

Kärnenergi-beredskap



Räddningsverket

Kärnenergi- beredskap

Räddningsverket

Räddningsverket, Karlstad

Projektledare *Leif Alfredsson*

Redaktör *Lena Lindell, Info Telje*

Sakgranskning

Utarbetandet av denna bok har skett i en projektgrupp med deltagare från berörda myndigheter inom kärnenergiberedskapen enligt nedan: Räddningsverket, Strålskyddsinstitutet, Kärnkraftinspektionen, Jordbruksverket, Länsstyrelsen Uppsala, Länsstyrelsen Kalmar, Länsstyrelsen Skåne, Länsstyrelsen Halland och Länsstyrelsen Jämtland.

Form och original *Karin Rehman*

Sättning *Ytterlids Info Design AB*

Tryck *Sjuhäradsbygdens Tryckeri AB*

Beställningsnummer: R79-218/00

ISBN: 91-7253-072-3

© Räddningsverket 2000

Innehåll

Förord 7

Läsanvisning 9

DEL ETT • ÖVERSIKT

1. Samhällets krav på beredskap 10

Konsekvenser av en olycka i ett kärnkraftverk 11

Erfarenheter från Harrisburg och Tjernobyl 12

Andra olyckor med radioaktiva ämnen och strålning 12

Den nationella beredskapen mot kärntekniska olyckor 13

Statens krav på beredskapen mot kärntekniska olyckor 13

Länsstyrelser och kommuner 14

Landstinget 17

Centrala expertmyndigheter 17

Kärnkraftsföretagen 18

Regeringen 19

Beredskap för att begränsa konsekvenserna 19

Internationellt samarbete 19

2. Strålning i människans tjänst 22

Kärnkraftverk 23

Avfall; mellanlagring och djupförvaring 28

Kärnkraftverk i utlandet 28

Övriga kärntekniska anläggningar i Sverige 30

Verksamhet med strålning inom forskning, sjukvård och industri 31

Transporter av radioaktiva ämnen 31

Kärnreaktor drivna fartyg 32

Kärnvapen 33

Satelliter med kärnreaktorer samt andra mobila och fasta strålkällor 33

3. Vår strålmiljö 34

Strålningen är en del av vår miljö 35

Kretslopp av radioaktiva ämnen i naturen 36

Kärnvapenprov 37

Stråldoser till allmänheten 37

Stråldoser till yrkesverksamma 38

Strålskador 39

Vilka stråldoser kan en eventuell utländsk olycka ge? 41

Vilka stråldoser kan en eventuell svensk olycka ge? 42

Strålskydd 43

Radioaktiva ämnen och joniserande strålning 44

4. Vad kan hända? 50

Risker och säkerhetsarbete 51

Olycka vid kärnkraftverk i Sverige 52

Olycka vid kärnkraftverk i vårt närområde 56

Olycka vid transport av radioaktiva ämnen 56

Olycka med kärnreaktordrivna fartyg 57

Olycka med satelliter med kärnreaktorer 57

Olycka med kärnvapen 57

Olycka vid användning av radioaktiva ämnen 58

DEL TVÅ • FÖRDJUPNING

5. Roller och ansvar 62

Vem ansvarar för vad? 63

Beredskap i samtliga län 67

Beredskap i län med kärnkraftverk 69

Utbildning och övning i län med kärnkraftverk 72

Beredskap vid kärnkraftverk 72

Säkerhet mot terroristhandlingar 73

Beredskap vid nedläggning av kärnreaktor 73

Beredskap mot kärnvapen 73

Kärnvapenexplosioner 74

Totalförsvarets civila beredskap mot kärnvapen 74

6. Alarmering 76

Två larmnivåer vid svensk kärnteknisk olycka 77

Alarmering via olika vägar vid utländsk kärnteknisk olycka 80

Skillnader i alarmeringen vid svensk respektive utländsk olycka 80

Varning och information till allmänheten 80

7. Strålningsmätning 82

Arbetsgången vid en kärnteknisk olycka – mätningar 83

Syftet med mätningar 84

System och instrument för mätning 84

Automatiska gammastationer 86

Nordiska gammastationer 89

Luftfilterstationer 89

Provtagning inom jordbruket 90

Kontraktslaboratorier 90
Mejerier 91
Mätningar efter Tjernobylolyckan 91
Flygburen spektrometri 91
Bilburen spektrometri 92
Handburna instrument för att mäta strålnivå 92
Mätningar i kommunerna 92
Mätningar i län med kärnkraftverk 93
Kärnkraftindustrins gemensamma beredskap 94
Datorstöd för rapportering, analys och information 94
Nationell samordning 95

8. Skyddsåtgärder 96

Arbetsgängen vid en kärnteknisk olycka – skyddsåtgärder 97
Åtgärder för skydd mot strålning 98
Skyddsåtgärder vid svensk olycka 100
Skyddsåtgärder vid utländsk olycka 100
Olycka med satelliter 101
Skillnader mellan svensk och utländsk olycka 101
Vad kan allmänheten göra? 101
Åtgärder före ett nedfall 102
Åtgärder efter ett nedfall 102
Utrymning – speciellt för län med kärnkraftverk 103
Avspärning och trafikreglering 108
Strålskyddsåtgärder för fältpersonal 109

9. Sanering 112

Vad är sanering? 113
Ansvar vid sanering 113
Ledning 115
Inventering av regionala förhållanden och resurser 115
När ska man sanera? 116
Olika typer av sanering 116
Exempel på sanering efter en stor olycka – Tjernobyli 118
Sanering efter en mindre olycka 119
Information till allmänheten 119

10. Information 120

Ansvar för information 121
Organisation av informationsarbetet 123
Externa och interna målgrupper 124
Information före kärnteknisk olycka 125
Information under och efter en kärnteknisk olycka 126

Nationellt program för kommunikation, NKP 127

Allmänhetens reaktioner på information 129

Ordlista 134

Källor 152

Litteraturtips för vidare läsning 154

Bildförteckning 155

Register 156

Förord

En kärnteknisk olycka är en allvarlig händelse som kan orsaka skador, väcka stor oro och få stor publicitet. Därför är det viktigt att alla som kan bli engagerade i en olycka med utsläpp av radioaktiva ämnen utbildas och tränas för att kunna handskas med denna situation. Det gäller bl. a. alla de som ingår i den räddningstjänstorganisation som finns i länen.

Den här boken, *Kärnenergiberedskap*, är främst tänkt att användas vid utbildning för dem som har speciella uppgifter i beredskapen mot kärntekniska olyckor med utsläpp av radioaktiva ämnen – eller hot om utsläpp – i län med kärnkraftverk, men även i övriga län. Boken ska också kunna användas av andra berörda myndigheter och organisationer inom beredskapen. Detta för att alla de som ska samverka inom kärnenergiberedskapen, oberoende av nivå, ska ha en gemensam utgångspunkt i sitt arbete. Observera att boken endast beskriver den svenska beredskapen mot olyckor med utsläpp av radioaktiva ämnen från kärntekniska anläggningar och sanering.

Räddningsverket har ansvaret för samordningen av beredskapsplanering mot och sanering efter kärntekniska olyckor samt utövar tillsyn av beredskapen.

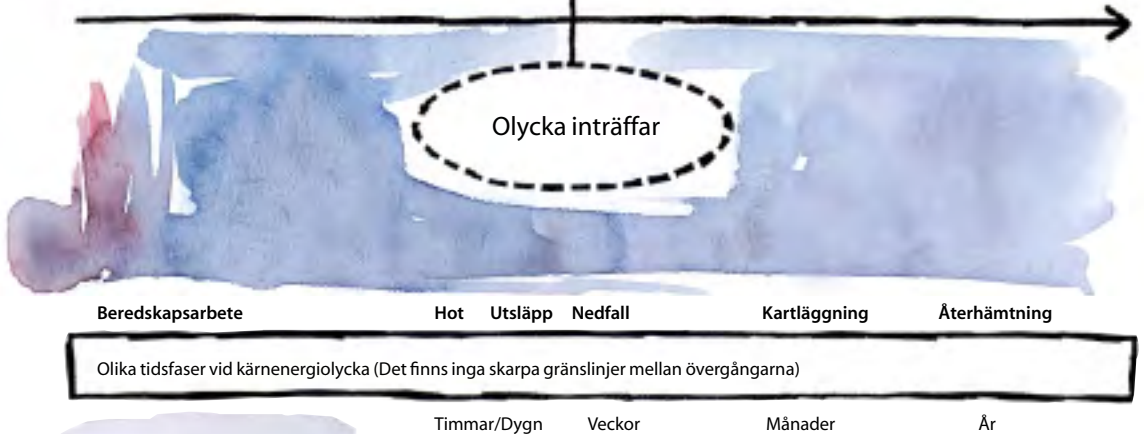
En referensgrupp bestående av sakkunniga från Strålskyddsinstitutet, Kärnkraftinspektionen, Jordbruksverket och från länsstyrelserna i Uppsala, Kalmar, Skåne, Hallands och Jämtlands län har deltagit i arbetet med boken.

Boken *Kärnenergiberedskap* gavs ut i en förhandsutgåva – provbok – som testades under 1999. Boken ersätter *Kärnenergiberedskap och räddningstjänst, handbok för berörd personal* som gavs ut 1991. Vi har för avsikt att revidera boken vart femte år.

Räddningsverket

OLYCKORS FEM SKEDEN

1. Förhindra olyckor
2. Vidta skadebegränsande åtgärder innan olyckor inträffar
3. Förbereda räddningsinsatser
4. Genomföra räddningsinsatser
5. Vidta åtgärder efter räddningsinsatser



Verksamheten inom området skydd mot olyckor kan beskrivas i fem skeden. Inom varje skede vidtas åtgärder av olika myndigheter inom kärnenergi-beredskapen.

En olycka med utsläpp av radioaktiva ämnen från en kärnteknisk anläggning har alltså olika tidsfaser varav bara en del av tiden är räddningstjänst i lagens mening.

Läsanvisning

Beredskap innebär att vara beredd på det oväntade och därmed kunna minska konsekvenserna av en olycka. Utbildning och övningar är viktiga grundstenar i den beredskapen.

I den här boken kan du läsa om den svenska kärnenergi-beredskapen. Den ska skydda människor och miljö om det inträffar en olycka i ett kärnkraftverk eller i någon annan typ av kärnteknisk anläggning, i Sverige eller utomlands.

(Även andra typer av olyckor med radioaktiva ämnen – t. ex. transportolyckor – berörs något, men beredskapen mot dessa olyckor beskrivs inte. Se tipsen om vidareläsning för litteratur om dem.)

Vissa skillnader förekommer på utformning av beredskapen i länen. Se den beredskapsplan som finns vid respektive länsstyrelse och berörd kommun.

Boken består av två delar: den första ger en översikt av beredskapen och orsaken till att den finns, dvs. »hotbilden«, och den andra beskriver beredskapen mer ingående.

Översiktsdelen (kapitel 1–4) kan du på egen hand läsa in och därigenom få de grundläggande kunskaperna om kärnenergi-beredskap och strålning. Kunskaperna är nödvändiga för att du ska förstå din roll i beredskapen.

Fördjupningsdelen (kapitel 5–10) kan med fördel läsas i studiecirkel där ni arbetar med ett kapitel i taget. När ni gör det bör ni ha tillgång till er egen beredskapsplan för att direkt kunna omsätta det som står i boken (om t.ex. strålningsmätning) till er egen verksamhet.

Den löpande texten kompletteras av faktarutor och illustrationer. Det finns också en ordlistan i slutet av boken, liksom litteraturtips. Bokens bilder finns på en CD. Uppdateringar av sakuppgifter kommer att finnas tillgängliga på Räddningsverkets hemsida, www.srv.se.

Några definitioner

Med *kärntekniska olyckor* avses olyckor i kärntekniska anläggningar med utsläpp av radioaktiva ämnen.

Med *strålning* avses joniserande strålning. Icke-joniserande strålning, t. ex. UV-strålning från solen, behandlas inte.



Samhällets krav på beredskap

Sannolikheten för att det ska inträffa en olycka i ett kärnkraftverk är visserligen mycket låg, men om det händer kan konsekvenserna bli allvarliga. Därför ställer samhället krav på att det ska finnas en god beredskap mot just olyckor i kärnkraftverk eller andra kärntekniska anläggningar.

Konsekvenser av en olycka i ett kärnkraftverk

På uppdrag av den statliga Energikommissionen har *Statens kärnkraftinspektion* (SKI) och *Statens strålskyddsinstitut* (SSI) analyserat vad som skulle hända om det inträffar en härdsmläta i ett *svenskt* kärnkraftverk med utsläpp av radioaktiva ämnen. Analysen gäller tre fall: två fall där säkerhetssystem och konsekvenslindrande system antas fungera helt eller delvis och ett fall där de antas inte fungera alls. Konsekvenserna blir inte så allvarliga för omgivningen i de två fall där säkerhetssystemen och de konsekvenslindrande systemen fungerar. I det tredje – mycket osannolika men teoretiskt möjliga – »värsta fallet« skulle konsekvenserna för människor och miljö bli mycket stora. Både omedelbara dödsfall (bland människor som vistats inom 5 km från kärnkraftverket under utsläppet från olyckan) och dödsfall på längre sikt i cancer kan befaras. De som bor nära verket kan behöva flytta för en längre tid. Några hundra km² mark skulle kunna bli oanvändbara under tiotals år.

Konsekvenserna av en olycka i ett *utländskt* kärnkraftverk skulle för Sveriges del bli betydligt mindre allvarliga, men beredskap behövs för att kunna minska konsekvenserna även i detta fall.

Forsmarks kärnkraftverk (bilden) är med sin sammanlagda effekt på 3 212 MW Sveriges största.

Erfarenheterna från Harrisburg och Tjernobyl

Den nationella beredskap mot kärntekniska olyckor med utsläpp av radioaktiva ämnen som finns i Sverige idag är uppbyggd för att kunna ta hand om olyckor som inträffar såväl inom landet som utomlands.

Beredskapen är till stor del ett resultat av erfarenheterna från olyckorna i Harrisburg 1979 och i Tjernobyl 1986. Efter Harrisburgolyckan utvidgades beredskapen i de fyra länen med kärnkraftverk, genom bl. a. utbildning för länsstyrelserna och vissa centrala myndigheter, planering av mätverksamhet i kraftverkens närområden, införande av sambandsmedel och specificering av beredskapszoner. Tjernobylolyckan visade tydligt att vilket område som helst kan drabbas av nedfall av radioaktiva ämnen efter ett allvarligt reaktorhaveri. Därför har samtliga länsstyrelser idag uppgiften att ha en beredskap för att kunna informera allmänheten, mäta strålning samt sanera.

Andra olyckor med radioaktiva ämnen och strålning

Kärntekniska olyckor som medför att människor får stråldoser är inte bara haverier i kärnkraftverk. Det kan också vara olyckor vid andra kärntekniska anläggningar som anläggningar för tillverkning av kärnbränsle, fartyg eller satelliter som utnyttjar kärnenergi för elproduktion eller framdrivning. Det förekommer också hantering av radioaktiva ämnen utanför vad som räknas som kärntekniska anläggningar, och olyckor kan inträffa exempelvis vid transport av radioaktiva ämnen till lands, till sjöss och med flyg, samt vid användning av radioaktiva ämnen i forskning, sjukvård och industri. Kärnvapen finns lagrade på land, ombord på fartyg och flygplan. Dessa utgör också en olycksrisk.

Det är inte alla av dessa olyckor som berör så många människor som en olycka i ett kärnkraftverk, men konsekvenserna för dem som drabbas kan vara väl så allvarliga. Dessutom upplever många människor strålning som skrämmande. Även relativt små strålningsolyckor kan få stor uppmärksamhet från medierna och allmänheten och därmed kräva stora informationsinsatser.

Kärntekniska olyckor

Med begreppet »kärntekniska olyckor« menar vi i den här boken olyckor i kärntekniska anläggningar med radioaktiva utsläpp.

Olyckor vid transporter av radioaktiva ämnen eller olyckor vid användning på t.ex. sjukhus klassas inte som kärntekniska olyckor.

Kärntekniska anläggningar är

- kärnkraftsreaktorer för elproduktion eller forskning samt t.ex. kärnenergidrivna fartyg och satelliter som har kärnreaktorer eller radionuklidbatterier ombord för sin elförsörjning
- anläggningar för tillverkning av kärnbränsle
- anläggningar för bearbetning, mellanlagring eller djupförvaring av kärnavfall

Den nationella beredskapen mot kärntekniska olyckor

Beredskapen mot kärntekniska olyckor är uppbyggd av länsstyrelserna, kommunerna, landstingen, centrala myndigheter och regeringen samt kärnkraftverken.

Enligt räddningstjänstlagen ska länsstyrelsen tillsammans med berörda myndigheter och organisationer samverka på lokal, regional och central nivå i beredskapen.

Ledningsprinciper vid en kärnteknisk olycka:

- Varje länsstyrelse ansvarar för ledning och samordning av räddningstjänsten inom respektive län. Kommunerna medverkar. Räddningsledare utses av länsstyrelsen.
- Strålskyddsinstitutet samordnar tillsammans med Kärnkraftinspektionen informationen till länsstyrelserna från de övriga centrala expertmyndigheterna.
- Regeringen hålls fortlöpande underrättad om händelseutvecklingen av länsstyrelser och expertmyndigheter.

Statens krav på beredskapen mot kärntekniska olyckor

Riksdag och regering ställer genom lagstiftning, instruktioner och regleringsbrev krav på länsstyrelserna, kommunerna, centrala myndigheter och kärnkraftverken att ha beredskap mot kärntekniska olyckor.

Enligt räddningstjänstlagen ska *länsstyrelsen* ansvara för räddningstjänsten vid utsläpp av radioaktiva ämnen från en kärnteknisk anläggning i sådan omfattning att särskilda åtgärder behövs för att skydda allmänheten eller vid över-

hängande fara för ett sådant utsläpp. Länsstyrelsen ska också ansvara för saneringen efter utsläpp av radioaktiva ämnen från en kärnteknisk anläggning.

Av räddningstjänstlagen framgår också att *kommunerna* ska medverka i räddningstjänsten vid utsläpp av radioaktiva ämnen från kärntekniska anläggningar samt vid sanering efter sådana utsläpp.

Lagen skiljer mellan statlig och kommunal räddningstjänst. Vid kärntekniska olyckor med utsläpp av radioaktiva ämnen blir det fråga om statlig räddningstjänst, med länsstyrelsen som ansvarig instans. Kommunen ska dock medverka med sin räddningskår. (Den kallas ofta »kommunala räddningstjänsten« eller bara »räddningstjänsten«.)

