de radioaktiva ämnena bör istället vara underlag för att kunna häva utrymningen.

Åtgärdsnivå för utrymning av mindre områden:

- 100 mikrosievert per timme ($\mu\text{Sv/h}$)

Vid utrymning av mindre områden i samband med händelser i beredskapskategori 4 bör stråldoserna till allmänheten generellt sett kunna hållas låga. En optimerad beredskapsplan bör därför i de flesta fall kunna sikta mot stråldoser långt under referensnivån på 20 mSv. Stråldoser i paritet med värdet på dosgränsen för allmänheten, 1 mSv årlig effektiv dos, kan istället vara ett riktmärke. De långtgående möjligheterna till optimering åskådliggörs i scenario 2.

Tabell 2 ger vägledning om storleken på riskområdet som initialt kan behöva utrymmas till följd av olika händelser i beredskapskategori 4. Det utrymda området kan behöva minskas eller utökas i takt med att mätresultat blir tillgängliga eller på grund av andra omständigheter.

Tabell 2. Initiala riskavstånd och lokaler som kan behöva utrymmas av radiologiska skäl vid händelser med potentiellt farliga strålkällor i beredskapskategori 4. Tabellen kan användas för potentiellt farliga strålkällor som förekommer i samhället utanför kärnteknisk verksamhet.

Utomhus	Initialt riskavstånd
En potentiellt farlig strålkälla utan eller med skadad strålskärning eller strålkällor i vätskeform (ingen risk för explosion eller brand)	50 m
Vid brand, explosion eller ångor från en potentiellt farlig strålkälla	300 m
Inomhus	Lokaler som kan behöva utrymmas
En potentiellt farlig strålkälla utan eller med skadad strålskärning eller vid spill från en flytande strålkälla (ingen risk för explosion eller brand)	Rum där strålkällan finns och angränsande rum inklusive rum på våningsplan över och under
Vid brand, explosion eller ångor från en potentiellt farlig strålkälla där det finns risk att radioaktiva ämnen sprids, t.ex. via ventilationen	Rum där strålkällan finns eller kan tänkas förflytta sig till och angränsande rum inklusive rum på våningsplan över och under eller hela byggnaden

De initiala riskavstånden i Tabell 2 kan användas för potentiellt farliga strålkällor som förekommer i samhället utanför kärnteknisk verksamhet. Riskavstånden är desamma som rekommenderas för radioaktiva ämnen i fast form eller ångor i MSB:s åtgärdskalender [12]. För kärntekniska olyckor inom beredskapskategori 4, exempelvis vid händelser med kärnreaktorer på reaktordrivna fartyg, flytande kärnkraftverk eller transporter av använt kärnbränsle kan strålskyddsåtgärder behöva vidtas inom ett större område. Planeringen för sådana kärntekniska olyckor bör istället bygga på genomförda riskanalyser för den specifika verksamheten, vilket illustreras i scenario 1.

Riskavstånden i Tabell 2 tar endast hänsyn till radiologiska konsekvenser. För andra farliga ämnen eller risker i kombination med radioaktiva ämnen kan det vara nödvändigt att utrymma utifrån andra initiala riskavstånd. Dessa redovisas i åtgärdskalendern [12].

Scenario 2 – Transportolycka med potentiellt farlig strålkälla

Följande scenario syftar till att ge ett exempel på en händelse i beredskapskategori 4 där utrymning av ett mindre område kan vara motiverad [5]. Analysen är övergripande och beaktar inte andra skyddsåtgärder som också skulle kunna vara aktuella givet scenariot och dess konsekvenser.

Scenariobeskrivning

En buss med ett 40-tal passagerare kolliderar med en personbil som transporterar farligt gods i klass 7. Strålkällan är en potentiellt farlig punktkälla (i en stål kapsel) med aktiviteten 3 GBq av ämnet kobolt-60, som transporteras i ett kולי av typ A (punktkällan omgiven av ett 6 cm tjockt blyskydd fixerat med frigolit i en pappkartong). Föraren av personbilen är svårt skadad men passagerarna i bussen klarar sig med lindrigare skador och är samlade utanför bussen på skadeplatsen när räddningstjänst, ambulans och polis anländer.

Räddningspersonalen påbörjar livräddning av föraren i personbilen och upprättar med anledning av klass 7-transporten ett riskområde på 50 m samt uppmanar passagerare från bussen att lämna riskområdet. Strålkällan transporteras i den bakre delen av personbilen, ca 2 m från den medvetlöse föraren. I scenariot antas att skärmningen av strålkällan helt eller delvis gått förlorad (kan tänkas ske genom att blyskyddets lock lossnar eller att blyskärmningen smälter i samband med brand). Dosraten vid förarplatsen där räddningstjänsten arbetar med att få loss föraren är då ca 250 $\mu\text{Sv/h}$. Värdet för dosgränsen för effektiv dos på 20 mSv skulle med detta konservativa antagande riskera att överskridas efter cirka 80 timmars arbete vid förarplatsen. Vid mätning av dosrat runt personbilen skulle åtgärdsnivån för utrymning av ett mindre område, 100 $\mu\text{Sv/h}$, överskridas ut till cirka 3 m från strålkällan. Dosraten på 50 m avstånd är ca 0,5 $\mu\text{Sv/h}$, dvs. strax över bakgrundsniån.

Analys av möjliga konsekvenser

En transportolycka som involverar en strålkälla utgör inget strålskyddsproblem så länge transportbehållarens strålskärm är intakt. Kraven på vad en transportbehållare ska tåla är också högre för strålkällor som utgör en högre risk. Utan tillgång till mätinstrument på olycksplatsen är det dock svårt att säkerställa att transportbehållaren är intakt. Saknas mätinstrument bör livräddande insatser genomföras och skadade personer om möjligt avlägsnas från riskområdet, vidare arbete bör sedan genomföras med beaktande av avstånd, tid och skärmning. Exempelvis utgör strålkällan i scenariot ovan inget strålskyddsproblem vid livräddande insatser även om strålskärmningen helt antas vara förlorad. Det är rimligt att anta att livräddande insatser aldrig behöver fördröjas av strålskyddsskäl, då strålkällor som innebär att ett värde på en dosgräns för arbetstagare överskrids på kort tid (minuter) i samband med räddningsarbete är ovanliga och omfattas av särskilda säkerhetskrav.

Under räddningsinsatsen kan ett riskområde behöva utrymmas. De rekommenderade avstånd som anges i Tabell 2 är konservativa, vilket innebär att ett riskområde upprättat utifrån åtgärdsnivån 100 $\mu\text{Sv/h}$ i de allra flesta fall kommer att vara mindre. Vid brand eller läckage utgör räddningstjänstens skyddsutrustning – heltäckande klädsel och skyddsmask – ett gott skydd även för radioaktiva ämnen. Det är även värt att notera att personal som arbetar i en strålmiljö i paritet med åtgärdsnivån kan arbeta i många dagar utan att riskera överskrida värdena för dosgränserna för arbetstagare.

3.4. Personsanering

Vid en radiologisk nödsituation där radioaktiva ämnen sprids i vätskeform eller i luften kan personer bli kontaminerade på hud och kläder. För händelser i beredskapskategori 4 kan det röra sig om både arbetstagare och allmänhet. Beroende på ytbeläggningen av radioaktiva ämnen på huden kan olika strålskyddsåtgärder behöva vidtas för att undvika allvarliga deterministiska hälsoeffekter eller deterministiska hälsoeffekter på huden samt för att minska risken för stokastiska hälsoeffekter.

I detta avsnitt presenteras doskriterier och rekommendationer för olika typer av personsanering för allmänheten. I slutet av avsnittet presenteras ett scenario där kontrollmätning och eventuellt organiserad personsanering kan vara motiverad av strålskyddsskäl (scenario 3).