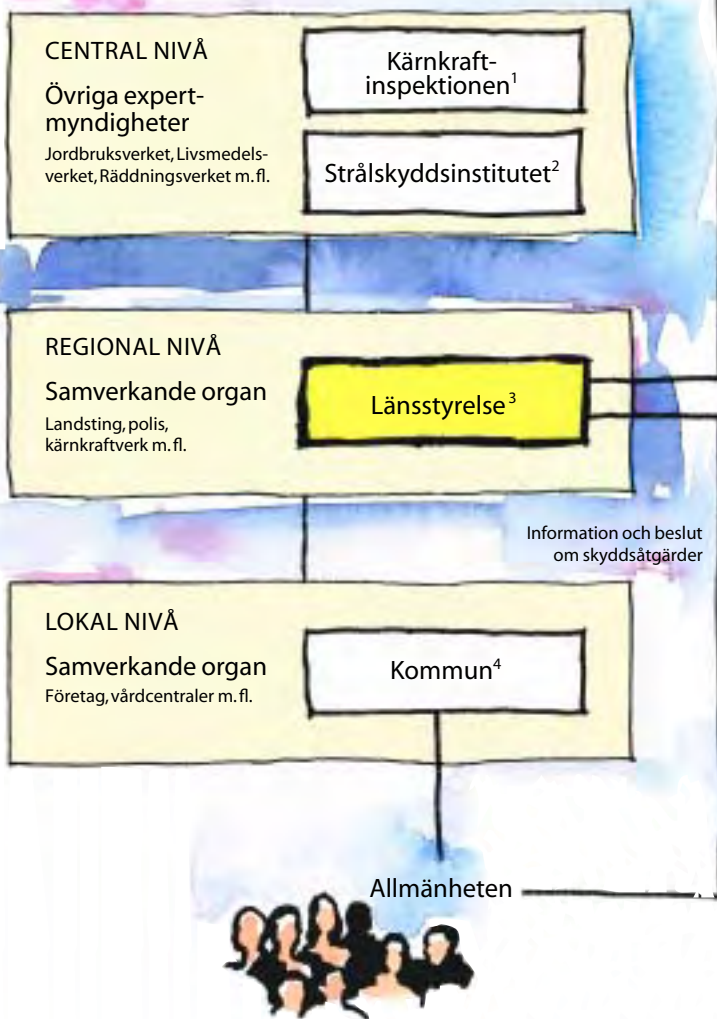
Instruktionerna för vissa *centrala myndigheter* anger att de har uppgifter inom beredskapen mot kärntekniska olyckor. Det gäller t.ex. Räddningsverket, Kärnkraftinspektionen och Strålskyddsinstitutet.

I lagen om kärnteknisk verksamhet finns bestämmelser om skyldighet för *innehavare av kärnteknisk anläggning* att vidta de åtgärder som behövs för att upprätthålla säkerheten vid anläggningen. Av räddningstjänstlagen, 43 §, framgår det också att innehavaren av en anläggning där verksamheten innebär en fara för att en olyckshändelse ska orsaka allvarliga skador på människor eller miljö, är skyldig att hålla en beredskap med personal och egendom och i övrigt vidta åtgärder för att begränsa sådana skador.

Länsstyrelser och kommuner

Det är alltså länsstyrelserna som har ansvaret för räddningstjänsten vid kärntekniska olyckor och beslutar om skyddsåtgärder för allmänheten. Till sin hjälp har länsstyrelserna centrala expertmyndigheter, vilka ger råd inom sina sakområden som underlag för länsstyrelsernas beslut.

Länsstyrelsens ansvar gäller oavsett om det är en svensk eller utländsk kärnteknisk olycka. Länsstyrelsen har dessutom ansvar för *sanering* efter utsläpp av radioaktiva ämnen från kärnteknisk anläggning. Det ska i alla län finnas en fungerande beredskap för att hantera denna typ av händelser och det är länsstyrelsens ansvar att upprätta en



Den nationella beredskapen mot kärntekniska olyckor är ett rikstäckande nätverk.

Varje länsstyrelse ansvarar för ledning och samordning av räddningstjänsten inom respektive län, både vid svenska och utländska olyckor. Länsstyrelsen beslutar om skyddsåtgärder för allmänheten. Som stöd får länsstyrelsen information och råd från centrala myndigheter. Organ på regional och lokal nivå medverkar också.

1. Kärnkraftinspektionen svarar för teknisk rådgivning till andra myndigheter, främst strålskyddsinstitutet och länsstyrelsen vid en haverisituation. Man stödjer även länsstyrelsens informationsarbete till allmänheten.
2. Strålskyddsinstitutet svarar för råd om skyddsåtgärder för att minska strålningens verkningar vid en kärnteknisk olycka. Man samordnar information och råd från de övriga expertmyndigheterna, samt ger stöd för länsstyrelsens informationsarbete till allmänheten.
3. Länsstyrelsen ansvarar för varning och information till allmänheten. Man ansvarar även för skyddsåtgärder för allmänheten.
4. Kommunen svarar för att anpassa central och regional information till förhållanden och åtgärder inom den egna kommunen.

Räddningstjänst

Enligt räddningstjänstlagen är räddningstjänst de räddningsinsatser som staten eller kommunerna ska ansvara för vid olyckshändelser och överhängande fara för olyckshändelser för att hindra och begränsa skador på människor eller egendom eller i miljön. För att stat och kommun ska vara skyldiga att göra en räddningsinsats är följande fyra kriterier av betydelse: behov av ett snabbt ingripande, det hotade intressets vikt, kostnader för insatsen, omständigheter i övrigt som kräver en statlig eller kommunal insats.

plan för beredskapen. Vid länsstyrelserna i län med kärnkraftverk ska dessutom en *personalberedskap* för räddningstjänsten organiseras.

I samtliga län finns det en förberedd organisation i beredskap med en räddningsledare i spetsen. Vid omfattande räddningsinsatser, t. ex. vid en utländsk olycka, kan regeringen besluta att *en* länsstyrelse eller annan statlig myndighet ska ta över ansvaret för arbetet. Denna myndighet utser då räddningsledare.

I de fyra länen med kärnkraftverk är organisationen mer omfattande. Det är den också i viss utsträckning i Södermanlands län, där det finns reaktorer i Studsvik, samt i Västerbottens län som har i uppdrag att kunna bistå andra län i norra Sverige vid kärntekniska olyckor.

Som nämnts tidigare medverkar även kommunerna i beredskapen mot kärntekniska olyckor. Kommunerna ska

Kommunal respektive statlig räddningstjänst

Lagen skiljer mellan statlig och kommunal räddningstjänst.

Kommunal räddningstjänst

Varje kommun ansvarar för räddningstjänsten inom kommunens gränser vid *alla* typer av olyckor, fränsett dem som hanteras av statlig räddningstjänst (se nedan).

Det är alltså kommunen som ansvarar för räddningsinsatsen om det har inträffat t. ex. en olycka med en lastbilstransport av radioaktiva ämnen eller en brand i ett kärnkraftverk som inte leder till utsläpp av radioaktiva ämnen.

Statlig räddningstjänst

Den statliga räddningstjänsten består av sex grenar. Ansvaret är fördelat mellan följande statliga myndigheter:

- Räddningstjänst vid utsläpp av radioaktiva ämnen från kärntekniska anläggningar – Länsstyrelsen
- Fjällräddningstjänst – Polisen
- Flygräddningstjänst – Luftfartsverket
- Sjöräddningstjänst – Sjöfartsverket
- Efterforskning av försvunna personer i andra fall – Polisen
- Miljöräddningstjänst till sjöss – Kustbevakningen



För beredskapen mot kärntekniska olyckor utser länsstyrelsen räddningsledare och övrig räddningsledning för räddningstjänsten. Arbetet vid en olycka styrs från länsstyrelsens ledningscentral.

ha en *räddningstjänstplan*, som är antagen av fullmäktige. Enligt miljöbalken har varje kommun ett totalansvar för hälsoskyddet i kommunen, alltså även vid utsläpp av radioaktiva ämnen. Vid en kärnteknisk olycka utför kommunerna mätningar av strålning med bärbara mätinstrument för att fastställa strålnivån i kommunen.

I fall där kriterierna för räddningstjänst inte är uppfyllda (se faktarutan »Räddningstjänst« på sid 16) finns det idag ingen lagstiftning som reglerar ansvar och befogenheter. Speciellt gäller detta övergripande ansvar.

Landstinget

Landstinget ansvarar för den medicinska katastrofberedskapen i länet. Landstingets sjukvårdspersonal behandlar dem som eventuellt blir skadade.

Centrala expertmyndigheter

De centrala expertmyndigheterna behåller ansvaret inom sina sakområden vid en kärnteknisk olycka och ger information och råd till länsstyrelserna som underlag för länsstyrelsernas beslut om skyddsåtgärder. Expertmyndighe-

ternas representanter i Strålskyddsinstitutets beredskapsorganisation samordnar informationen.

Räddningsverket samordnar planeringen av beredskapen mot kärntekniska olyckor i samtliga län och utövar tillsyn över beredskapsverksamheten hos länsstyrelser samt utbildar bl. a. räddningsledare vid länsstyrelse.

Kärnkraftinspektionen och *Strålskyddsinstitutet* utövar tillsyn över säkerhet respektive strålskydd vid kärnkraftverken. Kärnkraftinspektionen gör tekniska analyser av eventuella olyckor. Strålskyddsinstitutet analyserar vilka effekter strålningen från en olycka kan få samt leder och samordnar de nationella mätresurserna och svarar för en nationell expertgrupp för sanering efter radioaktiva utsläpp från kärntekniska anläggningar.

SMHI gör väderprognoser och beräknar spridningen av radioaktiva ämnen från en olycka.

Jordbruksverket, *Livsmedelsverket* och *Socialstyrelsen* beslutar om skyddsåtgärder inom sina respektive områden, informerar och ger råd om t. ex. betesdjur och livsmedel.

(Läs mer om fler centrala myndigheter i kapitel 5.)

Kärnkraftsföretagen

De svenska kärnkraftsföretagen ansvarar för samtliga beredskapsåtgärder inom det egna kärnkraftverkets område. Kärnkraftverket ansvarar för att vidta åtgärder för att minska konsekvenserna vid en olycka och för att återföra kraftverket till ett stabilt tillstånd.

Atomansvarighetslagen ålägger ägaren till en kärnteknisk anläggning ett s. k. strikt ansvar för skador till följd av kärntekniska olyckor i anläggningen. Detta innebär att ägaren är skyldig att ersätta dem som drabbas av en skada orsakad av olycka i ett kärnkraftverk även om olyckan inte orsakats av vårdslöshet från ägarens sida. Enda undantaget från denna regel är om olyckan orsakats av en krigshandling eller liknande. (Ägarna har försäkringar, som täcker skadekostnaderna upp till en viss nivå, men om kostnaderna överstiger denna nivå, träder staten in och ersätter resten.)

Regeringen

Ansvar för räddningstjänsten vid en kärnteknisk olycka ligger på respektive länsstyrelse, men regeringen kan vid en särskilt omfattande olycka utse en annan myndighet att överta ansvaret.

Skyddsåtgärder

Skyddsåtgärder som kan vidtas för att minska stråldosen till allmänheten

På kort sikt:

- inomhusvistelse
- intag av jod-tabletter (blir troligtvis aktuellt endast vid en svensk olycka)
- utrymning

På lång sikt:

- restriktioner för jordbruk och livsmedel
- tillfällig bortflyttning
- sanering av jordbruksmark och bostadsområden

Beredskap för att begränsa konsekvenserna

Beredskapens uppgift är att snabbt genomföra skyddsåtgärder för att:

- förhindra strålskador
- undvika höga stråldoser
- lindra konsekvenser i samhället.

En öppen, tydlig och samstämmig information från de ansvariga instanserna är en viktig förutsättning för att skyddsåtgärderna ska kunna genomföras framgångsrikt. Det ställs höga krav på snabbhet, dvs. att myndigheterna kommer ut tidigt med sin information innan andra aktörer börja sprida budskap med annan innebörd. Likaså krävs lyhördhet för mottagarnas behov. Information blir mest effektiv om den baseras på en dialog mellan myndigheter och allmänhet. En viktig del av informationen är råd och underlag till stöd för allmänhetens egna åtgärder.

I inledningsskedet handlar det om omedelbara skyddsåtgärder som staten eller kommunen ska vidta för att hindra skador på människor eller egendom eller i miljön. Sådana åtgärder blir det troligen fråga om bara vid en svensk olycka. På längre sikt gäller dock för både svenska och utländska olyckor att sådana konsekvensbegränsande åtgärder som livsmedelsrestriktioner kan behövas. Om det uppstår skador är det mest sannolikt, speciellt vid en utländsk olycka, att det rör sig om cancer orsakad av strålning från radioaktiva ämnen som fallit ner på marken och från radioaktiva ämnen som man får i sig genom livsmedel.

Internationellt samarbete

Sverige har undertecknat olika överenskommelser och avtal med betydelse för beredskapen. De två viktigaste är:

Konventionen om tidig information om kärnkraftolycka

som innebär att de nationella myndigheterna ska varsla sina motsvarigheter i andra länder och IAEA (FN:s atomenergiorgan) vid en olycka. IAEA ska sedan vidarebefordra informationen till ländernas internationella kontaktpunkter. För Sveriges del är det SMHI som är kontaktpunkten och som sedan både genom SOS Alarm och direkt till myndigheterna vidarebefordrar informationen till Räddningsverket, Kärnkraftinspektionen och Strålskyddsinstitutet, vilka gör en bedömning av informationen och därefter för den vidare till länsstyrelserna.

Konventionen om ömsesidig hjälp vid inträffade kärnkrafts- och strålningsolyckor som innebär att Sverige och andra länder förbinder sig att lämna bistånd (assistans) med personal och materiel till det land där olyckan inträffat.

Utöver konventionerna har avtal tecknats mellan de nordiska länderna om informationsutbyte, bl. a. om värden från ländernas mätstationer, och om bistånd. Sverige har också avtal om tidig varning och informationsutbyte med Ryssland, Tyskland och förbereder avtal med övriga stater runt Östersjön. Svenska myndigheter har satellitförbindelser med kärnkraftverket i Ignalina i Litauen. Överenskommelser om varning och information finns också med myndigheterna vid marinbasen i Murmansk i Ryssland. Inom EU finns ett avtal om utväxling av information vid inträffade strålningsolyckor.

IAEA kontrollerar användning av klyvbart material (kärnbränsle) och har inspektörer som regelbundet besöker och kontrollerar kärnkraftverken i alla medlemsstater.

Det pågår även ett omfattande internationellt samarbete för att förbättra säkerheten i de kärnkraftverk i det forna östblocket vilka anses ha lägre säkerhetsnivå än de västeuropeiska. Inom ramen för det nordiska samarbetet har svenska myndigheter deltagit i ett beredskapsprojekt i Baltikum som främst var riktat mot att förbättra säkerheten vid kärnkraftverket Ignalina. Ett annat samarbetsprojekt är det s.k. Barentsprojektet som syftar till att bistå med hjälp att lösa de problem som finns med radioaktivt avfall i Murmanskområdet och för att kunna få en snabb och tidig information vid en olycka i kärnkraftverket Kola.

Lagar och förordningar som styr beredskapen

De viktigaste lagarna, förordningarna, allmänna råd samt internationella konventionerna och överenskommelserna som styr beredskapen mot kärntekniska olyckor är följande:

- Räddningstjänstlag, SFS 1986:1102
- Räddningstjänstförordning, SFS 1986:1107
- Lag om kärnteknisk verksamhet, SFS 1984:3
- Förordning om kärnteknisk verksamhet, SFS 1984:14
- Strålskyddslag, SFS 1988:220
- Strålskyddsförordning, SFS 1988:293
- Atomansvarighetslag, SFS 1968:45
- Förordning med instruktion för lokala säkerhetsnämnder vid kärntekniska anläggningar, SFS 1988:810
- Miljöbalken, SFS 1998:808
- Hälso- och sjukvårdslagen, SFS 1982:763
- Kärnkraftinspektionens föreskrifter, SKI FS
- Strålskyddsinstitutets föreskrifter, SSI FS
- Räddningsverkets meddelanden
- IAEA Convention on Early Notification of a Nuclear Accident (överenskommelse om tidig varning och informationsutbyte)
- IAEA Convention on Assistance in the Case of a Nuclear Accident or Radiological Emergency (överenskommelse om assistans vid olycka)
- EU Rådets direktiv 96/29/EURATOM (fastställer grundläggande säkerhetsnormer för skydd av arbetstagarnas och allmänhetens hälsa mot de faror som uppstår till följd av joniserande strålning)
- EU Rådets direktiv 89/618/EURATOM (om information till allmänheten om hälsoskyddsåtgärder och förhållningsregler i händelse av en nödsituation som medför risk för strålning)
- EU Rådets förordning 3954/87 (om gränsvärden för radioaktivitet i livsmedel och djurfoder)
- Bilateral avtal mellan Sverige och de nordiska länderna, samt Ryssland och Tyskland om tidig varning och informationsutbyte
- Överenskommelser med kärnkraftverket Ignalina i Litauen samt med myndigheterna vid marinbasen i Murmansk i Ryssland om varning och informationsutbyte.



Strålning i människans tjänst

Eftersom det finns gott om tillämpningar som utnyttjar strålning, behövs en beredskap om en olycka skulle inträffa. Människan har sedan länge använt strålning i sin tjänst inom forskning, sjukvård och industri. Strålningen kommer antingen från radioaktiva ämnen eller från apparater, t. ex. röntgenapparater, som alstrar strålning.

Kärnkraftverk

Ett vanligt sätt att producera elektricitet är att koka vatten till ånga. Ångan används för att driva en turbin som i sin tur driver en generator som alstrar elektricitet. Kärnkraftverk är kraftverk som istället för kol, naturgas eller olja använder det radioaktiva ämnet uran som bränsle för att koka vattnet.

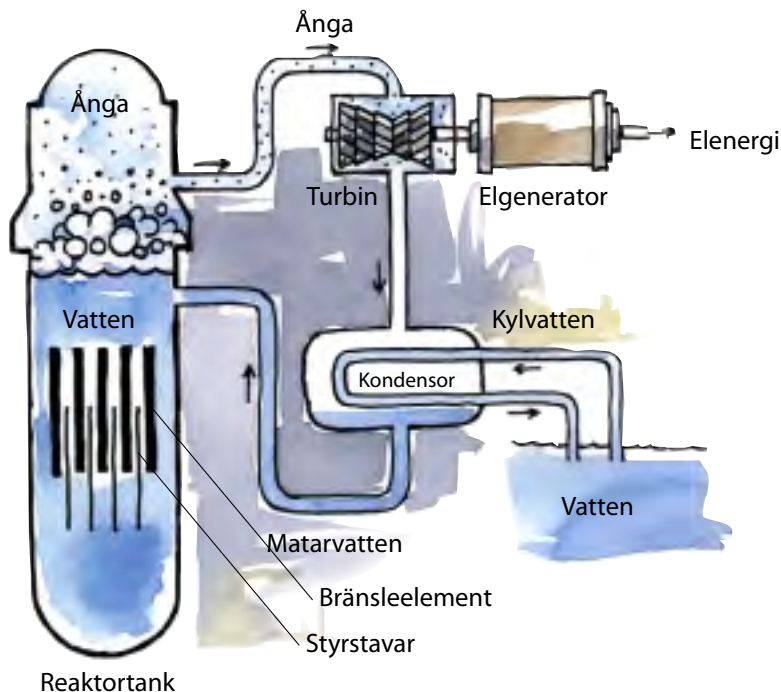
Värmen för att koka vattnet får man fram genom att klyva atomkärnor av uran med hjälp av neutroner. Vid kärnklyvningarna frigörs stora mängder energi som omvandlas till värme. Efter den första klyvningen startar en kedjereaktion med kärnklyvningar. Kedjereaktionen måste kontrolleras så att värmeutvecklingen hålls på önskad nivå.

Hur startas en kärnkraftreaktor?

Tillräckligt många neutronabsorberande styrestavar dras ur bränslehärden så att kedjereaktionen av kärnklyvningar kommer igång. (Den första kärnklyvningen uppstår spontant i bränslet.)

*Datortomografi
– ett exempel på
användning av
strålning i sjukvården.*

I ett kärnkraftverk med kokvattenreaktorer produceras elenergi genom att vatten kokas till ånga i reaktorn. Värmen för kokningen kommer från kärnklyvningar i uranbränslet. Ångan driver en turbin, som i sin tur driver en generator, där elenergin genereras. Från generatoren leds elenergin ut på nätet. När ångan passerat turbinen strömmar den in i kondensorns rör. Där kyls ångan av och blir åter vatten, som pumpas tillbaka in i reaktorn. Vattnet som kyler ångan, tas från havet och leds tillbaka dit i ett rörsystem, som är skilt från ångvattensystemet.



Det görs dels med styrstavar (som absorberar neutroner vilka annars skulle klyva fler atomkärnor), dels med vanligt vatten (som bromsar neutroner).

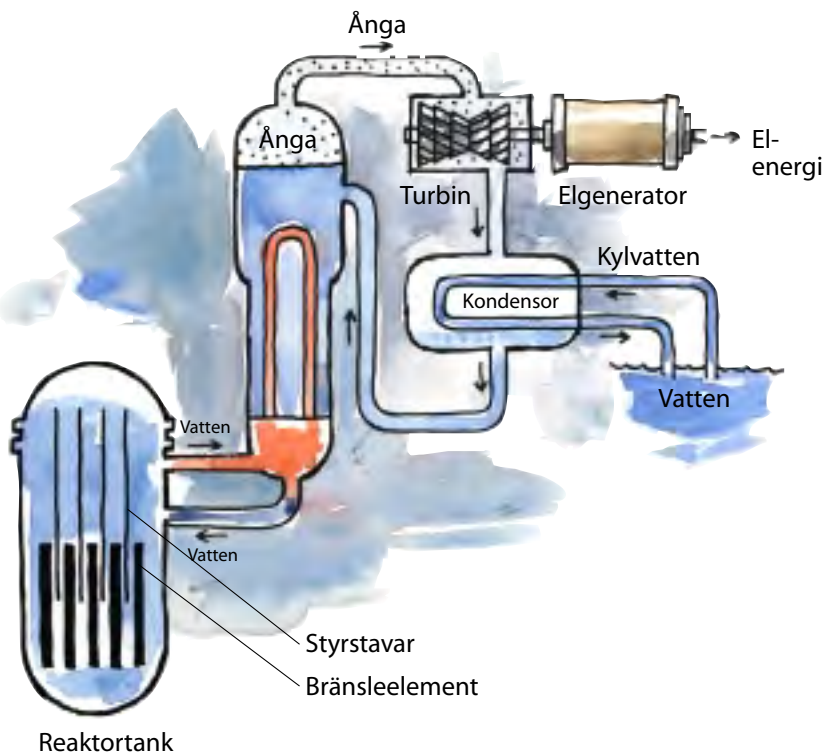
Vattnet är viktigt från många synpunkter. Det ska:

- transportera den alstrade värmeenergin i form av ånga till turbinen
- reglera kärnklyvningsprocessen
- kyla bränslet, som inte får »koka torrt«.

Bränslet i en reaktor fortsätter att utveckla värme även efter det att reaktorn har stängts av. En reaktor måste därför kylas även när den är avstängd (om bränslet är kvar i den).

I Sverige finns det elproducerande kärnkraftverk i Barsebäck (en reaktor), Ringhals (fyra reaktorer), Oskarshamn (tre reaktorer) och Forsmark (tre reaktorer). De har reaktorer av två typer: kokvattenreaktor, som är vanligast i Sverige, och tryckvattenreaktor. Båda används för att hetta upp

I tryckvattenreaktorer finns en särskild ånggenerator, där ånga produceras av vatten som aldrig varit i reaktortanken och därför inte innehåller radioaktiva ämnen.



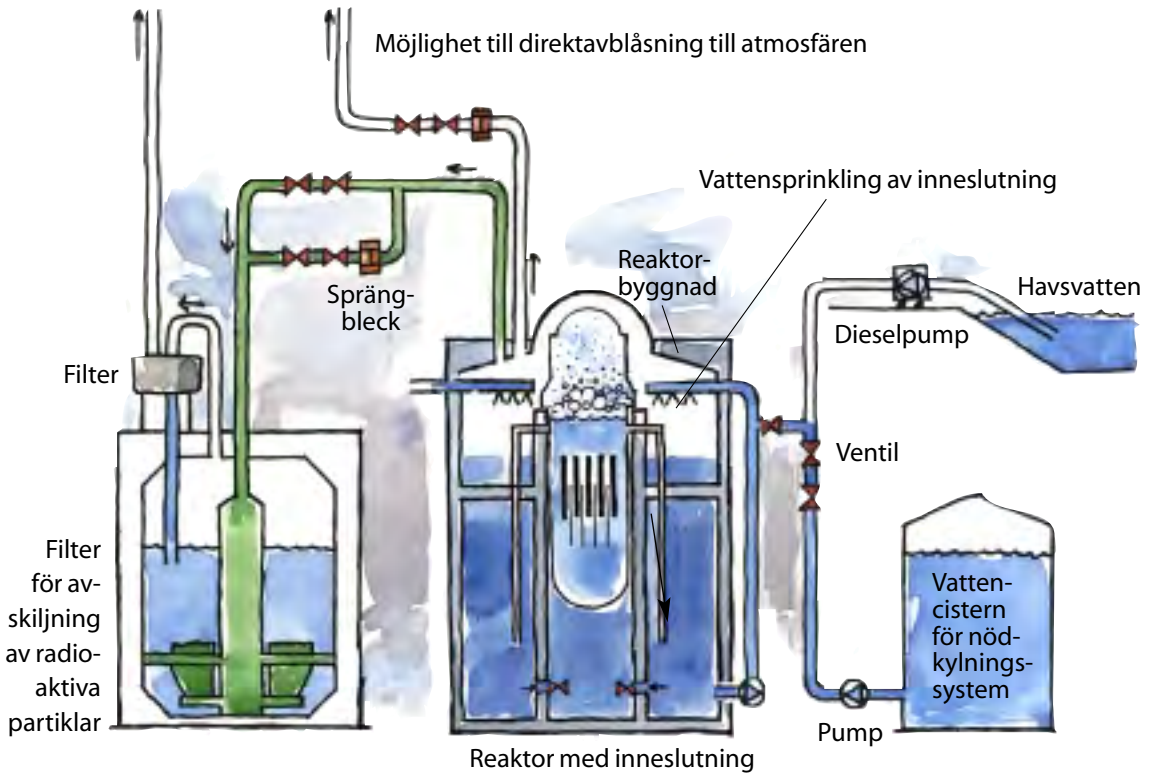
vatten till ånga. I kokvattenreaktorn kokar vattnet i själva reaktorn. Ångan går direkt in i turbinen. I tryckvattenreaktorn kokar vattnet. Den reaktortypen har en särskild ånggenerator som vattnet kokas i. Vattnet från reaktorn leds i slutna rör (tuber) genom ånggeneratoren där ånga alstras. Eftersom man här använder annat vatten än det som kommer från reaktorn innehåller ångan inga radioaktiva ämnen.

I svenska kärnkraftverk har reaktorn byggts in i en reaktorinneslutning. Det är en cylinderformad byggnadskonstruktion som är tät och tål höga tryck. Inneslutningen är också en effektiv barriär mot strålning.

Säkerhetssystem

Kärnkraftverken i Sverige är så konstruerade att radioaktiva ämnen inte ska kunna komma ut på ett okontrollerat sätt. Varje verk har system för att kunna avbryta kärnklyvningen i bränslet och för att hindra att klyvningsprodukter

KOKVATTENREAKTOR Säkerhetssystem,
Principskiss



Om de ordinarie driftsystemen inte fungerar sätts kärnkraftverkets säkerhetssystem igång. De viktigaste har att göra med kylningen av bränslet, tryck och temperatur i reaktorn och reaktorinneslutningen. För nödkylning av bränslet och för sänkning av trycket finns sprinklersystem för att spruta in vatten i reaktorn och inneslutningen. Trycket sänks genom att vattensprinklingen kondenserar en del av ångan till vatten.

Om denna trycksänkning inte är tillräcklig träder konsekvenslindrande system, t. ex. för tryckavlastning, i funktion. Ett sprängbleck öppnas automatiskt till en filteranläggning. Ditt leds ånga och gas och renas från radioaktiva ämnen innan de släpps ut genom en skorsten på filterbyggnaden. (Radioaktiva ädelgaser kan inte filtreras bort. Men de ger höga stråldoser bara i verkets närhet.)

Säkerheten bygger på att

1. det finns inbyggda *barriärer* i kraftverket som innesluter radioaktiva ämnen
2. barriärerna skyddas genom *åtgärder och system* i flera led

Barriärer

- bränslets egenskaper, som är sådana att bränslet har god förmåga att binda klyvningsprodukterna
- bränsleinkapslingen, dvs. de slutna rör som bränslet ligger i
- reaktortanken med tillhörande rör (tryckbärande premiär-system)
- reaktorinneslutning

För att de två första barriärerna ska fungera måste härden kylas med vatten. Därför finns extra kylsystem. För att reaktortanken och inneslutningen ska hålla måste de skyddas mot högt tryck. Därför finns system för att sänka och avlasta det ökade tryck, som uppkommer om vätgas bildas och mängden ånga ökas vid en olycka. Som sista länk i säkerhetskedjan i varje svenskt kärnkraftverk finns en filteranläggning *både för tryckavlastning och för filtrering av radioaktiva ämnen*. Ett sprängbleck öppnas automatiskt till filteranläggningen om trycket i inneslutningen blir för högt. De radioaktiva ämnena från bränslet som följer med ångan och vätgasen stannar kvar i filteranläggningen till 99,9 procent. Radioaktiva ädelgaser passerar dock ut till luften utanför reaktorbyggnaden.

Skyddande åtgärder och system

Kärnkraftverk konstrueras och drivs med skydd mot tekniska och mänskliga fel samt yttre händelser som brand, jordbävning, blixtnedslag, sabotage etc.

Skyddet omfattar säkerhet på flera nivåer:

- Förebyggande, t. ex. bra konstruktion, välutbildad personal, väl fungerande rutiner för drift och underhåll samt regelbundna kontroller.
- Övervaknings- och säkerhetssystem, som ska förhindra haverier som kan uppstå om fel inträffar trots alla förebyggande åtgärder. De flesta av dessa system ska förhindra att bränslet överhettas och att trycket blir för högt.
- Konsekvenslindrande system (t. ex. filteranläggningar), för att hålla kvar de radioaktiva ämnena även om övriga säkerhetssystem inte fungerar.

(radioaktiva ämnen) frigörs från bränslet. Det primära målet för säkerhetsarbetet är därför att förebygga och förhindra skador på reaktorhärden (bränslet). Så länge härden är kyld kan inga stora mängder radioaktiva ämnen frigöras. Om radioaktiva ämnen ändå frigörs ska dessa stanna kvar i reaktorinneslutningen.

Avfall; mellanlagring och djupförvaring

Vid drift av kärnreaktorer bildas tre typer av avfall:

- lågaktivt avfall, t. ex. skyddskläder, isoleringsmaterial
- medelaktivt avfall, t. ex. filter från rening av reaktorvatten
- högaktivt avfall, främst använt kärnbränsle.

Det högaktiva avfallet måste förvaras i ca hundratusen år på sådant sätt att människor och miljö skyddas från det. Sverige planerar att djupförvara det högaktiva avfallet långt nere i berggrunden. Var djupförvaret ska ligga är inte bestämt. Än så länge förvaras det högaktiva avfallet i ett mellanlager.

Det är kärnkraftindustrins ansvar att ta hand om avfallet från kärnkraftreaktorerna på ett säkert sätt. Kärnkraftindustrin har bildat SKB (Svensk Kärnbränslehantering AB) som sköter hantering, transport och lagring av allt radioaktivt avfall från kärnkraftverken. SKB ska också planera, bygga och driva djupförvaret för det högaktiva avfallet.

Idag förvaras det låg- och medelaktiva avfallet från alla kärnkraftverken i SFR (Slutförvar För Radioaktivt driftavfall) i Forsmark. Det låg- och medelaktiva avfallet bör förvaras i ett par hundra år. Det högaktiva använda kärnbränslet lagras först ungefär ett år vid respektive kärnkraftverk och transporteras sedan till CLAB (Centralt mellanlager för använt bränsle) i Oskarshamn där det ska mellanlagras i ungefär 40 år före överföring till djupförvaret.

Kärnkraftverk i utlandet

Flera länder i vår omgivning har kärnkraftverk, t. ex. Finland, Ryssland, Litauen, Tjeckien, Tyskland, Belgien, Nederländerna, Frankrike och Storbritannien. Närmast oss ligger verken i: Olkiluoto och Lovisa i Finland, Leningradverket eller Sosnovy Bor (nära S:t Petersburg) och Kola i Ryssland,



Många länder i Sveriges omgivning har kärnkraftverk. Kartan visar verk med reaktorer för produktion av elenergi. Dessutom finns i flera länder andra kärntekniska anläggningar, som forskningsreaktorer, bränslefabriker och anläggningar för använt kärnbränsle. Reaktorerna är av olika konstruktion och med olika effekt (som uttrycks i megawatt elektrisk effekt, MWe). Exempel: den minsta svenska reaktorn är kokvattenreaktorn Oskarshamn 1, som har en effekt på 465 MWe, och de fyra grafitmodererade kanalkokvattenreaktorerna i Leningrad-verket söder om S:t Petersburg vid Finska viken, vilka har en effekt på 1 000 MWe vardera.

*De kärntekniska
anläggningarna
i Sverige.*



Ignalina i Litauen, samt verken Stade, Brokdorf, Brunsbüttel och Krümmel i norra Tyskland.

Ryska kärnkraftverk har reaktorer av olika typer, varav flera saknar inneslutning och filteranläggning. I det forna östblocket finns ett flertal reaktorer av samma typ som de i Tjernobyl, dvs. grafitmodererade kokvattenreaktorer, RBMK, t. ex. i Ignalina och i Leningradverket. Ignalina har världens två största reaktorer. (Kraftverket svarar för 85 procent av Litauens elförsörjning.) Reaktorerna är av samma grundkonstruktion som Tjernobyls, men har bättre säkerhetsutrustning. Säkerheten förbättras också genom samarbetsprojekt med t. ex. Sverige.

Övriga kärntekniska anläggningar i Sverige

De elproducerande kärnkraftverken klassas som kärntekniska anläggningar. Övriga kärntekniska anläggningar i Sverige är: Westinghouse Atoms fabrik för kärnbränsle i Väs-

terås, CLAB i Oskarshamn, SFR i Forsmark samt Studsvik Nuclear AB med sina två test- och forskningsreaktorer.

Verksamhet med strålning inom forskning, sjukvård och industri

I forskning används både apparater som alstrar strålning, t. ex. partikelacceleratorer, och radioaktiva ämnen som sänder ut strålning, t. ex. spårämnen i biomedicinsk forskning. I sjukvården används radioaktiva ämnen och apparater som genererar strålning, t. ex. röntgenapparater, för diagnostik och behandling. Utrustningar med radioaktiva ämnen eller acceleratorer som genererar strålning används för behandling av cancer. Inom industrin används radioaktiva ämnen för mätning och kontroll, t. ex. av nivån i behållare med olika vätskor m. m. För kontroll av svetsfogar och liknande används utrustningar med radioaktiva ämnen eller röntgenrör (radiograferingsutrustningar). I anläggningar för sterilisering av bl. a. medicinska artiklar används radioaktiva ämnen. (Steriliseringsanläggningar är efter de kärntekniska anläggningarna den industriella tillämpning som använder starkast strålkällor.) Vid Ranstad Mineral AB återvinns uran ur restprodukter från bränsletillverkningen vid Westinghouse Atom AB.

Även i hemmen används radioaktiva ämnen: de flesta brandvarnare innehåller svaga strålkällor.

Transporter av radioaktiva ämnen

Radioaktiva ämnen transporteras med bil, båt, järnväg och flyg. Det går ett stort antal transporter varje år med radioaktiva ämnen, varav transporterna av använt kärnbränsle bara är en bråkdel. I Sverige transporteras allt använt kärnbränsle med det specialbyggda fartyget M/S Sigyn.

Radioaktiva ämnen är en kategori av farligt gods och det finns särskilda bestämmelser för hur de ska transporteras. Bestämmelserna säger bl. a. att ämnena ska förpackas i emballage som ska skydda så att de personer som befinner sig i närheten inte utsätts för någon fara. (Bestämmelserna är samlade i olika regelverk; t. ex. ADR-s som gäller för inrikes vägtransporter.)

Fordon som transporterar kollin med radioaktiva ämnen måste vara märkta med varningsetiketter och orange farligt gods-skyltar om strålnivån på kollits yta överstiger 5 μ Sv/h.

Ansaret för räddningstjänsten vid transportolyckor har kommunen. Undantaget är olyckor vid transporter av utbränt kärnbränsle med fartyget Sigyn. Inträffar olyckan i hamn ansvarar kommunen för räddningstjänsten, inträffar den till sjöss ansvarar sjöfartsverket och kustbevakningen.