3.4.1. Typer av personsanering

Olika typer av personsanering kan vara motiverade beroende på vilket doskriterium för personsanering som riskerar att överskridas. Syftet med personsanering är att minska eller avbryta exponeringen av farliga ämnen som finns på en persons hud – i detta fall radioaktiva ämnen. Fyra olika typer av personsanering används inom räddningstjänst och sjukvård i Sverige.

Livräddande personsanering: Omedelbar personsanering i syfte att rädda liv. Livräddande personsanering utförs av räddningstjänsten i skadeområdet.

Fullständig personsanering: Personsanering i syfte att så långt det är möjligt avlägsna alla skadliga ämnen från en persons hud. Fullständig personsanering utförs av hälso- och sjukvården på sjukhus eller vid utgången av varm zon i skadeområdet.

Organiserad personsanering: Personsanering som en person utför själv genom att duscha med tvål och vatten på anvisad plats, t.ex. en sporthall eller ett badhus. Vid behov ingår också byte av kläder. Ansvar för planeringen av organiserad personsanering ligger på den myndighet som ansvarar för räddningstjänsten.

Enskild personsanering: Personsanering som en person utför själv genom att duscha med tvål och vatten på en plats som individen själv väljer. Enskild personsanering kan också omfatta byte av kläder samt regelbunden tvätt av händerna. Ansvar för enskild personsanering ligger på individen.

3.4.2. Planering för personsanering

Följande bör beaktas vid planering för personsanering och kontrollmätning av allmänheten:

1. Personsanering och kontrollmätning ska aldrig fördröja livräddande insatser eller omhändertagande av skadade personer. Värdefull tid riskerar att gå till spillo och tillståndet hos den skadade förvärras i väntan på kontrollmätning och personsanering. Se även avsnitt 4.6 om livräddande insatser.
2. I beredskapsplaneringen är det viktigt att på förhand avgöra i vilka situationer kontrollmätning och personsanering, annat än enskild personsanering, sannolikt är berättigade, dvs. när åtgärderna förväntas göra mer nytta än skada. Exempel på när

varken personsanering eller kontrollmätning är berättigad är om personer utrymts innan ett utsläpp skett. Detsamma gäller för händelser med strålkällor där strålkällan fortfarande är intakt.

3. Istället för organiserad personsanering kan allmänna råd om vad individen själv kan göra för att minska sin stråldos vara effektiva. Enskild personsanering är oftast fullt tillräckligt och avsedd effekt uppnås utan större insatser, fördröjning eller ingrepp.
4. Det är olämpligt att använda åtgärdsnivåer i syfte att initiera olika former av personsanering. Skälen är desamma som vid en kärnkraftsolycka [10], dvs. att det oftast är svårt att relatera ett mätvärde till ett doskriterium och att mätning på huden riskerar att feltolkas på grund av radioaktiva ämnen som personen andats in. I samband med personsanering bör istället kontrollmätningar utföras för att avgöra när ytbeläggnings på huden inte längre sjunker vid upprepade saneringsinsatser samt för att identifiera radioaktiva fragment i sår eller liknande.

Doskriterier för livräddande, fullständig och organiserad personsanering anges nedan. Även ett doskriterium för när information till allmänheten är motiverad i syfte att minska oavsiktligt intag av radioaktiva ämnen som deponerat på huden anges.

Doskriterierna kan användas i beredskapsplaneringen för händelser i beredskapskategori 4 där många personer riskerar bli kontaminerade. För mindre händelser där ett fåtal personer drabbas kan det vara motiverat att genomföra exempelvis fullständig personsanering av individer på ett sjukhus även vid huddoser under doskriteriet. Vid sådana händelser där ett fåtal personer blivit kontaminerade på hud och kläder bör de långtgående möjligheterna till optimering beaktas. En rimlig målsättning kan i dessa fall vara att i första hand underskrida värdena för dosgränserna för allmänheten.

3.4.3. Kontrollmätning av personer ur allmänheten

I samband med personsanering kan kontrollmätning genomföras för att hitta kontaminerade individer, radioaktiva fragment som fastnat i sår samt för att utvärdera saneringsinsatsen. Personuppgifter och resultat från kontrollmätningen ska registreras av myndighet med behörighet att hantera den typen av personuppgifter. Sjukvårdspersonal och strålskyddsexpertis bör finnas tillgänglig på plats, inte minst för att svara på frågor med anledning av resultatet från kontrollmätningen. Kontrollmätningar i samband med personsanering bör huvudsakligen syfta till att avgöra när ytbeläggnings på huden inte längre sjunker efter upprepade saneringsinsatser. Mätningarna kan även användas för att hitta radioaktiva fragment och vara ett underlag för information till de drabbade. Om ett stort antal individer ska personsaneras bör själva saneringen prioriteras framför kontrollmätning.

3.4.4. Livräddande och fullständig personsanering

Livräddande personsanering och fullständig personsanering genomförs i syfte att undvika allvarliga deterministiska hälsoeffekter som kan uppstå på grund av höga huddoser. Doskriteriet för livräddande personsanering är oberoende av ålder och avser RBE⁵-viktad absorberad dos. Doskriteriet utgör en nedre gräns för när allvarliga deterministiska hälsoeffekter kan uppstå, även om det är osannolikt. Doskriteriet avser absorberad dos som

⁵ Relative Biological Effectiveness (RBE) används för att återspegla den biologiska effekten från olika strålslag och dosrater på olika biologiska system.

erhålls till huden (100 cm²) under 10 timmar och utgår från att huddosen kommer från gamma- och betastrålning.

Doskriterium för livräddande och fullständig personsanering:

- 2000 mGy absorberad dos till huden

Även vid livräddande och fullständig personsanering bör brådskan av åtgärden ställas i relation till andra nödvändiga åtgärder. Omhändertagande av skadade personer och att säkerställa livräddande insatser ska prioriteras över personsanering.

3.4.5. Organiserad personsanering

Organiserad personsanering av individer med radioaktiva ämnen på huden genomförs i syfte att, så långt det är möjligt, undvika deterministiska hälsoeffekter på huden och minska risken för stokastiska hälsoeffekter på sikt. Doskriteriet för organiserad personsanering är oberoende av ålder då det avser ekvivalent dos till huden under sju dygn.

Doskriterium för organiserad personsanering:

- 500 mSv ekvivalent dos till huden

Organiserad personsanering får aldrig fördröja omhändertagande av skadade personer.

3.4.6. Information i syfte att minska oavsiktligt intag

Radioaktiva ämnen som fastnat på hud, kläder eller i håret kan leda till att oavsiktligt intag, det vill säga att en person får in ämnet i kroppen. För att minska risken för stokastiska hälsoeffekter från oavsiktligt intag är information många gånger en mer effektiv åtgärd än personsanering. Ett doskriterium anges för att ge vägledning om när informationsinsatser kan vara nödvändiga. Personer ur allmänheten som kan komma att överskrida doskriteriet bör informeras om åtgärder de själva kan vidta såsom enskild personsanering. Informationen bör därför innehålla råd om att byta kläder, duscha och tvätta händerna i syfte att minska sin exponering.

Doskriteriet avser *intecknad effektiv dos* från intern exponering från radioaktiva ämnen. Eftersom barn och gravida (foster) är känsligare för joniserande strålning än vuxna kan denna information behöva riktas speciellt för att i första hand nå dessa grupper.

Doskriterium för information i syfte att minska oavsiktligt intag:

- 1 mSv intecknad effektiv dos

Scenario 3 – Antagonistisk händelse med potentiellt farlig strålkälla

Följande scenario syftar till att ge ett exempel på en händelse i beredskapskategori 4 där strålskyddsåtgärden personsanering kan vara motiverad [5]. Analysen är övergripande och beaktar inte andra skyddsåtgärder som också skulle kunna vara aktuella givet scenariot och dess konsekvenser.