Emballagets eller behållarens utformning bestäms av hur mycket strålning som innehållet sänder ut. Det finns två typer av behållare; A och B. Svaga strålkällor, t. ex. radioaktiva ämnen för bruk inom forskning och diagnostik i sjukvård, transporteras i typ A-behållare, som ska tåla normala transportförhållanden och mindre missöden. Även oanvänt kärnbränsle, uran, transporteras i en särskild typ av A-behållare. Om en olycka inträffar och A-behållaren går sönder så att innehållet kommer ut, uppstår ingen allvarlig strålningsfara eftersom strålnivån i närheten av innehållet är låg.

Ämnen i vars närhet strålnivån är hög, t. ex. använt kärnbränsle, transporteras i typ B-behållare. En typ B-behållare ska tåla både normala transportförhållanden och olyckor.

Behållarna ska märkas med etiketter som anger att innehållet är radioaktivt. Även transportfordonen ska ha skyltar om lasten innehåller ämnen som kan innebära mer än begränsad risk för strålning. Ett fordon kan dock transportera radioaktiva ämnen utan att behöva vara märkt, men det rör sig då om ämnen med mycket låga strålnivåer.

Kärnreaktor drivna fartyg

Det finns ett par olika typer av kärnreaktor drivna fartyg i drift. De är främst amerikanska, ryska, brittiska och franska militära ubåtar, sammanlagt drygt 200, samt drygt 10 övriga krigsfartyg, främst amerikanska hangarfartyg. Dessutom finns det några kärnreaktor drivna ryska isbrytare.

Reaktorerna ombord på ubåtar och isbrytare är betydligt mindre än normala kraftreaktorer, ofta omkring en tjugondel av en reaktor i ett svenskt kärnkraftverk.

Några kärnreaktor drivna ubåtar har sjunkit till havs och några ryska fartyg, mest ubåtar, ligger i hamnar inom Kola/Murmansk-regionen i väntan på att skrotas.

Kärnvapen

Kärnvapen finns hos de fem »klassiska« kärnvapenmakterna: USA, Ryssland och Kina vilka har vapen på land, ombord på flyg och ubåtar, samt Frankrike som har vapen endast på flyg och ubåtar samt Storbritannien som har vapen endast på ubåtar. Kärnvapen finns också i Indien och Pakistan.

Satelliter med kärnreaktorer samt andra mobila och fasta strålkällor

Reaktorer i satelliter används för att generera elektricitet till instrumenten ombord, inte för att driva satelliten framåt. När den ytterst tunna atmosfärens bromsande inverkan gjort att satellitens bana kryper närmare jorden och satelliten riskerar att återinträda i atmosfären och brinna upp, avskiljs reaktordelen från satelliten och skjuts upp i en högre bana, där den går i flera hundra år innan den återvänder till atmosfären. Minst 30 sådana äldre reaktordelar, huvudsakligen ryska, går i banor runt jorden. I vissa rymdsonder används batterier med radioaktiva ämnen (radionuklidbatterier) istället för reaktorer. (Värmen från de radioaktiva sönderfallen tas tillvara och omvandlas till elektricitet.)

I Ryssland övervägs användning av kärnreaktorer i ubåtar som ligger i hamn, kanske också reaktorer placerade på järnvägsvagnar och lastbilar, för att ge elektricitet till otillgängliga platser i t. ex. Sibirien.

I ett par fyrar utanför Baltikums kust, används batterier med radioaktiva ämnen för att driva ljuskällan. (Värmen från de radioaktiva sönderfallen tas tillvara och omvandlas till elektricitet.)



Vår strålmiljö

Vi kommer alla i kontakt med strålning i vårt dagliga liv. Strålningen kommer från både naturliga och konstgjorda strålkällor. Kunskap om strålningens effekter utgör grunden för skyddsåtgärder inom beredskapen.

I detta kapitel tas strålning upp ur synvinklar som är speciellt viktiga för beredskapen. (För att läsa mer om strålning: se tipsen om vidareläsning!)

Strålningen är en del av vår miljö

I vår naturliga miljö finns strålning, t. ex. från rymden och berggrunden. Dessutom använder vi människor strålningen för nyttiga ändamål inom forskning, sjukvård och industri (som nämnts i kapitel 2).

Ibland kan en kombination av naturen och mänskliga handlingar orsaka problem. Detta är fallet med radongas. När jorden bildades uppstod både stabila och instabila ämnen, dvs. radioaktiva ämnen. De kortlivade radioaktiva ämnena, alltså de med kort halveringstid, har sönderfallit men långlivade ämnen, som t. ex. uran, är kvar. Uran, som finns i berggrunden, sönderfaller – omvandlas – till andra radioaktiva ämnen som radium och gasen radon. Till slut blir det stabilt bly. Radon i berggrunden utgör i sig inte något större problem, men när man bygger hus på radonhaltig mark kan detta innebära en hälsofara när radonet kommer in i huset. Även dricksvatten kan innehålla radon. Problemen med för mycket radon i inomhusluften och dricksvattnet kan dock lösas med tekniska åtgärder (som ökad ventilation, radonsug, luftning av vattnet).

Markstrålningen varierar mellan orterna i Sverige. På vissa platser, t. ex. de bohusländska klipphällarna, är den 3-4 gånger högre än genomsnittet.

Kan man stänga av strålningen?

Nej, man kan inte stänga av strålningen från ett radioaktivt ämne. Ett radioaktivt ämne håller på att sönderfalla och därmed sända ut strålning ända från det att det skapats tills det har sönderfallit till ett stabilt ämne. Däremot kan man skärma strålningen med t. ex. bly.

Ja, man kan stänga av strålningen från en apparat, t. ex. en röntgenapparat, i vilken strålningen genereras med hjälp av elektricitet.

Kretslopp av radioaktiva ämnen i naturen

Kärnvapenexplosioner i atmosfären och olyckor i kärnkraftverk kan orsaka utsläpp av stora mängder radioaktiva ämnen. Det rör sig dels om lättflyktiga, radioaktiva ädelgaser, dels om ämnen i partikelform. Ämnena i partikelform bildar ett moln, som driver med vinden. Så småningom faller de ner på marken. Om det regnar, kan molnet »tvättas ur« och de radioaktiva ämnena faller ner på en mer begränsad yta.

De radioaktiva ämnena följer sedan samma kretslopp i naturen som likartade stabila ämnen. Skillnaden är att de radioaktiva ämnena sönderfaller och därigenom bestrålar omgivande materia. De radioaktiva ämnena tas upp av mikroorganismer, djur och människor i samma näringskedjor som andra ämnen. För en del ämnen tar det flera år att vandra genom hela näringskedjan till människan. Några radioaktiva ämnen och några näringskedjor har speciell betydelse för den stråldos människan får genom livsmedel. De viktigaste ämnena är jod-131, cesium-137 och strontium-90. Cesium liknar kalium och tas upp framförallt i muskler. Strontium liknar kalcium och tas upp framförallt i skelettet.

Jod-131 transporteras mycket snabbt genom näringskedjan gräs-ko-mjolk-människa. Om det fallit ner jod-131 på gräset efter en kärnkraftsolycka kan en ko som betar få i sig stora mängder jod. Mjölken kommer då att inom ett dygn innehålla jod. Om en människa dricker sådan mjolk, kommer joden in i kroppen och bestrålar den inifrån. Jodens halveringstid är åtta dygn, vilket innebär att den radioaktiva joden har försvunnit efter några månader.

Cesium-137 har en betydligt längre halveringstid, nämligen 30 år. Det innebär att cesium finns kvar i naturen flera hundra år efter ett utsläpp. Cesium förs ner några centimeter i marken med regnvattnet. I en del näringskedjor blir anrikning av cesium särskilt stor. Det gäller främst lav-ren-människa och plankton-insjöfisk-människa.

Strontium-90, med halveringstid 29 år, kommer in i näringskedjorna främst genom växter och så småningom via mjolk till människor. Strontium sprids i första hand vid kärnvapenexplosioner i atmosfären. Strontium sprids endast i liten mängd vid kärnkraftsolyckor.



Så här kan en näringskedja se ut: En ko äter gräs, som det fallit ned radioaktiva ämnen på. En del av dem går ut i mjölken. När en människa dricker mjölken, får hon dessa radioaktiva ämnen i sig.

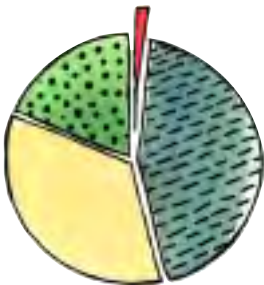
Kärnvapenprov





Fram till 1996, då det fullständiga provstoppsavtalet (som dock inte har undertecknats av alla länder) tillkom, har ungefär 2400 kärnvapenprov genomförts, de flesta av USA och dåvarande Sovjet. Radioaktiva ämnen från de prov som genomfördes i atmosfären under 1950-talet och i början av 1960-talet, främst radioaktivt cesium och strontium har spritts och fallit ned över hela världen, dock mest på norra halvklotet.

Stråldoser till allmänheten

Radon i bostäder är den strålkälla som står för den allra största delen av den årliga stråldosen till oss som bor i Sverige. Den näst största delen kommer från medicinska undersökningar och behandlingar. Därefter följer naturlig bakgrundsstrålning, som är strålning från rymden, solen, berggrunden samt de radioaktiva ämnen som människan har naturligt i kroppen. På sista plats kommer strålningen från övriga strålkällor som t. ex. nedfall från kärnvapenprov, Tjernobylyolyckan samt svenska och utländska kärnkraftverk.

Genomsnittsdosen till svensken från strålning är drygt 4 mSv, men den kan variera av olika orsaker. T. ex. kan en person som bor i ett hus som har mycket radon i inomhusluften, eller en person som har skador eller sjukdom som måste diagnostiseras eller behandlas med strålning få en högre årlig dos. Likaså kan en person som äter mycket renkött och insjöfisk från de områden som drabbades av mycket nedfall från Tjernobylyolyckan få en något högre dos.

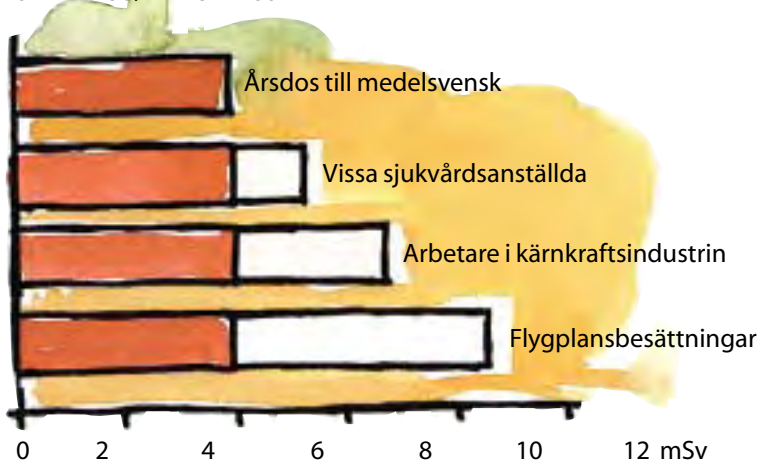


-  Radon i bostäder, ca 45%
-  Medicinska undersökningar och behandlingar, ca 35%
-  Naturlig bakgrundsstrålning, ca 19%
-  Övriga strålkällor, ca 1%

Svensken får normalt en årlig stråldos på ca 4 mSv. Större delen kommer från radon.

Personal i vissa yrken kan få en högre årlig stråldos än den genomsnittliga. De som arbetar med verksamheter med strålning, t. ex. inom sjukvården eller kärnkraftsindustrin, får vanligen ett tillskott till den vanliga stråldosen. Flygplansbesättningar får sin »yrkesdos« från kosmisk strålning.

STRÅLDOS/ÅR FÖR VISSA YRKEN



Stråldoser till yrkesverksamma

Personal inom sjukvården, kärnkraftsindustrin eller annan industri som använder strålning kan få en högre årsdos än den genomsnittliga. De som arbetar på svenska kärnkraftverk får t. ex. i medeltal en extra stråldos på cirka 3 mSv per år. Räddningstjänstpersonal kan komma att utsättas för strålning i sitt arbete. Det gäller främst under insatser vid olyckor i kärnkraftverk eller olyckor med transport av utbränt kärnbränsle. För räddningsarbete i syfte att rädda liv gäller inga dosgränser. För stråldoser över 50 mSv gäller

Joniserande strålning

Använd benämningen *joniserande strålning* och inte »radioaktiv strålning« om den strålning som radioaktiva ämnen sänder ut. Det är just jonisering som denna strålning åstadkommer, genom att den är så energirik att den kan slå bort elektroner från atomer och bryta upp kemiska bindningar, dvs. alstra joner.

Radioaktivitet är en storhet som anger hur många radioaktiva atomer som sönderfaller varje sekund. När radioaktiva ämnen sönderfaller utsänds joniserande strålning.

Joniserande strålning omfattar alfa-, beta- och gammastrålning från radioaktiva ämnen samt röntgenstrålning (från t. ex. röntgenapparater) och neutronstrålning (från t. ex. kärnklyvningar i en reaktor).

dock att insatsen ska göras av frivilliga och dessa ska ha god kännedom om insatsens strålrisker.

Strålskador

Joniserande strålning är så energirik att den kan förändra det som den träffar, t. ex. cellerna hos en människa. Då kan följande inträffa:

- cellerna skadas, men repareras
- cellerna skadas och repareras, men repareras »fel« så att de blir t. ex. cancerceller
- cellerna skadas så mycket att de dör (om många celler dör kan hela organ skadas och individens liv hotas).

Dessa effekter kan visa sig inom ett tidsintervall från några timmar till många år efter bestrålningen. Olika celler är olika känsliga för strålning. Ju snabbare delningshastighet celltypen har, desto känsligare är den. Blodbildande organ (som benmärg) och tarmslemhinna tillhör de som är mest känsliga för strålning. Dessutom är ögats lins känslig för strålning, t. ex. betastrålning. Foster är mycket känsliga för strålning.

Stråldoser

- 6 000 mSv till hela kroppen orsakar akut strålsjuka och är för de flesta en dödlig dos.
- 3 000 mSv till hela kroppen innebär 50 % risk att dö.
- 1 000 mSv till foster under de första tre månaderna innebär 40 % risk för utvecklingsskador.

Skadorna ovan orsakas av doser som man får på en gång vid ett enda tillfälle (engångsdoser).

Gränserna ovan gäller om den bestrålade personen inte får någon medicinsk behandling.

20 mSv innebär att risken att dö av cancer inom 50 år ökar med ungefär 0,1 %. Denna riskökning kan jämföras med att ungefär 20 % av den svenska befolkningen dör i någon form av cancer. 3 mSv är dosen till en patient vid magröntgen och 0,15 mSv är dosen vid lungröntgen.

Effekten av strålningen beror också på hur stor stråldosen är och om den bestrålade personen fått dosen vid ett enda tillfälle eller uppdelat på flera tillfällen. Om en stråldos erhålls under en längre tid, blir skadorna mindre än om en lika stor dos fås vid ett enda tillfälle. Kroppen får nämligen längre tid på sig att reparera skadorna på cellerna.

Akuta strålskador

Höga stråldoser på kort tid orsakar akut strålsjuka. Det är i första hand benmärgen (som bildar blodkropparna och därmed utgör kroppens försvar mot infektioner) och mag- och tarmslemhinnorna som skadas. Symptomen är illamående och kräkningar, som försvinner ganska snart. Efter några veckor utan symptom uppkommer feber, frossa, trötthet och infektioner. Dessa infektioner är inte en direkt reaktion på strålningen utan är en följd av att kroppens infektionsförsvar har försvagats genom att benmärgen är skadad. Den strålskadade måste få intensivvård för att inte dö. Mycket höga stråldoser skadar tarmen och centrala nervsystemet så allvarligt att den strålskadade inte har någon möjlighet att överleva.

Efter stråldoser på över 1000 mSv till hela kroppen uppstår symptom på akuta strålskador. Den som har fått en stråldos på 3000 mSv har 50 procents chans att överleva. Om stråldosen överstiger 6000 mSv är möjligheten att överleva ytterst liten. Med god medicinsk vård ökar överlevnadsmöjligheterna.

Sena strålskador

Strålning kan orsaka cancer och ärftliga skador (genetiska skador). Cancer kan uppträda från några år efter bestrålningen till flera decennier senare. När det gäller högre stråldoser vet man att risken att få cancer står i proportion till stråldosen. En ökad cancerrisk har kunnat påvisas då människor under en kort tid utsatts för stråldoser högre än 200 mSv. Man antar att ett proportionellt samband gäller även vid lägre stråldoser, men det finns inga statistiska bevis för detta. Det finns även andra problem med att fastställa eventuella samband mellan strålning och cancer. Effekterna av

Strålskador

Akuta, icke slumpmässiga skador

(deterministiska skador)

Exempel: akut strålsjuka

- Skadans svårighetsgrad ökar med stråldosen
- Uppkommer alltid om stråldosen överstiger ett visst tröskelvärde

Sena, slumpmässiga skador

(stokastiska skador)

Exempel: cancer

- Skadans svårighetsgrad ändras inte med stråldosen
- Sannolikheten för en skada ökar med stråldosen

låga stråldoser är svåra att skilja från andra effekter av påverkan från t. ex. miljön. Det är mycket svårt att knyta ett cancerfall till ett bestämt bestrålningsfall. Risken för att få ärftliga skador av strålning bedöms ligga ca tio gånger lägre än risken att få cancer.

Vilka stråldoser kan en eventuell *utländsk* olycka ge?

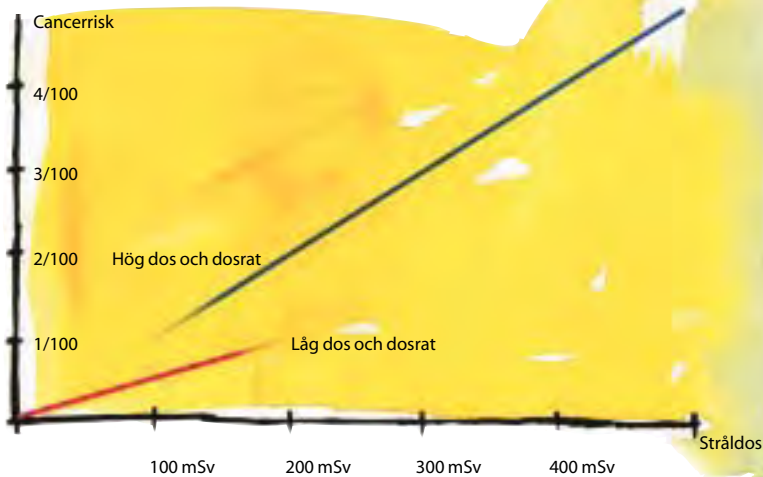
En eventuell utländsk olycka beräknas kunna ge de svenskar som drabbas en extra stråldos första året som motsvarar ungefär den dos som varje svensk får årligen. I det allra värsta fallet – ett stort utsläpp av radioaktiva ämnen och ogynnsamt väder – skulle de som drabbas kunna få en extra stråldos som motsvarar 10–30 »vanliga« årsdoser. För jämförelsens skull kan nämnas att det inte är sällsynt att personer som bor i radonhus får extra stråldoser som motsvarar 5 gånger en »vanlig« årsdos. Det förekommer att personer i radonhus får årsdoser som motsvarar 25 gånger en »vanlig« årsdos.

Stråldoserna skulle komma främst från radioaktiva ämnen som fallit ner på marken och från radioaktiva ämnen man får i sig med livsmedel.

Cancerrisk/personer

Riskbedömningar för sena skador bygger på statistik vid höga doser

Sannolikhet för att få cancer av strålning bedöms enligt hypotesen om det s. k. linjära sambandet. Man antar att sannolikheten för att få cancer, som kan leda till för tidig död, ökar rätlinjigt med ökande stråldos. Men det finns hittills inga statistiska belegg för att låga stråldoser skulle kunna orsaka cancer.



Vilka stråldoser kan en eventuell svensk olycka ge?

De svenska kärnkraftverken har utrustning för att fördröja utsläpp av radioaktiva ämnen upp till något dygn vid en olycka. Under vissa omständigheter kan dock utsläpp ske tidigare. Kärnkraftverken är dessutom utrustade med filter som fångar upp 99,9 procent av de radioaktiva ämnen som passerar filteranläggningen. Under förutsättning att de utsläpps begränsande åtgärderna fungerar fullständigt blir konsekvenserna relativt begränsade. Vid en härds smälta där utsläpps begränsningarna fungerar väl, kan dosen på 10 km avstånd i vindriktningen bli från någon till några tiotals mSv (0,25–10 ”vanliga” årsdoser) beroende på vädret och effektiviteten hos de utsläpps begränsande åtgärderna. Doser på ett ”värsta fall” (s.k. restriskolycka med mycket låg sannolikhet), där utsläpps begränsningarna inte fungerar, kan bli några hundra mSv första året på 10 km avstånd i vindriktningen vid torrt väder och upp till 1500 mSv vid nederbörd. Så höga doser skulle emellertid inte accepteras utan området måste utrymmas under ett antal år och saneras.

Ärftliga skador och fosterskador

Ärftliga eller genetiska skador är sådana skador som uppträder hos barn till föräldrar som har fått sina könsceller bestrålade. De har alltså med arvet mellan generationerna att göra. Ärftliga skador orsakade av strålning har kunnat påvisas i djurförsök, men inte hos människor. Man räknar emellertid med att de finns.

Fosterskador pga. strålning är inte genetiska. De orsakas av att fostret i moderlivet blir bestrålat.

Strålskydd

Det finns några enkla regler för att skydda sig mot strålning. Dessa gäller också för räddningstjänstpersonal vid en akut situation.

För bestrålning från en källa som är utanför kroppen, *extern bestrålning*, gäller:

- var på så stort *avstånd* som möjligt från strålkällan
- var så kort *tid* som möjligt i strålfältet
- ha en *skärm* mot strålkällan.

För att inte få i sig radioaktiva ämnen, som kan bestråla kroppen inifrån, *intern bestrålning*, gäller:

- använd andningskydd
- ta en jodtablett (Jodtabletten skyddar mot upptag av radioaktiv jod genom att mätta sköldkörteln med vanlig jod.)
- undvik att äta, dricka, röka, snusa eller applicera kosmetika vid vistelse i miljö med radioaktiva ämnen.

(Läs om skyddsåtgärder för allmänheten vid en kärnteknisk olycka i kapitel 8.)



Atomen är den minsta del av ett grundämne som har de för ämnet karakteristiska kemiska egenskaperna. Den består av en kärna som omges av elektroner. I kärnan finns en eller flera protoner, som är positivt laddade, och neutroner, som är oladdade. Elektronerna är negativt laddade.

Radioaktiva ämnen och joniserande strålning

Allting omkring oss, och vi själva, är uppbyggda av atomer. En atom består av en kärna som är omgiven av elektroner. I kärnan finns en eller flera protoner, som är positivt laddade, och neutroner, som är oladdade, dvs. neutrala. Kärnan är alltså positivt laddad. Elektronerna är negativt laddade. I en neutral atom finns det lika många protoner som elektroner, dvs. lika mycket plus- som minusladdning.

Är det för få eller för många neutroner i kärnan blir den instabil. En instabil kärna har ett överskott av energi. Atomkärnan gör sig av med detta överskott genom att sända ut energin i form av strålning. Denna strålning kallas *joniserande strålning*.

Den är så energirik att när den träffar en annan atom kan den slå loss elektroner ur denna. Atomen som träffats av strålningen får då ett underskott av elektroner och blir därmed en positivt laddad atom, en positiv jon. Atomen har blivit joniserad.

Ämnen med instabila atomer som sänder ut strålning kallas *radioaktiva ämnen*. När en radioaktiv atom gjort sig av med all sin överskottsenergi genom strålning blir det en stabil atom. Processen kallas radioaktivt sönderfall. Det radioaktiva ämnet sönderfaller. Man kan säga att det förbrukas ungefär som bränslet i en brasa. Precis som olika bränslen brinner olika snabbt sönderfaller olika radioaktiva ämnen med olika hastighet.

Den hastighet som det radioaktiva ämnet sönderfaller med anges i *fysikalisk halveringstid*. Det är den tid som det tar för hälften av antalet atomer i ett radioaktivt ämne att sönderfalla, dvs. att omvandlas till en annan typ av atomer genom att sända ut överskottsenergi i form av strålning. Efter en halveringstid återstår hälften av de ursprungliga radioaktiva atomerna, efter två halveringstider återstår hälften av hälften, dvs. en fjärdedel och så vidare.

Halveringstiden varierar för olika ämnen, den kan vara allt från en bråkdel av en sekund till flera miljarder år. Det går inte att påverka halveringstiden. Halveringstiden säger inte något om hur mycket ämnet strålar eller vilken skada det kan orsaka.

Biologisk halveringstid kallas den tid som det tar för ett ämne att avsöndras till halva mängden ur ett organ eller en levande varelse. Tiden varierar för olika växter, djur och människor. Den varierar dessutom med ålder, kön och individuella olikheter. Den biologiska halveringstiden går därför inte att uttrycka lika exakt som den fysikaliska halveringstiden.

Effektiv halveringstid kallas den tid som det tar för mängden av ett radioaktivt ämne, som kommit in i en människa, djur eller växt vid ett enda tillfälle, att minska till hälften i individen. Minskningen sker dels genom biologisk utsöndring, som uttrycks i biologisk halveringstid, dels genom radioaktivt sönderfall, som uttrycks i fysikalisk halveringstid. Dessa två processer pågår samtidigt och därför är den effektiva halveringstiden kortare än både den biologiska och den fysikaliska halveringstiden.

Isotoper

Atomer som har samma antal protoner tillhör samma grundämne.

Atomer som har samma antal protoner men olika många neutroner är *isotoper* av samma grundämne.

Isotoper benämns med dels grundämnets namn, dels en siffra som anger masstalet. Exempel: uran-235 och uran-238 vilka är två isotoper av grundämnet uran.

Masstalet är summan av antalet protoner och neutroner. Olika isotoper har alltså olika masstal.

En del isotoper är stabila, andra är instabila (radioaktiva) och sänder ut strålning.

Exempel på halveringstider

Plutonium-239:

24 100 år

Cesium-137:

30 år

Jod-131:

8,04 dygn

Becquerel och sievert

Enheten *becquerel* (Bq) används för att ange ett radioaktivt ämnes aktivitet, det vill säga antalet sönderfall per sekund.

1 Bq = ett sönderfall per sekund

Enheten *sievert* (Sv) används för att ange en stråldos. Oftast anges doserna dock i millisievert (mSv), en tusendels sievert eller i mikrosievert (μ Sv), en miljondels sievert.

Exempel på beräkning av stråldos

För att räkna ut vilken extern stråldos (i sievert) en aktivitet (i becquerel) orsakar måste man använda en omräkningsfaktor, som är speciell för varje radioaktivt ämne, och först multiplicera aktiviteten med denna faktor. Då får man fram strålnivån (ibland kallad dosrat). Sedan ska man multiplicera strålnivån med bestrålningstiden och korrigera för avståndet samt eventuell skärmning.

Extern bestrålning

För det speciella fallet »extern bestrålning från punktförmig gammastrålkälla« finns det en tumregel. En strålkälla betraktas som punktförmig om dess storlek är liten i förhållande till avståndet från den. Tumregeln är: multiplicera aktiviteten med en ämnesspecifik omräkningsfaktor, multiplicera därefter med bestrålningstiden samt korrigera för det faktiska avståndet från strålkällan (kvadratlagen).

Kvadratlagen

Kvadratlagen för punktförmiga gammastrålkällor: strålnivån avtar med kvadraten på avståndet. Exempel: om avståndet ökar tio gånger sjunker strålnivån till en hundradel.

Omvänt ökar strålnivån när man närmar sig strålkällan. Exempel: om avståndet halveras blir strålnivån fyra gånger så hög. Generellt gäller att strålnivån ökar ju närmare man kommer en strålkälla, som kan vara t. ex. ett av radioaktiva ämnen kontaminerat markområde eller en radioaktiv satellitdel. Kvadratlagen gäller dock bara specialfallet punktförmig gammastrålkälla. För andra strålkällor gäller mer komplicerade samband.

Intern bestrålning

När det gäller intern bestrålning genom intag av livsmedel kan följande koefficienter användas för personer äldre än 17 år:

	Jod-131	Cesium-134	Cesium-137	Strontium-89	Strontium-90
Doskoefficienter i mSv/ /kBq vid ålder >17 år	0,022	0,019	0,013	0,0026	0,028
intag i kBq som ger 1 mSv i dos	45	53	77	385	36

Människan kan utsättas för såväl extern som intern bestrålning.

Den externa bestrålningen kan t.ex. komma från radioaktiva ämnen som sprids med vinden eller som faller ned på marken. Intern bestrålning kan komma t.ex. från radioaktiv jod som släpps ut, kommer in i kroppen genom andningsluften eller via föda och med blodet förs till sköldkörteln, där joden ansamlas.



Antal sönderfall per tidsenhet kallas ämnets aktivitet. Aktiviteten anges i becquerel (Bq). Efter en halveringstid har aktiviteten minskat till halva värdet.

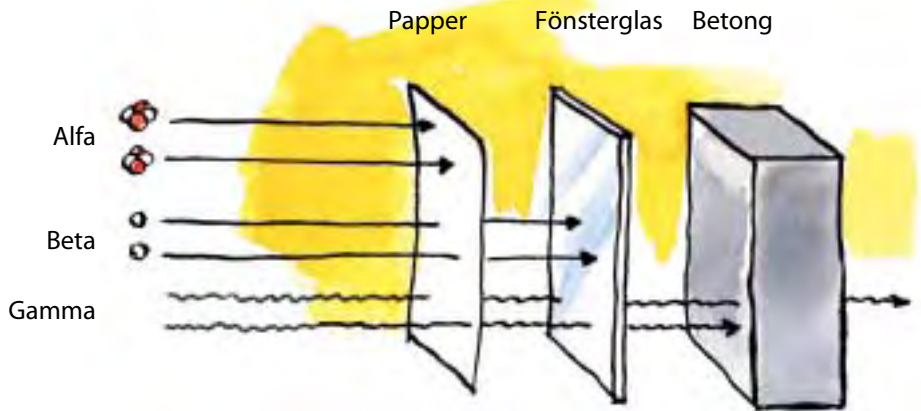
Den mängd energi som absorberas vid strålning kallas *stråldos*. Den anges i gray (Gy) för absorberad dos och i sievert (Sv) för effektiv dos.

En viss aktivitet orsakar en viss stråldos. Sambandet är komplicerat och det finns inga enkla formler som kan användas generellt för att översätta från aktivitet uttryckt i becquerel till stråldos uttryckt i sievert.

Joniserande strålning kan inte uppfattas med våra sinnen, utan vi måste använda instrument för att upptäcka och mäta den. Det finns olika typer av joniserande strålning:

- alfa-, beta- och neutronstrålning som är partikelstrålning, dvs. partiklar som kastas ut ur atomkärnan
- gammastrålning vilken liksom röntgenstrålning är en elektromagnetisk vågrörelse av samma typ som synligt ljus och radiovågor.

Alfastrålning når bara några centimeter i luft och kan inte tränga igenom huden, men kan skada om det alfastrålande



Olika typer av strålning har olika genomträngningsförmåga. Alfastrålning stoppas av ett papper och betastrålning av fönsterglas, spånskiva eller tjocka kläder. Gammastrålning däremot kan behöva flera meter tjock betong för att kraftigt minskas.

ämnet kommer in i kroppen – med inandningsluft eller födoämnen. Alfastrålning stoppas av ett papper.

Alfastrålning är inte gränssättande för räddningsarbetet. Det räcker med att skydda sig med vanliga överdragskläder och skyddsmask.

Betastrålning når mellan ett par centimeter och upp till ca 20 meter i luft. I kroppsvävnad når den ungefär upp till en centimeter. Betastrålande ämnen kan orsaka brännskador vid direktkontakt med hud. Den största risken med betastrålning uppkommer dock om det betastrålande ämnet kommer in i kroppen. Betastrålning stoppas med fönsterglas eller spånskiva eller tjocka kläder.

Betastrålning är inte gränssättande för räddningsarbetet. Det räcker med vanliga skyddskläder och skyddsmask för att stoppa betastrålning.

Gammastrålning har vanligen större genomträngningsförmåga än alfa- och betastrålning. Det kan krävas upp till decimetertjocka blyskikt eller metertjock betong eller flera meter vatten för att kraftigt minska gammastrålning.

Gammastrålning blir oftast gränssättande för räddningsarbetet. Teknik och taktik vid en räddningsinsats måste anpassas till gammastrålningens verkan.

Röntgenstrålning i medicinsk användning är strålning av samma typ som gammastrålning, men den produceras på elektrisk väg och upphör omedelbart när strömmen bryts. Den röntgenstrålning som används vid röntgenunder-

Stråldos

När strålning växelverkar med materia, t.ex. en människokropp, överförs energi från strålningen till materian. Stråldos är ett mått på den mängd energi som absorberas per massenhet. Stråldos mäts i gray (Gy).

I strålskyddssammanhang vill man ofta veta vilken biologisk effekt en viss stråldos ger. Därför multiplicerar man stråldosen med strålnings- och organspecifika faktorer och får fram den effektiva stråldosen som anges i sievert (Sv)

sökningar inom sjukvården har liten genomträngningsförmåga jämfört med den gammastrålning som förekommer vid en kärnkraftsolycka.

Neutronstrålning har stor genomträngningsförmåga. Neutronstrålning avges vid kärnklyvningar, alltså i kärnkraftverk och vid kärnvapenexplosioner. Neutronstrålningen upphör så fort reaktorn stängts av. I kärnkraftverk används vatten för att stoppa neutronstrålning. Neutronstrålning når inte utanför reaktorinneslutningen. Neutronstrålning är inte gränssättande för räddningsarbetet så länge reaktorinneslutningen är intakt.



Vad kan hända?

Strålning kan skada och det finns risker vid verksamhet med strålning. Kärntekniska olyckor kan få stora konsekvenser. Därför måste vi ha en beredskap.

Risker och säkerhetsarbete

Den olyckstyp som innebär de värsta konsekvenserna för människor och miljö är en olycka i ett kärnkraftverk med stora utsläpp av radioaktiva ämnen. Därför ställer samhället höga krav på kärnkraftverkens säkerhet.

För god säkerhet vid kärnkraftverk krävs:

- en säkerhetskultur, dvs. den förståelse och det engagemang som behövs hos berörda organisationer och individer för att säkerhetsprinciper ska tillämpas i praktiken
- olika tekniska och administrativa system för att anläggningen ska vara tät och hållbar, att radioaktiva ämnen inte ska släppas ut till omgivningen etc.

Utvecklingen av säkerhetspraxis har varit ungefär densamma i Sverige som i övriga västvärlden. Svenska reaktorer har en konstruktion som har stora marginaler till bränsleöverhettning. För alla viktiga funktioner finns minst två parallella system. Dessutom finns som extra säkerhet system som kan användas för flera funktioner. Reaktorerna i väst har med få undantag en reaktorinneslutning som minskar risken att radioaktiva ämnen ska sprida sig till omgivningen vid en olycka. I öst råder det annorlunda förhållanden. Anläggningarnas ålder, konstruktion och säkerhet varierar avsevärt. Framförallt saknar de reaktorinneslut-

*Tjernobyl en tid
efter olyckan
i april 1986.*

ning. EU, USA och många enskilda västländer har under 90-talet verkat för att höja säkerheten i Östeuropas kärnkraftverk. Sverige medverkar i olika samarbetsprojekt för ökad säkerhet på kärnkraftverk i Litauen och Ryssland (i S:t Petersburg och på Kola).

Hotet från kärnvapen kanske inte har ändrats så mycket rent tekniskt, det fullständiga provstoppsavtalet 1996 till trots. Politiskt anses det dock ha skett så stora förändringar att det finns ett mycket stort motstånd i alla länder mot användningen av kärnvapen. Sveriges linje är att i första hand vara beredd att möta hotet från kärnvapenexplosioner i vår närhet och nedfallet från sådana. Explosioner i utlandet kan bara orsaka akut livshotande stråldoser i Sverige om explosionen sker nära landets gräns eller om det sker många samtidigt explosioner inom något hundratal mil från Sverige. Däremot kan så mycket radioaktiva ämnen falla ner på marken att det blir problem inom jordbruket och livsmedelsförsörjningen och en ökad risk för sena skador (cancer) hos befolkningen.

Olycka vid kärnkraftverk i Sverige

Om en olycka i ett svenskt kärnkraftverk inträffar är det sannolikt att det dröjer en längre tid mellan inledande händelse och ett eventuellt utsläpp. Ett sådant förhållande »*hot om utsläpp*« kan vara upp till flera veckor. Under denna tid är den nationella beredskapen aktiverad.

Faktorer som är avgörande för haveriets förlopp och konsekvenser är:

- reaktorhårdens kylning och resteffekt (upphettning av kärnbränsle)
- barriärernas funktion och betydelse på typ av läckage
- tiden
- avskiljande mekanismer i säkerhetssystemet
- vädersituationen.