Scenariobeskrivning

En terrororganisation har kommit över en potentiellt farlig strålkälla, 30 GBq Cs-137 i pulverform. Strålkällan sprids genom att en sprängladdning detonerar på en öppen plats i en stadskärna. Ett antal personer som befinner sig i närheten omkommer eller skadas allvarligt i samband med explosionen. När explosionen sker frigörs en del av strålkällan och sprids med vinden. De luftburna partiklarna kontaminerar ett område inom några hundra meter i vindriktningen. Utanför det område som påverkas direkt av själva explosionen resulterar spridningen i en markbeläggning på upp till 10 MBq/m², med kraftiga lokala variationer. En person som vistas utomhus under plympassagen antas få upp till 1 MBq/m² på kläder och oskyddade delar av kroppen. Efter några minuter har plymen passerat området och huvuddelen av aktiviteten finns på marken.

Polis, räddningstjänst och ambulans kommer snabbt till platsen och upprättar en skadeplatsindelning. Polisen spärrar av ett 300 m stort område i vindriktningen efter indikation på förhöjda strålningsnivåer på flera ställen.

Analys av möjliga konsekvenser

I scenariot ovan, som baseras på genomförda experiment publicerade i litteraturen [18], överskrids inte doskriterierna för livräddande eller fullständig personsanering på grund av hudkontamination för någon individ som inte direkt påverkas av explosionen. Det skulle behövas cirka 100 gånger mer aktivitet på huden för att överskrida doskriteriet för organiserad personsanering. Det kan dock inte uteslutas att enskilda högaktiva fragment eller partiklar förekommer [19]. De personer som befunnit sig inom direktverkansområdet för explosionen kan ha radioaktiva splitter i sår eller fragment på kläder, huden eller i håret. Det kan därför vara motiverat för räddningstjänst och sjukvård att genomföra kontrollmätning av oskadade och lindrigt skadade individer i samband med att de lämnar skadeplatsen i syfte att hitta radioaktiva fragment. Organiserad personsanering kan då erbjudas i samband med kontrollmätningen. Skadade personer bör dock omhändertas enligt normala rutiner och därefter eventuellt personsaneras.

De aktivitetskoncentrationer som krävs för att allvarliga deterministiska hälsoeffekter på huden ska uppstå är mycket höga. Det är därför osannolikt att en antagonist skulle åstadkomma hudkontamination på en större mängd människor som skulle överskrida doskriteriet för livräddande eller fullständig personsanering. Även hudkontamination som överskrider doskriteriet för organiserad personsanering i syfte att undvika deterministiska hälsoeffekter är svårt att åstadkomma genom avsiktlig spridning av radioaktiva ämnen. Upptäckten av ett radioaktivt ämne i samband med en antagonistisk händelse riskerar leda till fördröjning och osäkerhet i hanteringen av händelsen. En fördröjning på grund av överdriven försiktighet i räddnings- och sjukvårdspersonalens agerande riskerar i värsta fall att leda till att skadade inte får nödvändig behandling i tid.

Detta kan undvikas genom beredskapsplanering och utbildning. Personalens ordinarie skyddsutrustning och hygienrutiner ger ett gott skydd mot spridning av kontamination från skadade. Dosrater nära en individ med kontamination på hud och kläder enligt scenariot ovan är låga och innebär inget strålskyddsproblem för de som arbetar på skadeplatsen. Det är därför viktigt att arbetstagare i radiologiska nödsituationer är informerade och utbildade om riskerna så att de känner sig trygga och kan arbeta effektivt.

4. Strålskyddsåtgärder för arbetstagare

4.1. Strålskydd för arbetstagare

Strålskyddet för arbetstagare regleras i strålskyddslagen, strålskyddsförordningen och föreskrifter från SSM. Det är tillåtet för arbetstagare som i sin yrkesutövning exponeras för joniserande strålning att utsättas för högre stråldoser än allmänheten. Detta tankesätt inom strålskyddet gäller oavsett exponeringssituation och återspeglas exempelvis i att det finns olika dosgränser för arbetstagare och allmänheten för verksamhet med joniserande strålning. Ett skäl till skillnader i reglering är att arbetstagare som exponeras genom sin yrkesutövning har fått utbildning om riskerna med joniserande strålning. Arbetstagare har också nytta av arbetet, även om de inte har nytta av exponeringen i sig. Ytterligare en anledning till skillnader i regleringen mellan arbetstagare och allmänheten är att arbetstagare generellt sett är vuxna personer medan allmänheten även omfattar barn, som är känsligare för joniserande strålning. Högre krav ställs därför på skyddet för vissa arbetstagare såsom personer under 18 år, gravida och ammande [7].

Vid radiologiska nödsituationer gäller inte dosgränser för arbetstagare. Av strålskyddsförordningen framgår dock att den primära ambitionsnivån inom strålskyddet för arbetstagare är att stråldoserna så långt det är möjligt ska underskrida värdena för dosgränserna även vid radiologiska nödsituationer. Eftersom denna rapport handlar om strålskydd vid radiologiska nödsituationer och för att betona att det är stråldosen i sig snarare än en gräns som avses används begreppet *värdena för dosgränserna* i detta avsnitt om strålskydd för arbetstagare och på andra ställen i rapporten.

I samband med radiologiska nödsituationer och fastställande av referensnivåer för arbetstagare kommer effektiv dos att vara den mest användbara skyddsstorheten. Huvudskälet till detta är att de ekvivalenta doserna till extremiteter, huden och ögats lins bör kunna hållas låga om adekvat skyddsutrustning används i samband med en insats. Detta återspeglas även i att begränsningar avseende referensnivåer för arbetstagare i radiologiska nödsituationer endast anges i effektiv dos i strålskyddsförordningen. Effektiv dos går att uppskatta utifrån uppmätta värden med ett strålskyddsinstrument eller persondosimeter. Värdet på dosgränsen för effektiv dos för arbetstagare på 20 mSv är därför av störst praktisk betydelse vid planering inför och genomförande av insatser i samband med radiologiska nödsituationer.

4.2. Arbetstagare i radiologiska nödsituationer

Med *arbetstagare i radiologiska nödsituationer* avses i denna rapport de arbetstagare som enligt strålskyddslagen 2 kap. 3 § har tilldelats särskilda uppgifter för att hantera en radiologisk nödsituation och som vid genomförandet av dessa uppgifter kan komma att exponeras för joniserande strålning. Det finns tre kategorier av arbetstagare i radiologiska nödsituationer [13]:

1. Den första kategorin utgörs av arbetstagare hos en tillståndshavare i en verksamhet med joniserande strålning som enligt gällande beredskapsplan har tilldelats särskilda uppgifter vid en radiologisk nödsituation. Arbetstagaren kan även ha tilldelas sådana arbetsuppgifter av den som är ansvarig hos tillståndshavaren för hanteringen av en radiologisk nödsituation i samband med att den uppstår.
2. Den andra kategorin omfattar arbetstagare vid en myndighet som ansvarar för att hantera radiologiska nödsituationer. För att omfattas ska arbetstagaren ha särskilda

uppgifter i hanteringen av en radiologisk nödsituation enligt gällande beredskapsplan. Denna kategori omfattar även arbetstagare som tilldelas särskilda uppgifter i samband med att en radiologisk nödsituation uppstår. Sådana uppgifter ska då ha tilldelats av den som ansvarar för räddningsarbetet på den ansvariga myndigheten.

3. Den tredje kategorin omfattar personer ur allmänheten som tilldelas särskilda uppgifter i samband med att en radiologisk nödsituation uppstår. Sådana uppgifter ska då ha tilldelats av den som ansvarar för räddningsarbetet på den ansvariga myndigheten.