En närmare beskrivning av hur ett haveri kan se ut och vad som avgör förloppet och konsekvenserna kan erhållas från Kärnkraftinspektionen (SKI).

Ett av de haveriexempel som har studerats och analyserats särskilt noga vid alla svenska kärnkraftverk är exemplet

med totalt bortfall av elkraft. Vid ett bortfall av elkraft stoppas de flesta system- och säkerhetsfunktioner.

För att förebygga elbortfall har varje reaktorblock utrustats med möjlighet till kraftförsörjning från två yttre oberoende högspänningsnät samt två oberoende gasturbindrivna generatorer samt två till fyra dieselgeneratorer. (De olika verken har något olika uppbyggnad av elsystemen.) Dessutom kan instrument, kontrollsystem och viss annan utrustning t.ex. ventiler försörjas från stora batterisystem med ström för flera timmar. Det är alltså väldigt mycket som måste »gå fel« innan det blir ett totalt bortfall av elkraft.

Exempel

Ett allvarligt haveri i en svensk kokvattenreaktor där samtliga säkerhetssystem fallit bort skulle kunna se ut så här:

1. All elkraftförsörjning inklusive all reservkraft till reaktorn avbryts av någon anledning. Elkraft är nödvändig för att t. ex. driva kylvattenpumparna. (Exemplet förutsätter att det samtidigt inträffar flera av varandra oberoende fel i anläggningen. Ingen av de förberedda och övade motåtgärderna antas heller fungera.)
2. Reaktorn snabbstoppas med det hydrauliska snabbstoppsystemet, som är oberoende av elkraft, och all kedjereaktion upphör.
3. Det vatten som är kvar i reaktortanken kokar snabbt bort av den resteffekt som bränslet utvecklar. (Resteffekten är den värme som åstadkoms av de radioaktiva klyvningsprodukterna i bränslet.) Kylvatten kan inte tillföras eftersom alla pumpar är ur funktion.
4. Temperaturen i bränslet börjar stiga och efter 10–15 minuter har bränslets kapslingsrör skadats.
5. Efter cirka en timmes torrläge börjar bränslehårdens centrala delar att smälta. Hårdsmältan rinner successivt ned på reaktortankens botten och smälter efter ett par timmar igenom tankbotten.
6. Smältan rinner ned i den kondensationsbassäng som finns längst ned i reaktorinneslutningen. Där kyls smältan av bassängvattnet vilket medför att ånga bildas och tryck och temperatur i inneslutningen stiger. Vatten kan

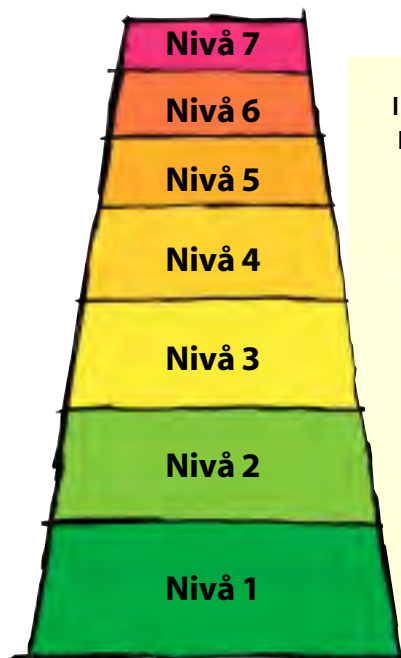
pumpas in i inneslutningen med dieseldrivna brandvattenpumpar tills hela inneslutningen är fylld med vatten. I bästa fall är smältan därmed tillräckligt kyld och händelseutvecklingen stannar med detta.

7. Men trycket i inneslutningen kan ha stigit så mycket att det omkring ett eller två dygn efter det att elkraftbortfallet inträffade måste avlastas (genom en säkerhetsventil) till reaktorinneslutningens filteranläggning. (Det är ett betongkärl dit ånga och kvävgas från inneslutningen kan släppas in för att minska trycket. Den innehåller vatten eller sten.) Avlastningen sker automatiskt. Gaserna tvättas rena från radioaktiva ämnen i filteranläggningen innan det släpps ut till omgivningen. 99,9 procent av de radioaktiva ämnen, som sitter på partiklar och som kan ge markbeläggning efter en olycka, beräknas bli kvar i inneslutningen och framförallt i filteranläggningen med detta system.

Från den inledande händelsen och alarmeringen av beredskapsorganisationen till tidpunkten för utsläpp 24–48 timmar senare har kraftverkspersonalen med alla medel försökt återetablera strömförsörjningen och kylningen av bränslehärden. Beredskapsorganisationen har haft 24 timmar eller mer för att samlas, besluta och genomföra skyddsåtgärder innan utsläppet sker.

I detta tänkta haveriförlopp uppfylls det krav som ställs på de svenska kärnkraftverken om att inte mer än 0,1 procent av de radioaktiva ämnena får släppas ut till omgivningen vid en olycka. Undantagna från detta krav är de lättflyktiga radioaktiva ädelgaserna, eftersom de inte fastnar i några filter utan bara fördröjs på sin väg ut. Men de ger höga stråldoser bara i verkets omedelbara närhet. Ädelgaserna faller inte ned på marken och kan därmed inte heller förhindra fortsatt användning av marken.

De skyddsåtgärder som kan bli aktuella vid en sådan olycka är utrymning av närområdet, inomhusvistelse och intag av jodtabletter i inre beredskapszonen. Några akuta skador inträffar inte utanför kraftverksområdet.



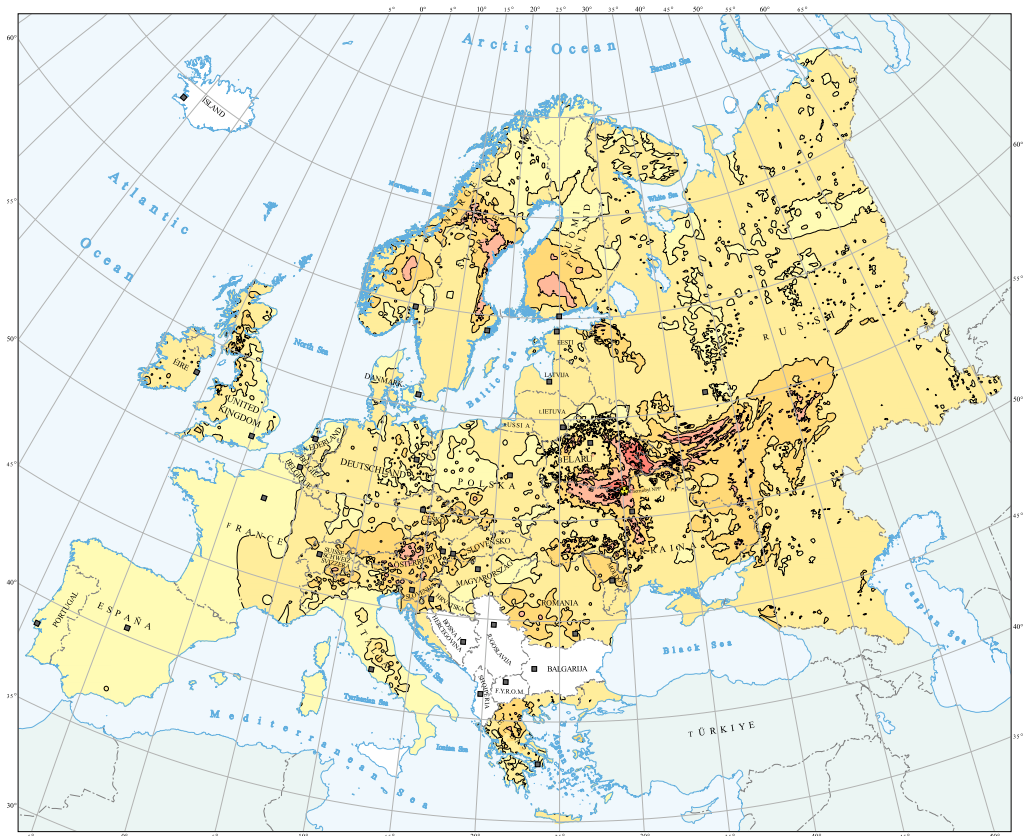
INES – talar om hur allvarlig olyckan är

För att lättare kunna informera allmänheten om hur allvarlig en kärnteknisk olycka är, har en skala motsvarande Richter-skalan för jordbävningar tagits fram. Skalan kallas INES, vilket är en förkortning för: International Nuclear Event Scale (internationell skala för kärnenergi händelse). Skalan är logaritmisk, vilket innebär att varje nivå indikerar en tio gånger så allvarlig olycka som nivån under.

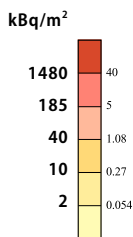
En första INES-värdering av en händelse görs av den som har tillståndet att driva den kärntekniska anläggningen där händelsen inträffat. Denna värdering prövas sedan vad gäller svenska anläggningar av Kärnkraftinspektionen, som fastställer en slutlig INES-klassificering.

Sverige har använt denna skala sedan 1991 och har i likhet med många andra länder kommit överens med IAEA att rapportera alla händelser i landet som klassificeras som INES 2 eller högre. Rapporteringen görs av Kärnkraftinspektionen.

nivå 7	Stor olycka, mycket stort utsläpp av radioaktiva ämnen. Enda exemplet: Tjernobylolyckan 1986
nivå 6	Allvarlig olycka, stort utsläpp av radioaktiva ämnen
nivå 5	Olycka med risker för omgivningen, begränsat utsläpp av radioaktiva ämnen Exempel: Harrisburgolyckan 1979
nivå 4	Olycka utan betydande risker för omgivningen, litet utsläpp av radioaktiva ämnen, allmänheten utsätts för stråldoser inom föreskrivna gränser
nivå 3	Allvarlig händelse, mycket litet utsläpp av radioaktiva ämnen, allmänheten utsätts för mycket små stråldoser inom föreskrivna gränser
nivå 2	Händelse (incident)
nivå 1	Avvikelse



Cesium -137 från kärnvapenprov och Tjernobylolyckan



Inga uppgifter

Huvudstad

Olycka vid kärnkraftverk i vårt närområde

De flesta av kärnkraftverken i öst, t.ex. Ignalina och Leninogradverket har inte den heltäckande gastäta typ av mycket kraftig inneslutning som de svenska verken har och inte heller de svenska verkens anslutande filtersystem. Därför blir konsekvenserna värre om en olycka, som medför radioaktiva utsläpp, inträffar i dessa kärnkraftverk.

Olycka vid transport av radioaktiva ämnen

Eftersom det sker så många transporter med radioaktiva ämnen går olyckor inte helt att undvika. Konsekvenserna behöver dock inte bli allvarliga. De flesta transporterade ämnen är sådana att strålningen från dem inte kan ge stora stråldoser, även om förpackningen går sönder och innehållet läcker ut. Sådana ämnen får transporteras i typ A-behållare. Vanliga sådana ämnen är jod-131 och teknetium-99m

*Motstående sida:
Radioaktiva ämnen
spreds över stora delar
av Europa vid olyckan i
Tjernobyl. Bilden visar
hur mycket cesium-137
som fanns kvar år 1996
från kärnvapenprov
och Tjernobylolyckan.
Halveringstiden för
cesium-137 är 30 år.
De mest sannolika
skadorna på männis-
kor, speciellt vid en
utländsk olycka, är
cancer orsakad av
strålning från radio-
aktiva ämnen som fallit
ned på marken och
från radioaktiva
ämnen som man får i
sig genom livsmedel,
t. ex. cesium. Det kan
krävas arbete med
restriktioner för jord-
bruk och livsmedel
under en lång tid efter
en olycka.*

som används på sjukhus samt kobolt-60 och cesium-137 som används i industri.

Starka strålkällor, använt kärnbränsle, reaktorkomponenter och liknande måste transporteras i typ B-behållare, som ska tåla att utsättas för olyckor utan att gå sönder. Endast extremt svåra olyckor kan leda till allvarliga strålningsrisker.

Olycka med kärnreaktor drivna fartyg

De kärnreaktor drivna ubåtarna och isbrytarna trafikerar oftast glest befolkade områden. Endast en olycka vid bränslebyte, vilket sker i hamn, anses kunna medföra allvarliga konsekvenser för människor och miljö. De ubåtar som sjunkit ute till havs anses inte utgöra någon fara för omgivningen. Det ligger ett stort antal ryska fartyg, mest ubåtar, i hamnar inom Kola/Murmansk-regionen och väntar på att skrotas. Ombord på fartygen och iland förvaras använt bränsle och stora mängder annat radioaktivt avfall, både lågaktivt och högaktivt. En del har dumpats i havet. Några av ubåtarna är svårare än andra att skrota på grund av att det har inträffat olyckor ombord. Säkerheten vid förvaringen kan ifrågasättas. Det betraktas visserligen som ett lokalt problem, men kan också sägas vara ett etiskt miljöproblem.

Olycka med satelliter med kärnreaktorer

Om en satellit med kärnreaktor störtar, skulle delar av satelliten kunna spridas över stora områden, kanske flera län. Strålnivån nära satellitdelarna kan vara mycket hög. Människor kan få stora stråldoser om inte satellitdelarna lokaliserar snabbt. Risken för att en kärnreaktorutrustad satellit ska störta har dock minskat eftersom sådana inte längre skjuts upp.

Olycka med kärnvapen

Efter vad man känner till har kärnvapen en mycket hög säkerhet mot oavsiktlig utlösning. Därmed är risken mycket liten för att bomberna ska explodera och kärnenergi ska frigöras om det inträffar en olycka, t. ex. om en bomb tappas från ett flygplan. (Det har inträffat att bomber har tappats

och att de har brunnit.) Däremot kan det konventionella sprängmedlet, som också finns i bomben, detonera och då sprids bombens klyvbara ämne, som kan vara plutonium.

De flesta av världens länder har undertecknat det fullständiga provstoppsavtalet 1996. Några länder står utanför avtalet. Avtalet har därför inte vunnit laga kraft i strikt mening. Kärnvapenhotet bedöms i alla fall ha minskat. Det politiska priset för att bryta avtalet anses vara mycket högt. De etablerade kärnvapenländerna USA, Ryssland, Frankrike, Storbritannien och Kina avvecklar eller flyttar landbaseerade vapen till färre baser. Vapen finns fortfarande ombord på ubåtar och flyg. Eftersom kärnvapenmakterna tycks föredra modellen med kärnvapen ombord på kärnreaktor-drivna ubåtar utvecklas dessutom nya ubåtar. Och fler länder, som t. ex. Indien och Pakistan, skaffar sig kärnvapen.

Olycka vid användning av radioaktiva ämnen

Radioaktiva ämnen används som strålkällor för olika ändamål inom industri, sjukvård och forskning. De sitter normalt fast i en apparat med strålningen avskärmad när apparaten inte används. Om strålkällan lossnar blir det problem. Strålkällor som används t. ex. för radiografering (att röntgasvetsfogar) kan orsaka höga stråldoser till människor i närheten om källan är oskärmad. Utrustningar för radiografering kan vara mobila och används ofta på kärnkraftverk, varv och liknande. Likaså kan strålkällor i apparater för behandling av cancer, t. ex. koboltkanoner, orsaka mycket höga stråldoser om de kommer på avvägar. Radioaktiva ämnen som används för diagnostik inom sjukvården är betydligt mindre farliga. De flesta strålkällor som används för mätning i industrier sitter fast monterade. De är väl inkapslade och relativt ofarliga även efter ett missöde eller en brand.

Det finns dock en typ av anläggning som är potentiellt farlig och riskabel för människan att vistas i. Det är anläggningar där man steriliserar t. ex. engångsmaterial för sjukvård. Det har inträffat dödsolyckor i utländska steriliseringsanläggningar. Även de delar av ett kärnkraftverk som ligger närmast reaktorn är farliga, men de är inte åtkomliga under drift.

Exempel på inträffade olyckor

Göteborg 1987

En olycka med radioaktivt ämne inträffade vid lossning av en godsvagn vid Göteborgs centralstation. Ett godspaket föll ned på perrongen. Truckföraren upptäckte inte detta utan körde över paketet, som krossades. Truckföraren tog upp paketet, lade tillbaka det på vagnen och körde det till urlastningskajen via godshanteringen. Därefter flyttade han paketet med händerna från vagnen till lastkajen.

Paketet var märkt enligt föreskrifterna för radioaktivt material. Av fraktsedeln framgick att paketet innehöll radioaktivt tallium, Tl-201, med en sammanlagd aktivitet 240 MBq, som skulle till ett av sjukhusen i Göteborg. En del av det radioaktiva ämnet hade läckt ut. Det som läckt ut hade en aktivitet av ca 10 MBq. Perrongen, trucken med vagn och truckföraren måste mätas och saneras. Det trasiga paketet och saneringsavfallet fördes till ett av sjukhusen för att tas om hand. Inga personer kom till skada av strålningen från det radioaktiva ämnet.

Goiânia 1987

I Goiânia i Brasilien inträffade 1987 en olycka som krävde fyra dödsoffer och gav nästan 250 personer höga stråldoser, vilket beräknas orsaka ett tiotal cancerfall. En kapsel med cesium-137 som använts som strålkälla i en strålkärl för medicinsk terapibehandling stals från ett sjukhus som höll på att läggas ned. Kapseln demonterades och innehållet, cesiumpulver som avgav ett blått sken, delades ut till människor som smorde det på huden och svalde det.

Kiisa 1994

En strålkälla med cesium-137 skadade flera personer i den lilla byn Kiisa i Estland 1994, en av dem så allvarligt att han dog av stråldosen. Strålkällan härstammade antagligen från en anläggning för sterilisering och hade hamnat i ett avfallslager. Därifrån stals den. Tjuven sålde den värdefulla metallen som omgav källan och bar först källan i sin jackficka innan han tog den med hem, där den bestrålade hela familjen.

Kosmos-satelliterna 1978 och 1983

En del av de sovjetiska satelliterna i Kosmos-serien har haft kärnreaktorer ombord. Vid tre tillfällen har man tappat kontrollen över sådana satelliter. 1978 brann och störtade Kosmos 954 i Kanada efter det att man misslyckats med att skjuta iväg reaktordelen i en högre bana. Stora bitar från satelliten och starkt radioaktiva partiklar från reaktorhärden återfanns över en mycket stor yta. Även mycket små fragment från satelliten hade så hög aktivitet att de hade kunnat orsaka akut strålsjuka.