Arbetsuppgifter som kan leda till exponering i radiologiska nödsituationer ska endast tilldelas arbetstagare över 18 år som kan utesluta graviditet. Därför är arbetsgivaren skyldig att fråga personalen om graviditet varpå det är upp till arbetstagaren att avgöra om graviditet kan uteslutas. Personer som inte är arbetstagare i radiologiska nödsituationer enligt någon av de tre kategorierna ovan räknas som allmänhet i frågor som rör strålskydd.

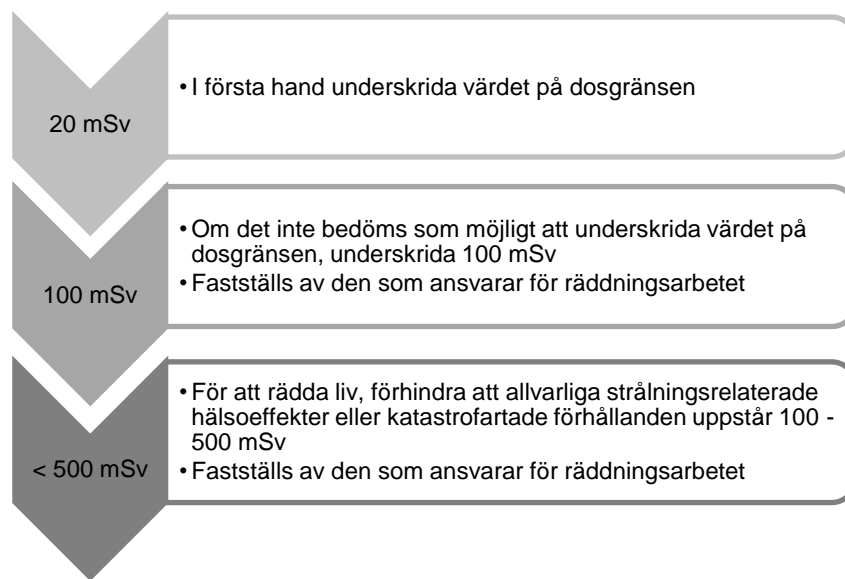
Vissa länder använder begreppet *helper* för en person ur allmänheten som frivilligt utför uppgifter i syfte att hantera en radiologisk nödsituation. För att betraktas som arbetstagare i radiologiska nödsituationer måste sådana personer i Sverige få uppgiften från den som leder räddningsarbetet på den myndighet som är ansvarig för hanteringen av den radiologiska nödsituationen. För att säkerställa ansvarsförhållanden och försäkringsskydd bör dessa personer få uppgifter tilldelade genom åberopande av tjänsteplikt enligt LSO. Alla personer som under kalenderåret fyller lägst 18 år och högst 65 år är tjänstepliktiga i den mån kunskaper, hälsa och kroppskrafter tillåter. Personer ur allmänheten som frivilligt utför uppgifter i syfte att hantera en radiologisk nödsituation, oavsett om de blivit tilldelade uppgifter enligt tjänsteplikt eller ej, får inte utföra uppgifter där värdena för dosgränserna för arbetstagare riskerar att överskridas.

4.3. Exponering av arbetstagare i radiologiska nödsituationer

Strålskyddet för arbetstagare i radiologiska nödsituationer ska beaktas både i planering av räddningsarbetet och under räddningsinsatsen. Följande krav finns i strålskyddslagen och strålskyddsförordningen gällande arbetstagare i radiologiska nödsituationer:

- Den som ansvarar för räddningsarbetet ska så långt det är möjligt säkerställa att exponeringen av arbetstagare i radiologiska nödsituationer inte överskrider värdena för dosgränserna för arbetstagare (20 mSv effektiv dos).
- I de fall detta inte är realistiskt får den som ansvarar för räddningsarbetet fastställa referensnivåer för extern exponering av arbetstagare i radiologiska nödsituationer till en nivå som underskrider 100 mSv effektiv dos.
- Om det behövs för att rädda liv, förhindra allvarliga strålningsrelaterade hälsoeffekter eller förhindra att katastrofartade förhållanden uppstår får den som ansvarar för räddningsarbetet fastställa referensnivåer för extern exponering av arbetstagare i radiologiska nödsituationer över 100 mSv effektiv dos, men inte över 500 mSv effektiv dos. De olika handlingsalternativen gällande referensnivåer för arbetstagare i radiologiska nödsituationer illustreras i Figur 5.
- Den som ansvarar för räddningsarbetet ska säkerställa att arbetstagare i radiologiska nödsituationer får information om relaterade hälsorisker och tillgängliga skyddsåtgärder i förväg.
- Arbetstagare i radiologiska nödsituationer ska använda de skyddsanordningar och vidta de åtgärder i övrigt som anvisats av den som är ansvarig för strålskyddet.

- Den som ansvarar för räddningsarbetet ska säkerställa att arbetstagare i radiologiska nödsituationer som deltar i åtgärder där det med hänsyn till omständigheterna är sannolikt att stråldosen överstiger ett värde för en dosgräns för arbetstagare åtar sig arbetsuppgifterna frivilligt.
- Vid exponering av arbetstagare i radiologiska nödsituationer där arbetstagaren visar tecken på skada som kan vara föranledd av joniserande strålning eller om stråldosen överstiger ett värde för en dosgräns för arbetstagare ska den som sysselsätter arbetstagaren se till att arbetstagaren snarast genomgår en läkarundersökning.
- Arbetsuppgifter för insatspersonal som ammar ska planeras så att det ammande barnet inte riskerar att överskrida ett värde för en dosgräns för allmänheten.



Figur 5. Illustration över hur referensnivåer för arbetstagare i radiologiska nödsituationer får fastställas.

4.4. Övervakning av stråldoser

I strålskyddslagen ställs även krav på den som sysselsätter någon med att utföra arbetsuppgifter i samband med en radiologisk nödsituation att övervaka arbetstagarnas exponering på lämpligt sätt med hänsyn till omständigheterna. Inför hantering av en radiologisk nödsituation ska den förväntade stråldosen bedömas och en plan för hur stråldoserna ska övervakas under arbetet ska tas fram. Om personliga dosimetrar inte finns att tillgå, ska stråldosen om möjligt bedömas på basis av den externa dosraten på platsen där arbetet ska utföras och arbetstiden. Om tillgång till mätinstrument saknas ska en bedömning av möjliga stråldoser genomföras i samband med räddningsinsatsen.

För att dokumentera och kontrollera stråldoser till arbetstagare i radiologiska nödsituationer bör följande åtgärder beaktas i planeringen och i samband med en insats:

- Dokumentera arbetstid och platser där arbetet utförs.
- Om direktvisande personliga dosimetrar eller en gemensam dosimeter för en arbetsgrupp finns att tillgå, ska dessa användas.
- Om larmande dosimetrar används bör larmnivåerna om möjligt anpassas så att den valda referensnivån kan underskridas.

- Om ett dosratsinstrument används istället för dosimeter bör dosraten registreras med regelbundet intervall. Vissa dosratsinstrument kan dock registrera ackumulerad dos och kan då utgöra ett alternativ till dosimeter.
- Om även dosratsinstrument saknas bedöms möjliga stråldoser utifrån tillgänglig information från transporthandlingar eller annan dokumentation om exempelvis radioaktivt ämne, aktivitetsuppgifter och strålskärning. Möjliga stråldoser kan därefter uppskattas utifrån arbetstid och plats i relation till strålkällan.
- Om situationen består under en längre tid bör arbetstiden planeras och begränsas för att säkerställa att stråldoserna inte överstiger värdena för dosgränserna för arbetstagare.

Tabell 3 ger en sammanställning över längsta vistelsetider beroende på vald referensnivå och extern dosrat. Även i miljöer med extern dosrat som är flera hundra gånger högre än bakgrundsstrålningen kan arbete utföras under en längre tid utan att värdena för dosgränserna överskrids.

Tabell 3. Längsta vistelsetider i timmar eller minuter för olika referensnivåer och externa dosrater. Beräkningarna utgår från att arbetstagaren har adekvat skyddsutrustning för att helt undvika stråldoser från intern exponering.