Kosmos 1402 höll 1983 på att falla ner på jorden efter att man misslyckats med att skjuta iväg reaktordelen högre upp. Hotet orsakade stora beredskapsinsatser bl. a. i Sverige eftersom satellitens bana vid vissa tillfällen gick just över oss. Själva satellitdelen föll ner i Indiska Oceanen, reaktorn brann och förgasades någonstans över Sydatlanten.

(Med Kosmos 1900 lyckades man 1988 att få iväg reaktordelen upp i en bana på ca 720 km:s höjd. Resten av satelliten inträdde i atmosfären över Indiska oceanen.)

Harrisburg 1979

I mars 1979 inträffade en olycka i en tryckvattenreaktor i kärnkraftverket Three Mile Island som ligger 15 km från Harrisburg i Pennsylvania i USA. Haveriet startade med att en ventil fastnade. Mänskligt felhandlande och tekniska fel förvärrade situationen. Personalen tappade kontrollen över vattenkylningen av härden. Delar av härden smälte ner, men till slut fick man igång kylningen. En stor mängd radioaktiva ämnen hade dock frigjorts från bränslet och kom ut i reaktorinneslutningen. Denna höll emellertid och utsläppet till omgivningen blev mycket litet. De högsta individdoserna har beräknats vara ca 1 mSv. Antalet cancerfall uppskattas till ett par fall under de närmaste 50 åren.

Tjernoby 1986

I april 1986 inträffade katastrofen i en av kärnkraftverket Tjernobyls reaktorer i Ukraina. Under en test av en del av säkerhetssystemet, då flera andra säkerhetssystem var bortkopplade, började reaktorn att skena på grund av svagheter i konstruktionen och felgrepp av operatörerna. Effekten steg våldsamt, kylvattnet kokade bort, trycket ökade, härden exploderade och frilades, grafiten som omgav bränslet i härden började brinna. Radioaktiva ämnen steg mycket högt

upp på grund av den höga värmen och spreds över stora delar av Europa med de rådande vindarna under tio dygn efter olyckan.

31 människor dog, några när reaktorn exploderade men de flesta när de deltog i räddningsarbetet. Hundratals brandmän och anställda vid verket fick akuta strålskador. Över 800 barn i Vitryssland, Ukraina och delar av Ryssland har (till och med 1999) fått sköldkörtelcancer. De flesta har dock kunnat botas. Drygt 100 000 personer har evakuerats. Radioaktiva ämnen kommer att finnas kvar länge inom stora områden.

Tjernobylnedfallet i Sverige medförde inga akuta skador. Risken för att dö av cancer har sannolikt ökat något i hela Europa, i Sverige med 0,003 procent.



Roller och ansvar

Beredskapen mot kärntekniska olyckor är ett rikstäckande nätverk. I det ingår länsstyrelserna, kommunerna, lands-tingen, centrala expertmyndigheter, kärnkraftverken m. fl.

Vem ansvarar för vad?

I beredskapen mot kärntekniska olyckor med utsläpp av radioaktiva ämnen finns följande ansvarsfördelning:

Länsstyrelsen

Ansvarar för att det finns en beredskapsplan för räddningstjänst vid olycka med utsläpp av radioaktiva ämnen från kärnteknisk anläggning, vare sig den ligger i Sverige eller i utlandet. Länsstyrelsen har ansvaret för räddningstjänsten (statlig räddningstjänst) vid en sådan olycka och utser en räddningsledare samt upprättar räddningsledning med stab. Med stöd av underlag från olika expertmyndigheter beslutar länsstyrelsen om varning, information och råd till allmänheten samt om åtgärder för skydd av människor, djur och miljö. Länsstyrelsen beslutar om strålningsmätningar och sanering. I län med kärnkraftverk har länsstyrelsen dessutom ansvaret för alarmering, utdelning av jodtabletter samt utrymning. Länsstyrelsens ansvarar även för samordning av all information till allmänheten.

Kommunen

Ansvarar för information till kommunens invånare samt för att utföra strålningsmätningar. Kommunen ansvarar för mottagande och inkvartering vid utrymning. Kommunen medverkar också vid sanering efter en kärnteknisk olycka.

Beredskapen kan behöva hantera allt från att dementera rykten om olyckor till akuta räddningsinsatser och beslut om mångåriga restriktioner för jordbruket.

Landstinget

Ansvarar för medicinsk katastrofberedskap i länet.

Kärnkraftverken

Ansvarar för samtliga säkerhetsåtgärder inom kärnkraftverkets område. Vid olycka larmar kraftverket via sos Alarm länsstyrelsen, Kärnkraftinspektionen, Strålskyddsinstitutet och polisen samt varnar de närboende. Kraftverkets uppgift är att föra anläggningen till ett säkert läge, skydda den egna personalen och minimera utsläpp av radioaktiva ämnen i omgivningen i syfte att skydda de närboende. Kraftverket informerar fortlöpande länsstyrelsen, expertmyndigheter och massmedier om händelseutvecklingen.

sos Alarm

Svarar för alarmering av räddningstjänstorganisationen på uppdrag av länsstyrelsen och bistår med tekniskt samband.

Sveriges Radio AB, Sveriges Television AB, TV4 AB, kommersiella radiokanaler

Har ansvaret att sända varnings- och informationsmeddelanden vid räddningstjänst samt myndighetsmeddelande.

Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI)

Har ansvaret för att länsstyrelsens räddningsledning och andra expertmyndigheter fortlöpande får väderprognoser. SMHI tar emot larm vid en utländsk kärnteknisk olycka.

SMHI är främst expertmyndighet till Strålskyddsinstitutet, och har ständig beredskap för att göra dagliga beräkningar av spridningen av utsläpp från en kärnteknisk olycka i Sverige eller utomlands. SMHI sänder på begäran en meteorolog till Strålskyddsinstitutet eller länsstyrelsen i det drabbade länet.

Kärnkraftinspektionen (SKI)

Ansvarar för tillsyn av all kärnteknisk verksamhet. Tillsynsansvaret gäller kärnreaktorer och andra kärntekniska anläggningar samt annan hantering av kärnämnen och kärnavfall. SKI svarar för tekniska analyser och bedömning

av utsläpp vid en kärnteknisk olycka. SKI bistår drabbad länsstyrelse med teknisk hotbild. SKI bedömer om det kan bli ett utsläpp av radioaktiva ämnen, när det i så fall förväntas ske, hur stora mängder av radioaktiva ämnen som kan komma ut och hur länge utsläppet kan förväntas pågå. Vidare medverkar SKI i arbetet med att stabilisera läget på kraftverket.

Strålskyddsinstitutet (SSI)

Ansvarar för tillsyn över all användning av joniserande strålning. SSI organiserar den nationella strålskyddsberedskapen och utbildar personal inom beredskapen. Vid en kärnteknisk olycka samordnar expertmyndigheternas representanter i SSI:s beredskapsorganisation informationen från de centrala expertmyndigheterna till länsstyrelserna. SSI beräknar det troliga nedfallet, leder och samordnar de nationella mätresurserna, analyserar resultaten från strålningsmätningarna, analyserar vilka effekter strålningen från en olycka kan få, anger konsekvenser av olyckan för människor och miljö och ger råd om åtgärder för att minska strålningens verkningar samt ger information till medier och allmänhet. SSI svarar dessutom för en nationell expertgrupp för sanering efter radioaktiva utsläpp från kärntekniska anläggningar.

Socialstyrelsen (SoS)

Har tillsynsansvar för medicinsk katastrofberedskap och ger medicinska råd till landsting. En medicinsk expertgrupp (MEG) placerad av SoS hos SSI:s beredskapsorganisation svarar för att samordna och säkerställa den medicinska informationen nationellt, regionalt och lokalt till allmänheten i samråd med länsstyrelsen och landstinget.

Jordbruksverket

Är expertmyndighet inom jordbruket och rennäringen. Verket stöder länsstyrelserna med rekommendationer och meddelar vid behov föreskrifter för att begränsa förekomsten av radioaktiva ämnen i jordbruksprodukter m. m., för att upprätthålla djurskyddet och för att i övrigt begränsa konsekven-

serna av nedfallet. Verket kommer bl. a. att administrera ett eventuellt system för ekonomisk ersättning till enskilda jordbrukare m. fl.

Livsmedelsverket (SLV)

Ansvarar för livsmedelsfrågor som gränsvärden för radioaktiva föroreningar i livsmedel. Livsmedelsverket svarar för information till allmänheten om livsmedelsfrågor efter en kärnteknisk olycka och stöder länsstyrelsen med råd för regional information.

Räddningsverket (SRV)

Är en central förvaltningsmyndighet för frågor om räddningstjänst. Verket har samordningsansvaret för beredskapsplanering mot kärntekniska olyckor och utövar tillsyn över regional beredskapsplanering. Räddningsverket har samordningsansvar för organisation, alarmering, ledning, samband, information, utrymning, utbildning och övning samt utveckling av beredskapen. Räddningsverket samordnar dessutom planeringen på regional nivå för sanering efter utsläpp av radioaktiva ämnen från kärntekniska anläggningar. Vidare fördelar Räddningsverket medel till beredskapen och bistår med teknisk utrustning.

Rikspolisstyrelsen (RPS)

Är central förvaltningsmyndighet för polisväsendet. Rikspolisstyrelsen har en i huvudsak rådgivande, stödjande och samordnande roll inom polisorganisationen. De regionala polismyndigheterna har det operativa ansvaret för polisverksamheten i beredskapen mot kärntekniska olyckor.

Arbetskyddsstyrelsen (ASS)

Ansvarar för information och råd i frågor som har med arbetsmiljö och arbetarskydd att göra efter en kärnteknisk olycka, utarbetar föreskrifter för arbetsmiljö.

Yrkesinspektionen (YI)

Ansvarar för tillsyn av att arbetsgivare uppfyller sitt ansvar enligt arbetsmiljölagen.

Kustbevakningen (KBV)

Ansvarar för miljöräddning till sjöss och bistår länsstyrelsen med bl. a. att varna sjöfarande.

Sjöfartsverket (SjöV)

Ansvarar för livräddning till sjöss och bistår länsstyrelsen med bl. a. att varna sjöfarande.

Försvarsmakten

Bidrar med resurser vid räddningstjänst efter begäran och bistår med en organisation för provtagning av produkter i lantbruk och djurhållning för den nationella strålskyddsberedskapen samt resurser för flygburna strålningsmätningar.

Styrelsen för psykologiskt försvar (SPF)

Har till uppgift att utarbeta råd och rekommendationer för kriskommunikation samt, om en myndighet så begär, lämna expertstöd.

Frivilligorganisationerna

Bidrar med resurser vid räddningstjänst efter begäran. Medverkar vid provtagning inom lantbruket enligt avtal.

Lokala säkerhetsnämnden

I kommuner med kärntekniska anläggningar finns en lokal säkerhetsnämnd. Den består av kommunpolitiker, som är utsedda av regeringen och därmed är nämnden en statlig instans. Nämnden ska följa och granska arbetet på kärnkraftverket med säkerheten och beredskapen mot olyckor och informera allmänheten om det. Allmänheten kan vända sig direkt till nämnden med frågor. Nämnden har ett nära samarbete med länsstyrelsen, tillsynsmyndigheterna och de kärntekniska anläggningarna.

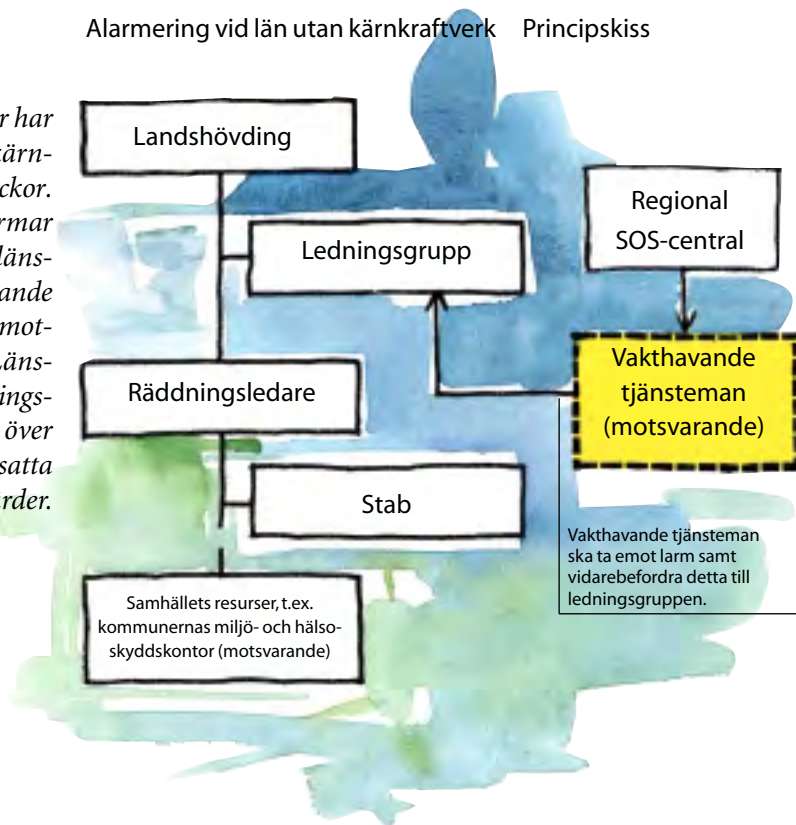
Beredskap i samtliga län

Varje länsstyrelse ansvarar för allmänhetens skydd i respektive län vid kärntekniska olyckor. I alla län finns det en förberedd organisation i beredskap med en ansvarig räddningsledare. Vid omfattande räddningsinsatser kan

Länens beredskap

Utformningen kan variera. Alla län har dock en plan som beskriver hur samhällets samlade resurser är organiserade för att skydda allmänheten vid kärntekniska olyckor.

Alla länsstyrelser har en beredskap mot kärntekniska olyckor. Vid en olycka larmar SOS Alarm länsstyrelsens vakthavande tjänsteman eller motsvarande. Länsstyrelsens ledningsgrupp tar därefter över och vidtar fortsatta åtgärder.



regeringen utse *en* länsstyrelse eller någon annan statlig myndighet att ta över ansvaret för räddningstjänsten. I så fall utses räddningsledare av den myndighet som fått ansvaret.

Länsstyrelserna ska upprätta en *plan* för sin räddningstjänst. Planen ska behandla:

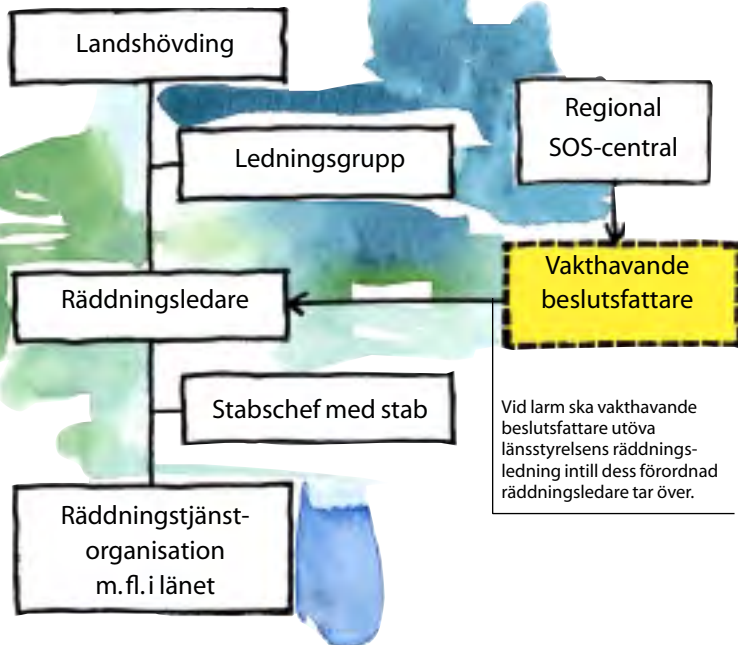
1. organisation och ledning
2. samband
3. strålningsmätning
4. information till allmänheten
5. personella och materiella resurser i länet
6. saneringsmetoder
7. andra frågor av betydelse för beredskapen.



Utbildning och övning

Länsstyrelserna utbildar och övar den personal som ingår i räddningstjänstorganisationen. Vart fjärde år genomför varje

Länsstyrelserna i länen med kärnkraftverk har en personellt större beredskap än övriga län. Vid en olycka larmar SOS Alarm den vakthavande beslutsfattare som alltid finns i tjänst vid dessa länsstyrelser. Denne leder räddningstjänsten tills räddningsledaren och de övriga i organisationen kan ta över.



länsstyrelse vid behov en regional räddningstjänstövning i sin beredskap. De av länsstyrelserna uttagna räddningsledarna och informatörerna utbildas av Räddningsverket. Experter inom området radiofysik som ingår i länsstyrelsens räddningsledning utbildas av Strålskyddsinstitutet.

Beredskap i län med kärnkraftverk

Länsstyrelserna i länen med kärnkraftverk, dvs. Uppsala (C) län, Kalmar (H) län, Skåne (M) län och Hallands (N) län har en personellt större räddningstjänstorganisation än övriga länsstyrelser och har alltid en vakthavande beslutsfattare i beredskap. Dessa har också en större utbildnings- och övningsverksamhet än övriga län. Dessa länsstyrelser bistår andra länsstyrelser i räddningstjänst vid kärntekniska olyckor. De ska också komplettera sin plan för räddningstjänsten (se ovan) så att den dessutom behandlar frågor om alarmering, utrymning, utdelning av jodtabletter och

bistånd till andra länsstyrelser. Länsstyrelsen i Västerbottens (AC) län ska också bistå andra länsstyrelser (i norra Sverige) i frågor om räddningstjänst vid kärntekniska olyckor. Länsstyrelsen i Södermanlands (D) län har en beredskapsplan för den kärntekniska anläggningen i Studsvik.

Följande myndigheter och organisationer ingår i länets räddningsorganisation vid en kärnteknisk olycka med utsläpp av radioaktiva ämnen:

Länsstyrelsen

Ansvarar för räddningstjänsten, upprättar räddningstjänstledning med stab och utser räddningsledare.

Kring de svenska kärnkraftverken finns en inre beredskapszon, som sträcker sig 12-15 km ut från kärnkraftverket. Inom denna zon varnas vid en olycka befolkningen utomhus med ljudsändare (sirener) och inomhus med RDS-mottagare. Befolkningen har fått information om vad de ska göra vid ett larm. De har också fått jodtabletter. Jordbrukarna har fått särskild information om hur de ska ta hand om djur och gröda. Utrymningsplaner finns för befolkningen i den inre beredskapszonen.



Kommunen

Svarar för strålningsmätning på förbestämda platser och rapporterar till länsstyrelse och Strålskyddsinstitutet.