Dosrat ($\mu\text{Sv/h}$)	Längsta vistelsetider (timmar) för olika referensnivåer			
	20 mSv	50 mSv	100 mSv	500 mSv
10	2 000	5 000	10 000	50 000
100	200	500	1 000	5 000
500	40	100	200	1 000
1 000	20	50	100	500
5 000	4	10	20	100
10 000	2	5	10	50
50 000	24 min	1	2	10
100 000	12 min	30 min	1	5

4.5. Skyddsutrustning

För händelser med radioaktiva ämnen delar räddningstjänst, polis och sjukvård in en skadeplats i tre zoner - kall, varm och het zon - med olika rekommendationer avseende skyddsutrustningen för de arbetstagare i radiologiska nödsituationer som arbetar i respektive zon [12]. I kall zon finns inga krav på skyddsutrustning, i varm zon bör skyddsutrustning anpassas till situationen och i het zon bör särskild skyddsutrustning användas.

Behovet av personlig skyddsutrustning för att förhindra extern och intern kontamination är beroende av den aktuella situationen, i synnerhet förekomsten av luftburen aktivitet, och på det arbete som ska utföras. Någon generell åtgärdsnivå för när skyddsutrustning bör användas kan därför inte anges. Det finns exempelvis ingen säker koppling mellan uppmätt dosrat och koncentration av radioaktiva ämnen i luften. Beslut om personlig skyddsutrustning måste därför baseras på en bedömning av de förhållanden som råder i den aktuella exponeringssituationen.

Vid planering av strålskyddet för arbetstagare i radiologiska nödsituationer bör följande punkter beaktas för behovet av personlig skyddsutrustning:

- Skyddskläder bör övervägas i kontaminerade områden som är avspärrade, utrymda eller där inomhusvistelse för allmänheten är rekommenderad.
- I samband med räddningsinsatser och medicinska undersökningar av personer som kan vara kontaminerade är det viktigt att skydda personalen. Spridning av kontamination begränsas effektivt genom användning av ordinarie skyddsutrustning och hygienrutiner.
- Andningsskydd bör användas i situationer där betydande mängder luftburen aktivitet kan förekomma. Det kan till exempel vara i situationer med pågående brand i kombination med radioaktivt ämne, där det radioaktiva ämnet riskerar att frigöras.
- När utsläppet har upphört är andningsskydd normalt sett inte motiverat. Undantag är situationer där betydande *resuspension* kan förväntas, exempelvis vid dammande arbeten på kontaminerad mark.

Utifrån kunskap om luftkoncentrationer kan Tabell 4 användas för att bedöma intecknade effektiva doser. Normalt sett finns inte information om luftkoncentrationer tillgänglig i samband med en räddningsinsats. Tabellen kan därför istället användas som en referens i planeringsarbetet i syfte att ge en uppfattning om möjliga stråldoser vid inandning av olika typer av radioaktiva ämnen i luften.

Tabell 4. Erhållen intecknad effektiv dos efter inandning av radioaktiva ämnen vid olika luftkoncentrationer. Värden i tabellen är beräknade baserat på en exponering under 8 timmar för en oskyddad person med en andningshastighet på 1 m³/h. I tabellen listade nuklider med tillhörande val av doskoefficienter [14] kan anses vara konservativt representativa för respektive strålslag.

Luftkoncentration (Bq/m ³)	Intecknad effektiv dos under 8 timmar (mSv)		
	Gammastrålare (Cs-137)	Betastrålare (Sr-90)	Alfastrålare (Am-241)
1	0,00	0,00	0,31
10	0,00	0,01	3,1
100	0,01	0,12	31
1 000	0,05	1,2	310
10 000	0,54	12	3 100
100 000	5,4	120	31 000
1 000 000	54	1 200	310 000

4.6. Livräddande insatser

En snabb livräddande insats kan göras i alla praktiskt tänkbara fall i Sverige:

- Ta den exponerade från riskområdet,
- Byt personal regelbundet om den exponerade av någon anledning inte enkelt kan flyttas från riskområdet.

Med livräddande insatser avses här en radiologisk nödsituation där ett snabbt ingripande behöver göras för att rädda liv. Det kan exempelvis handla om en svårt skadad person i anslutning till en strålkälla som behöver vård. I många tänkbara fall är det inte exponeringen som är livshotande, utan andra omständigheter. Exponeringen för joniserande strålning är ändå alltid en försvårande omständighet, inte minst för personalen som ska genomföra den livräddande insatsen.

Det här avsnittet utgår från vilka potentiellt farliga strålkällor som kan förekomma inom verksamheter med joniserande strålning, även utanför den kärntekniska sektorn. Som planeringsunderlag för livräddande insatser redovisas i Tabell 5 och Tabell 6 aktivitetsnivåer för olika radioaktiva ämnen på olika avstånd där en arbetstagare vid arbete under någon minut riskerar överskrida värdet på dosgränsen, 20 mSv effektiv dos. Det framgår av tabellerna att det krävs höga aktivitetsnivåer innan personal som genomför en snabb livräddande insats exponeras för nivåer över värdet på dosgränsen.

Starka strålkällor i paritet med de aktivitetsnivåer som presenteras i tabellerna omfattas av långtgående krav gällande bl.a. förvaring, hantering och transport. Det är därför osannolikt att en strålkälla med en aktivitet i nivå med de som presenteras i tabellerna påträffas helt oskärmad vid exempelvis en transportolycka. Beräkningarna som ligger till grund för tabellerna ger i de flesta fall en betydande säkerhetsmarginal, då de utgår från att strålkällan av någon anledning är helt oskärmad.

Tabell 5. Aktivitetsnivåer för olika radioaktiva ämnen på tre olika avstånd där en arbetstagare vid arbete under en minut riskerar överskrida värdet på dosgränsen, 20 mSv effektiv dos. Beräkningarna utgår från att arbetstagaren har skyddsmask som hindrar intag av radioaktiva ämnen via inandning. Notera att vid jämförelse med Tabell 1 används här terabecquerel, 1 TBq = 1000 GBq.

Aktivitet (TBq) för strålkällor där arbete under 1 minut ger 20 mSv			
Nuklid	1 m	2 m	5 m
Fluor-18	7,5	30	180
Kobolt-60	3,2	13	81
Selen-75	18	75	460
Molybden-99	36	140	900
Teknetium-99 ^m	54	210	1 300
Jod-131	19	77	480
Cesium-137	13	52	320
Iridium-192	9,1	36	220
Americium-241	63	250	1 500

I Tabell 5 antas arbetstagaren befinna sig i närheten av strålkällan under en minut. Tabellen kan användas för att planera för en snabb livräddande insats, exempelvis när en eller flera personer behöver flyttas bort från en strålkälla. I beredskapsplaneringen är det viktigt för ansvariga aktörer att undersöka vilka verksamheter som bedrivs inom det område där aktören har ett ansvar och vilka typer av strålkällor som kan förväntas. Utifrån denna inventering kan sedan en riskanalys som beaktar möjliga radiologiska nödsituationer tas fram. Endast i enstaka fall kommer en sådan inventering att omfatta strålkällor med aktiviteter i nivå med Tabell 5. Dessa enstaka fall bör omfattas av särskild planering.

I Tabell 6 antas insatsen istället pågå under fem minuter och aktivitetsnivåerna i tabellen blir därför en femtedel av värdena i Tabell 5, oaktat avrundningar. Tabell 6 kan användas som stöd i planeringen för mer komplicerade livräddande insatser, t.ex. när en person av någon anledning inte enkelt kan avlägsnas från riskområdet. För att underskrida värdet på dosgränsen på 20 mSv kan personalen då behöva roteras om arbetet beräknas ta längre tid.

Tabell 6. Aktivitetsnivåer för olika radioaktiva ämnen på tre olika avstånd där en arbetstagare vid arbete under fem minuter riskerar överskrida värdet på dosgränsen, 20 mSv effektiv dos. Beräkningarna utgår från att arbetstagaren har skyddsmask som hindrar intag av radioaktiva ämnen via inandning. Notera att vid jämförelse med Tabell 1 används här terabecquerel, 1 TBq = 1000 GBq.

Aktivitet (TBq) för strålkällor där arbete under 5 minuter ger 20 mSv			
Nuklid	1 m	2 m	5 m
Fluor-18	1,5	6,0	37
Kobolt-60	0,65	2,6	16
Selen-75	3,7	15	93
Molybden-99	7,2	28	180
Teknetium-99 ^m	10	43	270
Jod-131	3,8	15	96
Cesium-137	2,6	10	65
Iridium-192	1,8	7,3	45
Americium-241	12	50	310

I de allra flesta tänkbara radiologiska nödsituationer har strålkällan en aktivitet långt under nivåerna i Tabell 5 och 6. En snabb livräddande insats under någon minut i närheten av strålkällan ger då stråldoser under värdet på dosgränsen för arbetstagare även om strålkällan skulle vara helt oskärmad. Möjlighet finns också att fastställa högre referensnivåer för arbetstagare i samband med livräddande insatser (se 4.3). Ur ett radiologiskt perspektiv är det därför en rimlig slutsats att snabba livräddande insatser som huvudregel alltid bör kunna genomföras, vilket tydliggörs i den sammanfattande rutan i början av detta avsnitt.

Under en radiologisk nödsituation ger information om strålkällan och mätvärden de radiologiska förutsättningarna på plats. Enkla riktlinjer om att byta personal regelbundet, exempelvis varje minut, kan dock vara ett bra stöd initialt i väntan på mätvärden för att inte fördröja den livräddande insatsen. Varje aktör som genomför livräddande insatser bör därför i sin planering tydliggöra tidsgränser för personalbyte utifrån sina förutsättningar. Planeringen bör även omfatta hur tidsgränserna ska anpassas till rådande förhållanden.

5. Avslutande av en radiologisk nödsituation

5.1. Förutsättningar för avslutande

En övergång från den radiologiska nödsituationen till en planerad eller befintlig exponeringssituation kan inledas när den radiologiska nödsituationen är under kontroll, dvs. när:

1. det inte längre finns behov av att vidta ytterligare brådskande skyddsåtgärder,
2. nya händelser som kan föranleda behov av brådskande skyddsåtgärder är osannolika, och
3. det finns en god förståelse för den framtida händelseutvecklingen [15].

Av strålskyddsförordningen framgår att en av förutsättningarna för att kunna avsluta den radiologiska nödsituationen är att referensnivån för allmänheten kan underskridas. Det innebär i detta sammanhang att 20 mSv årlig effektiv dos ska kunna underskridas. För mindre händelser med små konsekvenser kan övergång och avslutande ske förhållandevis snabbt, medan det för händelser med stora utsläpp och spridning av radioaktiva ämnen kan ta längre tid innan det är möjligt att få den radiologiska nödsituationen under kontroll och avsluta den.

Den radiologiska nödsituationen kan avslutas genom beslutet av räddningsledaren att avsluta räddningstjänst. Den radiologiska nödsituationen kan därför avslutas vid olika tidpunkter för olika områden, beroende på var och när kriterierna för räddningstjänst enligt LSO inte längre är uppfyllda. Efter avslutad räddningstjänst ska ägare eller nyttjanderättsinnehavare till den egendom som berörts av räddningsinsatsen om möjligt underrättas om behov av bevakning, restvärdesskydd, sanering och återställning. Slutligen ska andra aktörer ta över ansvaret efter att räddningstjänst avslutats, vilket innebär att eventuella beslut om fortsatta skyddsåtgärder behöver fattas med stöd av annat lagrum än LSO, exempelvis för utrymda områden dit allmänheten inte kan flytta tillbaka på grund av strålningsnivån.

5.2. Avslutande av strålskyddsåtgärder för allmänheten

5.2.1. Inomhusvistelse

Som tidigare nämnts är inomhusvistelse motiverad av radiologiska skäl om den radiologiska nödsituationen kan leda till att radioaktiva ämnen sprids i luften i sådana mängder att doskriteriet riskerar överskridas. Beslut om när rekommenderad inomhusvistelse ska hävas baseras bland annat på information om att utsläppet av radioaktiva ämnen har upphört, vilket successivt leder till minskad aktivitetskoncentration i luften. Även tiden är en viktig faktor. Eftersom långvarig inomhusvistelse snabbt medför många nackdelar för den enskilde och samhället, bör andra skyddsåtgärder eller avbrytande av inomhusvistelsen övervägas om den totala längden på inomhusvistelsen blir för lång. Hur snabbt problem uppstår vid inomhusvistelse beror på externa faktorer och på individ. För personer med behov av vård i hemmet kan det exempelvis uppstå problem redan efter några timmar.

När de radioaktiva ämnena från utsläppet väl deponerat på marken ger inomhusvistelse endast ett begränsat skydd. Inomhusvistelsen bör då avbrytas så snart det är praktiskt möjligt. Om markbeläggningen är för hög för att allmänheten ska kunna bo kvar efter att

inomhusvistelsen har upphävts, kan utrymning i avvaktan på att området återställs behöva övervägas.

5.2.2. Utrymning

I samband med en kärnkraftsolycka kan stora områden behöva utrymmas medan det för händelser i beredskapskategori 4 handlar om mindre områden. Det kan röra sig om en skadeplats vid en transportolycka, enskilda lokaler och byggnader eller delar av ett samhälle vid spridning av radioaktiva ämnen. Grundläggande förutsättningar för att upphäva ett utrymningsbeslut är att situationen är under kontroll och att stråldoser till personer som ska bo eller vistas i det utrymda området kan beräknas och konstateras bli lägre än doskriteriet för utrymning. Ytterligare förutsättningar i samband med upphävande av ett utrymningsbeslut behandlas ovan i avsnittet om förutsättningar för avslutande. Det är därför inte troligt att utrymningsbeslutet hävs innan den radiologiska nödsituationen och räddningstjänst avslutas.

5.3. Skydd av allmänheten

Ett område med förhöjda strålningsnivåer efter att den radiologiska nödsituationen avslutats kommer att utgöra en befintlig exponeringssituation. Efter händelser i beredskapskategori 4 är det inte troligt att ett större område blir kontaminerat med nivåer som innebär ett strålskyddsproblem. Skulle ett område ändå bli kontaminerat kan en referensnivå för allmänheten i den befintliga exponeringssituationen fastställas av regeringen eller SSM enligt strålskyddförordningen. Åtgärder i syfte att underskrida referensnivån kommer då att behöva vidtas för att åtgärda kontaminationen och underlätta återgången till en normal tillvaro.

För mindre områden med kvarvarande kontamination efter en händelse i beredskapskategori 4 är det dock osannolikt att samhället skulle acceptera något annat än att helt återställa dessa områden. Det betyder i praktiken att åtgärder kommer att behöva vidtas för att uppfylla de förutsättningar för friklassning av områden som gäller för planerade verksamheter med joniserande strålning enligt SSM:s föreskrifter [16]. Detta innebär bland annat att radioaktiv förorening ska avlägsnas så långt det är möjligt och rimligt och att den förväntade stråldosen till allmänheten från föroreningen ska understiga 0,1 mSv per år. Arbetet med att återställa området kommer därför att ha många likheter med sanering och friklassning av områden som kontaminerats av planerade verksamheter med joniserande strålning.

Om inga områden har kvarvarande kontamination efter att den radiologiska nödsituationen avslutats är det inte en befintlig exponeringssituation. Istället blir det i detta fall en direkt återgång till det normaltillstånd som gällde innan den radiologiska nödsituationen.

5.4. Skydd av arbetstagare vid sanering

Exponering av arbetstagare som utför arbetsuppgifter i ett område med förhöjda strålningsnivåer efter en avslutad radiologisk nödsituation bör behandlas som en planerad exponeringssituation [7]. Sanering inom ett område som kontaminerats i samband med en radiologisk nödsituation är tillståndspliktig verksamhet enligt strålskyddslagen och liksom för annan planerad verksamhet gäller strålskyddsprinciperna om berättigande, optimering och dosgränser. Bestämmelser gällande strålskydd för den som bedriver eller är sysselsatt

i saneringsverksamhet, dvs. verksamhet med joniserande strålning, finns i strålskyddslagen, strålskyddsförordningen och SSM:s föreskrifter [4].

Bidrag till rapporten

Tack till alla remissinstanser som har lämnat synpunkter och kommit med förbättringsförslag. Ett särskilt tack riktas till Karl Östlund, Pelle Postgård och Mats Ardbreck på MSB, Åsa Ljungquist på Socialstyrelsen samt Socialstyrelsens medicinska expertgrupp för radionukleära frågor (RN-MeG) för värdefulla bidrag till rapporten.

Referenser

- [1] De nordiska strålsäkerhetsmyndigheterna (SSM, STUK, DEMA, NRPA, GR, SIS), "Protective Measures in Early and Intermediate Phases of a Nuclear or Radiological Emergency, Nordic Guidelines and Recommendations, 2014," 2014.
- [2] Strålsäkerhetsmyndigheten, "Rapport 2017:27 Översyn av beredskapszoner," 2017.
- [3] Internationella Atomenergiorganet (IAEA), "Preparedness and Response for a Nuclear or radiological Emergency, GSR Part 7," 2015.
- [4] "Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter (SSMFS 2018:1) om grundläggande bestämmelser för tillståndspliktig verksamhet med joniserande strålning".
- [5] Strålsäkerhetsmyndigheten, "Risk- och sårbarhetsanalys (SSM2018-3446)," 2018.
- [6] Internationella Atomenergiorganet (IAEA), "Dangerous quantities of radioactive material (D-values)," 2006.
- [7] Internationella strålskyddskommissionen (ICRP), "Publication 103 - The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection," 2007.
- [8] Regeringens proposition 1985/86:170, "om räddningstjänstlag, m.m.," 1986.
- [9] Europeiska Unionens råd, Rådets direktiv 2013/59/Euratom från den 5 december 2013.
- [10] Strålsäkerhetsmyndigheten, "Rapport 2019:11 Behov av personsanering för allmänheten i samband med svensk kärnkraftsolycka," 2019.
- [11] Strålsäkerhetsmyndigheten, "Rapport 2019:28 Avståndsberäkningar kring svenska kärnkraftverk – Underlag till hälso- och sjukvården vid planering av beredskapen för kärnkraftsolyckor i Sverige," 2019.
- [12] Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, "Först på plats vid händelser med farliga ämnen CBRNE," MSB1423, 2019.
- [13] Regeringens proposition 2017/18:94, "Ny strålskyddslag," 2018.
- [14] Internationella strålskyddskommissionen (ICRP), "Publication 119 - Compendium of Dose Coefficients based on ICRP 60," 2012.
- [15] Internationella Atomenergiorganet (IAEA), "Arrangements for the termination of a nuclear or radiological emergency, GSG-11," 2018.
- [16] "Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter (SSMFS 2018:3) om undantag från strålskyddslagen och om friklassning av material, byggnadsstrukturer och områden".
- [17] Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency (ARPANSA), "The 2000 reference accident used to assess the suitability of Australian ports for visits by nuclear powered warships," 2000.
- [18] "The special issue on experiments involving the outdoor energetic release of radioactive materials," Health Physics 110(5), 2016.
- [19] Harper F. T. et al., "Realistic radiological dispersal device hazard boundaries and ramification for early consequence management decisions," Health Physics 93(1): 1-16, 2007.

Bilaga 1 – Ordlista

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

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

Deterministiska hälsoeffekter är hälsoeffekter som karakteriseras av en tröskeldos och där allvarligheten ökar med ökad stråldos. Den tröskeldos som krävs för att en deterministisk hälsoeffekt ska kunna uppstå beror på typ av hälsoeffekt och till viss del även på individen. Ett exempel på en deterministisk hälsoeffekt är erytem (hudrodnad). Vid höga stråldoser där hälsoeffekten inte är övergående kan allvarliga deterministiska hälsoeffekter uppstå.

Dos efter strålskyddsåtgärder avser den stråldos som förväntas i framtiden givet att planerade strålskyddsåtgärder genomförs.

Dosgräns är den stråldos som inte ska överskridas till en enskild person under en bestämd tidsperiod.

Doskriterium är ett värde på den stråldos som en person kan erhålla om inga skyddsåtgärder tillgodoräknas. När ett doskriterium för en viss skyddsåtgärd överskrids eller riskerar att överskridas så innebär det i regel att skyddsåtgärden bör vidtas. Se avsnitt 2.4.4.

Dosrat är stråldos per tidsenhet och anges i sievert (Sv) per tidsenhet. Strålningsnivåerna på en plats kan mätas med ett instrument som oftast anger miljödosekvivalent per tidsenhet (miljödosekvivalentrat eller bara dosrat).

Dos utan skyddsåtgärder avser den stråldos som kan förväntas till en oskyddad person om inga strålskyddsåtgärder genomförs.

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

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

Händelser i beredskapskategori 4 omfattar radiologiska nödsituationer som kan uppstå inom verksamheter eller till följd av olyckor och brottsliga handlingar, men där platsen inte är känd på förhand. Exempel på händelser i beredskapskategori 4 är olyckor med

reaktor drivna fartyg eller vid transport av strålkällor samt antagonistiska handlingar med radioaktiva ämnen.

Intecknad dos är den integrerade ekvivalenta eller effektiva dosen under 50 år för vuxna och 70 år för barn från intern exponering efter ett intag av ett radioaktivt ämne.

Joniserande strålning är elektromagnetisk strålning eller partikelstrålning med tillräckligt hög energi för att jonisera materia, dvs. slå loss elektroner från atomer och molekyler.

Optimering av strålskyddet innebär att genom att så långt det är möjligt och rimligt med hänsyn till befintlig teknisk kunskap samt ekonomiska och samhällseliga faktorer begränsa: 1) sannolikheten för exponering; 2) antalet personer som exponeras; och 3) storleken på den individuella stråldosen. Se avsnitt 2.4.2.

Oskyddad person avser en person som vistas utomhus utan skyddsutrustning och inte har utrymts.

Potentiellt farlig strålkälla är ett begrepp som används i denna rapport och avser en strålkälla i kategori 1-4 enligt SSMFS 2018:1.

Referensnivå är ett värde för stråldos eller aktivitetskoncentration för optimering av strålskyddet. Se avsnitt 2.4.3.

Resuspension är en process genom vilken radioaktiva ämnen som deponerats sedan frigörs igen, t.ex. genom vind eller mekanisk påverkan.

Stråldos är absorberad, intecknad, ekvivalent eller effektiv dos.

Strålskyddsåtgärder avser åtgärder som vidtas för att minska människors pågående eller potentiella exponering för joniserande strålning.

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

Åtgärdsnivå är ett värde på en mätbar storhet (till exempel dosrat) kopplad till en viss strålskyddsåtgärd som när det överskrids eller förväntas överskridas innebär att strålskyddsåtgärden i de flesta fall bör vidtas. Värden för åtgärdsnivåer i denna rapport är indikativa och kan behöva anpassas till rådande förhållanden för den radiologiska nödsituation som ska hanteras. Se avsnitt 2.4.5.

Bilaga 2 – Remissinstanser

Folkhälsomyndigheten
Kustbevakningen
Livsmedelsverket
Myndigheten för samhällsskydd och beredskap
Polismyndigheten
Socialstyrelsen
Statens jordbruksverk
Statens veterinärmedicinska anstalt
Säkerhetspolisen
Tullverket
Försvarsmakten
Totalförsvarets forskningsinstitut
Länsstyrelsen Blekinge
Länsstyrelsen Dalarna
Länsstyrelsen Gotland
Länsstyrelsen Gävleborg
Länsstyrelsen Halland
Länsstyrelsen Jämtland
Länsstyrelsen Jönköping
Länsstyrelsen Kalmar
Länsstyrelsen Kronoberg
Länsstyrelsen Norrbotten
Länsstyrelsen Skåne
Länsstyrelsen Stockholm
Länsstyrelsen Södermanland
Länsstyrelsen Uppsala
Länsstyrelsen Värmland
Länsstyrelsen Västerbotten
Länsstyrelsen Västernorrland
Länsstyrelsen Västmanland
Länsstyrelsen Västra Götaland
Länsstyrelsen Örebro
Länsstyrelsen Östergötland
Räddningstjänsten Syd
Räddningstjänsten Storgöteborg
Storstockholms brandförsvaret
Sjöfartsverket
Sveriges kommuner och regioner
Trafikverket
Transportstyrelsen

Bilaga 3 – Doskriterier och åtgärdsnivåer

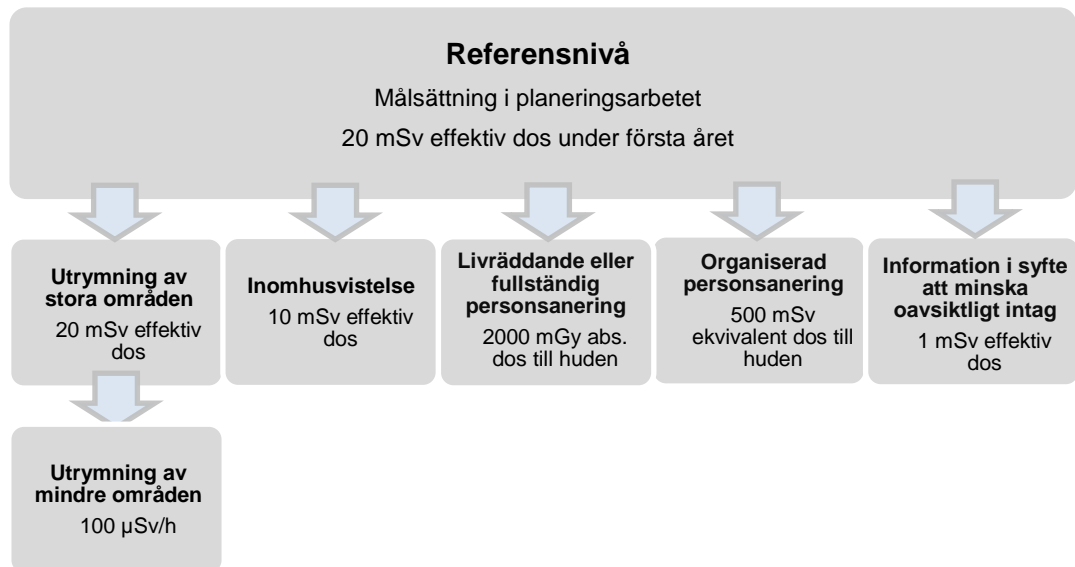
Doskriterier som redovisas i denna rapport finns sammanställda i Tabell 7 och Figur 6.

För utrymning av mindre områden anges istället en åtgärdsnivå: 100 µSv/h.

Doskriterierna för olika strålskyddsåtgärder som presenteras i tabellen är identiska med de som tidigare publicerats för allmänheten i samband med en kärnkraftsolycka [2] [10].

Tabell 7. Sammanfattning av doskriterier för olika strålskyddsåtgärder.

Strålskyddsåtgärd	Doskriterium
Inomhusvistelse	10 mSv effektiv dos under sju dygn
Utrymning av stora områden	20 mSv effektiv dos under sju dygn (utsläppsfas) eller ett år (markbeläggning)
Livräddande personsanering Fullständig personsanering	2000 mGy absorberad dos till huden under tio timmar beräknat till 100 cm ² på djupet 0,4 mm
Organiserad personsanering	500 mSv ekvivalent dos till huden under sju dygn beräknat till 1 cm ² på djupet 0,07 mm
Information i syfte att minska oavsiktligt intag	1 mSv intecknad effektiv dos



Figur 6. Illustration över referensnivå, doskriterier och åtgärdsnivåer för de olika skyddsåtgärder för allmänheten som presenteras i denna rapport.

Bilaga 4 – Strålskydd vid transportolycka, klass 7

I denna bilaga presenteras kortfattade riktlinjer för hur strålskyddet kan hanteras av räddningspersonal på en skadeplats vid en olycka med transport av radioaktiva ämnen i klass 7. Bilagan bygger vidare på MSB:s åtgärdskalender [12].

Först

Om ingen misstanke finns om att transportkollit är skadat kan olyckan hanteras enligt ordinarie rutiner.

Vid misstanke om skadad kollo, konstaterat läckage, spill eller brand beakta inledningsvis följande:

- Flytta drabbade bort från strålkällan. Ge första hjälpen till skadade. Fördröj aldrig livräddande åtgärder p.g.a. strålningsrisken. Det går att vistas kort tid även i höga dosrater utan att överskrida värdena för dosgränserna.
- Bär alltid andningsskydd om det finns risk för spridning av radioaktiva ämnen i luften, exempelvis genom brand.
- Upprätta initiala riskavstånd enligt Tabell 2 (50 – 300 m).
- Om det finns tillgång till mätinstrument sätts avspärningen vid en dosrat på 100 $\mu\text{Sv/h}$. Säkerställ att den effektiva dosen till personalen inte riskerar överskrida värdet på dosgränsen (20 mSv = 20 000 μSv).
- Om det finns tillgång till direktvisande dosimeter ska dessa användas.
- Vistas så kort tid som möjligt i riskområdet.
- Håll största möjliga avstånd till strålkällan.
- Skärma av strålkällan från det som ska skyddas med hjälp av till exempel vatten, betong eller stål.
- Se till att inte mer personal än nödvändigt uppehåller sig i riskområdet (inga gravida eller ammande).
- Rör inga föremål i onödan inom riskområdet. Använd i så fall handskar.
- Roter personal så att varje person vistas så kort tid som möjligt i riskområdet.
- Anteckna om möjligt hur lång tid varje person befinner sig i riskområdet.

Därefter

- Kontakta TiB vid Strålsäkerhetsmyndigheten via SOS Alarm på 08-454 24 66 eller genom nödnumret 112. TiB besvarar anrop inom tio minuter och kan bistå med råd i strålskyddsfrågor utifrån tillgänglig information från till exempel transporthandlingar eller mätresultat.
- Överväg personsanering endast om personer kan ha blivit kontaminerade. Det är osannolikt att livräddande personsanering behöver genomföras även vid spridning av radioaktiva ämnen. Ordinarie skyddskläder och hygienrutiner som används av räddningstjänst och sjukvårdspersonal ger ett gott skydd.

Slutligen

- Om det är nödvändigt att hantera strålkällan, gör så först när mätinstrument och tillgång till strålskyddsexpertis finns.

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.

Publikationer utgivna av Strålsäkerhetsmyndigheten kan laddas ned via stralsakerhetsmyndigheten.se eller beställas genom att skicka e-post till registrator@ssm.se om du vill ha broschyren i alternativt format, som punktskrift eller daisy.

Strålsäkerhetsmyndigheten
Swedish Radiation Safety Authority
SE-171 16 Stockholm
Tel: 08-799 40 00
Web: ssm.se
E-mail: registrator@ssm.se

©Strålsäkerhetsmyndigheten