I kommuner med kärnkraftverk ansvarar räddningstjänsten för livräddning och brandbekämpning på kraftverket. Alla kommuner i indikeringszonen (inom 50 km från kärnkraftverket) svarar också för mätning av strålning på särskilda referenspunkter och längs särskilda indikeringslingor på uppdrag av länsstyrelsen.

Landstinget

Ansvarar för information och rådgivning till allmänheten i medicinska frågor.

Vissa sjukhus i närheten av kärntekniska anläggningar har särskild planering och organisation för att omhänderta och sanera skadade som är kontaminerade med radioaktiva ämnen.

Sveriges Radios lokala kanal P4

Svarar, på uppdrag av räddningsledaren, för att information från länsstyrelsen och andra myndigheter sänds ut till allmänheten.

Kärnkraftverket

Ansvarar för att följderna av en olycka begränsas så mycket som det är möjligt och att berörd reaktor återförs till ett stabilt tillstånd samt för erforderliga skydds- och räddningsåtgärder inom anläggningsområdet och dess omedelbara närhet. Kärnkraftverket ska ge larm om höjd beredskap eller haverilarm efter fastställda larmkriterier.

Polismyndigheten

Svarar för avspärrningar och trafikreglering, utför utrymningar, genomsöker och bevakar utrymt område samt varnar allmänheten.

Vägverket

Svarar för upprättande av fasta avspärrningar och genomför omläggningar av trafik.

Trafikföretag

Svarar för transporter vid utrymning.

Kustbevakningen

Svarar för varning, avspärrning och utrymning till sjöss.

Marinen

Medverkar vid varning, avspärrning och utrymning till sjöss.

Sjöfartsverket

Medverkar vid varning, avspärrning och utrymning till sjöss.

Tjänsteplikt

Varje person i Sverige mellan 18 och 65 år (som är frisk och har tillräckliga kroppskrafter samt tillräckliga kunskaper) är skyldig enligt räddningstjänstlagen att på anmodan av räddningsledare medverka i räddningstjänst enligt förmåga. Detta gäller vid såväl skogsbränder som kärntekniska olyckor.

Sjöräddningssällskapet

Medverkar vid varning, avspärrning och utrymning till sjöss.

Hemvärnet

Bistår polisen vid utrymning, genomsökning och bevakning av utrymt område samt verkställer beslutade avspärrningar. (Gäller inte i alla län.)

Utbildning och övning i län med kärnkraftverk

Länsstyrelserna i länen med kärnkraftverk utbildar och övar personal i räddningstjänstorganisationen.

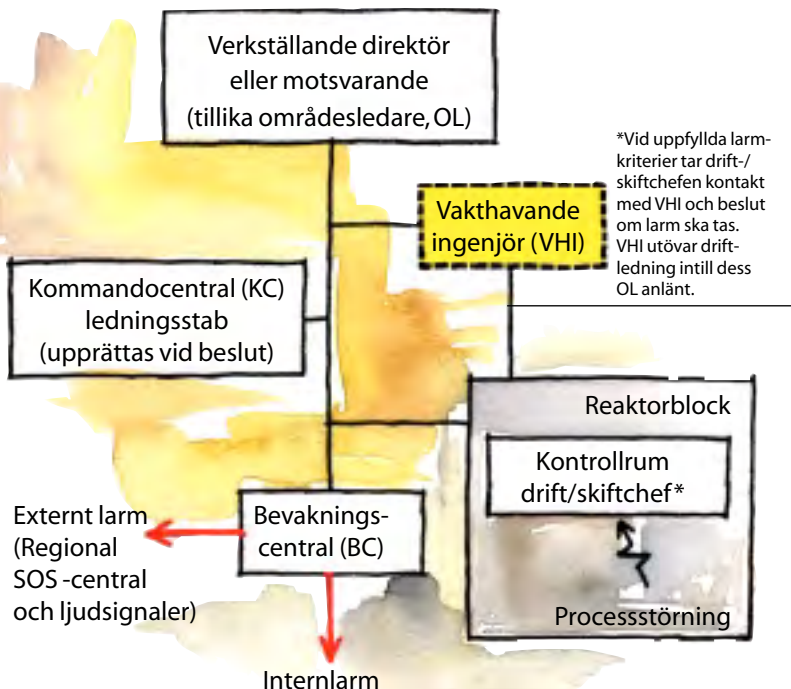
Normalt övas hela organisationen i kärnkraftslänen vart fjärde år. I dessa övningar deltar inte bara personal från länsstyrelsen utan även personal från andra samverkande myndigheter som polis, landsting, kommuner, kustbevakning, samt kärnkraftverkets beredskapsorganisation. Övningarna görs i samverkan med kärnkraftverket i länet. Under tiden mellan övningarna övas och utbildas personalen i olika funktioner enligt en årlig utbildnings- och övningsplan med målet att bibehålla en god beredskap.

Beredskap vid kärnkraftverk

Kärnkraftverken, som ansvarar för alla säkerhetsåtgärder inom verkets område, har egna beredskapsorganisationer. Vid en olycka som kan medföra utsläpp vidtar verket de åtgärder som behövs för att begränsa olyckan, varnar de närboende samt larmar länsstyrelsen och andra myndigheter.

Vid sådana störningar i processen som svarar mot de larmkriterier Strålskyddsinstitutet fastställt, kontaktar drift/skiftchefen vid den drabbade reaktorn den vakthavande ingenjör, som alltid finns i beredskap. Vakthavande ingenjör beslutar om alarmering av beredskapen vid länsstyrelsen och andra myndigheter samt varning av de närboende genom utomhussirener. Vakthavande ingenjör leder arbetet tills områdesledaren har anlänt.

Alarmering vid Kärnkraftverket Principskiss



Säkerhet mot terroristhandlingar

Kärnkraftinspektionen utarbetar i samverkan med Rikspolisstyrelsen föreskrifter för säkerhet mot bl. a. hot, utpressning, olaga intrång och terroristhandlingar vid kärntekniska anläggningar och transporter.

Beredskap vid nedläggning av kärnreaktor

Kärnkraftinspektionens och Strålskyddsinstitutets tillsyn och inspektion fortsätter på samma sätt med sådana reaktorer som ska läggas ned som med dem som ska fortsätta att drivas. Kärnkraftinspektionen och Strålskyddsinstitutet utarbetar också nya föreskrifter för anläggningar under nedläggning. Länsstyrelsernas beredskap är oförändrad.

Beredskap mot kärnvapen

Räddningstjänst vid radioaktivt nedfall efter en kärnvapenexplosion är, till skillnad från utsläpp efter en kärnteknisk

olycka, kommunal räddningstjänst (och har därför delvis en annan räddningsorganisation). Det vi i Sverige främst planerar för är åskådarfallet – dvs. att kärnvapen används utanför Sveriges gränser och medför ett radioaktivt nedfall i Sverige. Kommunerna ska under höjd beredskap ansvara för mätning, sanering och andra åtgärder för skydd mot kärnvapen.

Kärnvapenexplosioner

Hur den radioaktiva beläggningen drabbar ett område vid en kärnvapenexplosion beror dels på hur stor laddning som används och dels på vilken höjd över marken explosionen sker. Vid en luftexplosion, dvs. en explosion där det eldklot som bildas vid explosionen inte vidrör marken förs de radioaktiva partiklarna som bildas upp i atmosfären av de heta gaserna. Dessa partiklar är mycket små och lätta och det kommer därför att ta så lång tid för dem att nå marken att de flesta radioaktiva ämnena från vapnet har sönderfallit och endast långlivade ämnen som cesium och strontium finns kvar. Detta innebär som regel inte något akut hot mot befolkningen, men kan på sikt skapa miljö- och hälsoproblem. Vid en explosion i marknivå kommer de radioaktiva ämnena att fastna på material från marken och bli partiklar som är betydligt tyngre än de som bildas vid en luftexplosion. De kommer därför att falla ned till marken betydligt tidigare – inom några minuter, timmar eller dagar. Radioaktiva ämnen sprids därmed snabbt över relativt stora områden innan aktiviteten hunnit klinga av, vilket medför att strålningsnivåerna kan bli så höga att de utgör ett akut hot mot människor och djur.

Totalförsvarets civila beredskap mot kärnvapen

Grunden för totalförsvarets civila beredskap mot kärnvapen under *höjd beredskap* är kommunernas fredstida organisation med de eventuella förändringar som kommunerna själva beslutat om i sina räddningstjänstplaner. (Begreppet »höjd beredskap« här är inte samma begrepp som används för en av larmnivåerna i beredskapen mot kärntekniska olyckor.) Länsstyrelsen är högsta civila totalförsvarsmynd-

dighet i länet och en av uppgifterna är insamling av mätresultat. I en sådan situation kommer en del av länsstyrelsen att flytta sin arbetsplats till en ledningscentral för samverkan med militärdistriktet.

Varning

Även i ett beredskapsläge är det den fredstida kedjan med IAEA – SMHI – Strålskyddsinstitutet och länsstyrelserna som kommer att vara den normala kedjan för alarmering och information till befolkningen.

Materiel

För indikering och mätning används kommunernas bärbara mätinstrument. Vid huvudbrandstationen eller räddningscentralen i varje kommun kommer dessutom att finnas ett instrument som kan avläsas från skydd inne i byggnaden. Som komplement finns de mätinstrument som länen med kärnkraftverk har. Den dimensionerande hotbilden – åskådarfallet – ger en förväntad låg strålningsnivå och någon avancerad personlig skyddsutrustning behövs knappast.

Utbildning

Grunden för kompetens är de kunskaper som kommunens personal skaffat sig i sin normala utbildning. Som en komplettering kommer särskild utbildning att ges, dels för politiskt ansvariga, ledningspersonal och informationsansvariga, dels för experter inom miljö- och hälsoområdet och befäl ur räddningstjänsten. Denna utbildning kommer dock att genomföras först i ett läge då statsmakten finner det nödvändigt att anpassa Sveriges försvarsförmåga till hotbilden i vår omvärld.



Vid Larm

2

3

4

5

6

Alarmering

Om det inträffar en kärnteknisk olycka med utsläpp av radioaktiva ämnen utomlands eller i Sverige, sker följande i första skedet:

De som ingår i beredskapen larmas genom förberedda larmkedjor. Vid en *svensk* olycka larmar kärnkraftverket genom SOS Alarm följande: länsstyrelsen, Strålskyddsinstitutet och Kärnkraftinspektionen m.fl. samt varnar de närboende. Vid en *utländsk* olycka larmas och informeras enligt internationella avtal. SMHI tar emot larmet och larmar både genom SOS Alarm och direkt till myndigheterna, Strålskyddsinstitutet, Kärnkraftinspektionen och Räddningsverket, vilka sedan larmar vidare.

På ett tidigt stadium varnas och informeras allmänheten vid en *svensk* olycka genom varningssignalen »Viktigt meddelande till allmänheten« (VMA) följt av information från länsstyrelsen i radio och TV, vid en *utländsk* olycka genom information från länsstyrelsen i radio och TV.

Två larmnivåer vid svensk kärnteknisk olycka

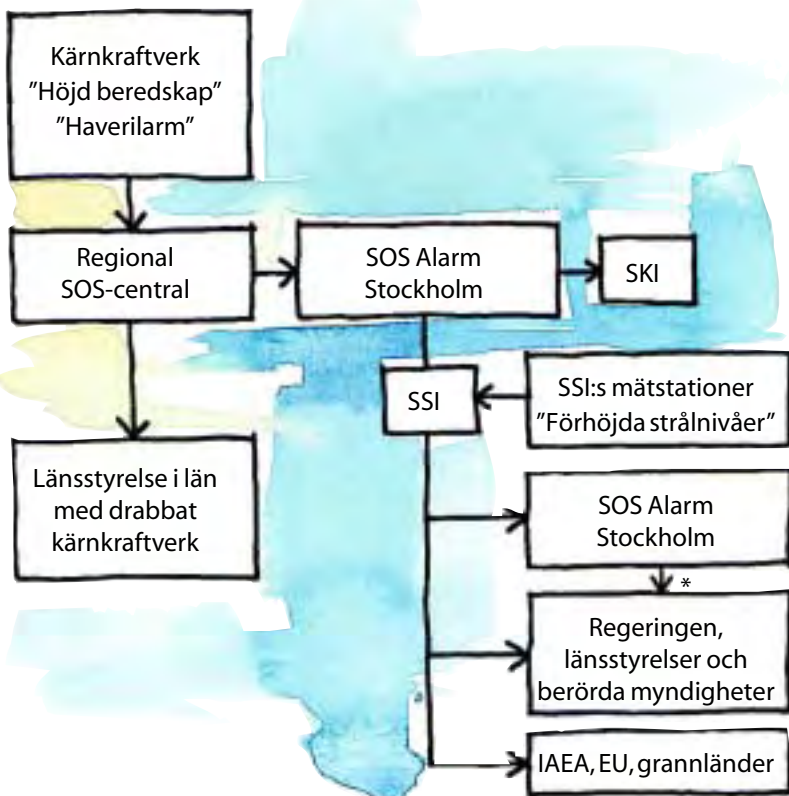
Det finns två nivåer av larm vid en *svensk* olycka. Om det inte råder något omedelbart hot om utsläpp av radioaktiva ämnen larmas om »höjd beredskap«. Om det redan skett ett utsläpp eller om ett sådant inte kan uteslutas inom tolv timmar, utfärdas »haverilarm«. Det är kärnkraftverket som utlöser båda typerna av larm. Strålskyddsinstitutet har fastställt kriterierna för de olika larmnivåerna.

»Höjd beredskap« innebär att en händelse inträffat vid kärnkraftverket som har eller kan få betydelse för reaktorsäkerheten. Inga utsläpp av radioaktiva ämnen som påkal-

När larmet gått, faxar Strålskyddsinstitutet en första information, »Brådskande meddelande«, till alla länsstyrelser m.fl.

Alarmering vid en svensk olycka Principskiss

Alarmeringen vid en svensk olycka startas av det drabbade kärnkraftverket. Vakt-havande ingenjör på verket larmar genom sos Alarm vakt-havande beslutsfattare vid den egna länsstyrelsen och övriga i beredskapen. Följande personal har någon form av dygnet runt-jour eller annan till-gänglighet för att ta emot larm: på Strål-skyddsinstitutet tjänst-görande strålskydds-inspektör och på Kärnkraftinspektionen vakthavande beslutsfattare och övriga berörda myndigheter har vakthavade tjänsteman (motsvarande).



* sökning av vakthavande tjänsteman, motsv.

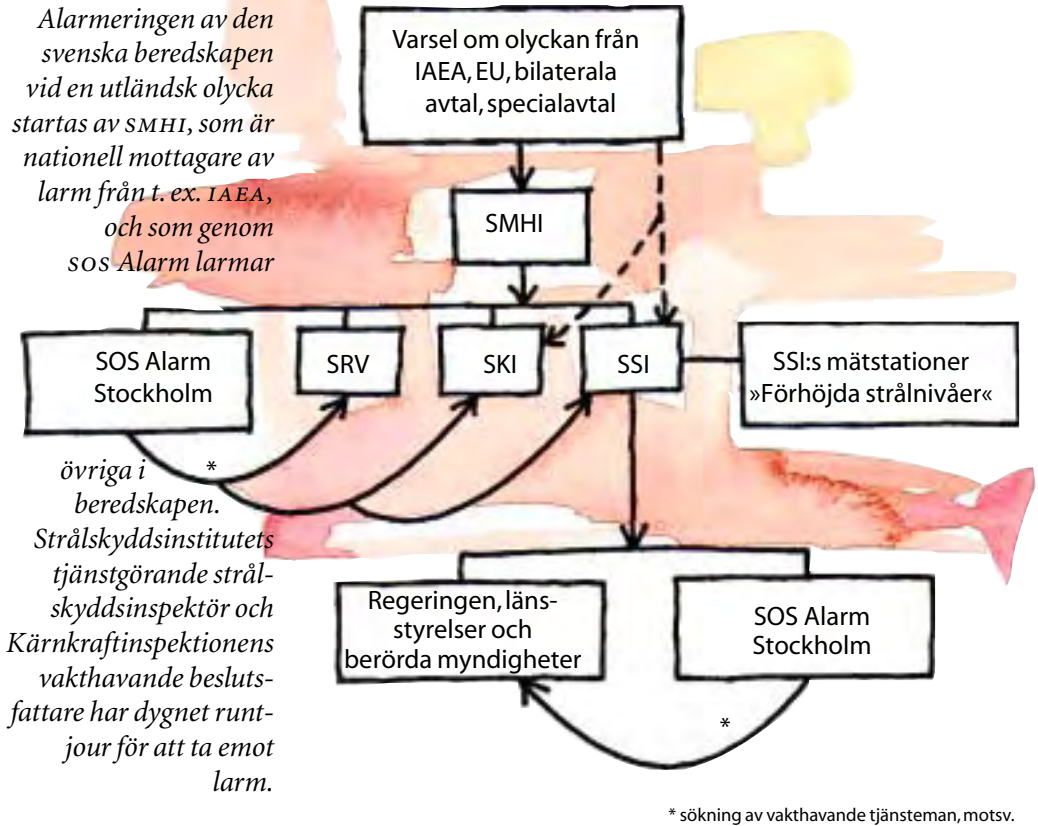
lar skyddsåtgärder för omgivningen har förekommit. Dock kan utsläpp som leder till sådana skyddsåtgärder inte uteslutas på sikt.

sos Alarm larmar *delar av* den nationella beredskapen. Länsstyrelsen bedömer efter samråd med främst Kärnkraftinspektionen, Strålskyddsinstitutet och kärnkraftverket vilka ytterligare åtgärder som behövs.

»Haverilarm« innebär att en händelse har inträffat vid kärnkraftverket som medför att skyddsåtgärder kan behöva vidtas utanför kärnkraftverket. Onormalt höga utsläpp av radioaktiva ämnen förekommer eller kan förekomma

Alarmering vid en utländsk olycka Principskiss

Alarmeringen av den svenska beredskapen vid en utländsk olycka startas av SMHI, som är nationell mottagare av larm från t. ex. IAEA, och som genom SOS Alarm larmar



inom tolv timmar. sos Alarm larmar *hela* den nationella beredskapen.

Vid båda larmnivåerna larmas Strålskyddsinstitutet, Kärnkraftinspektionen m.fl. via sos Alarm. Strålskyddsinstitutet ser sedan till att andra länsstyrelser och centrala myndigheter larmas via sos Alarm. På länsstyrelsen är det vakthavande beslutsfattare, v_B (i län med kärnkraftverk) eller vakthavande tjänsteman, v_T (i övriga län) som larmas, på Strålskyddsinstitutet tjänstgörande strålskyddsinspektör, TSI och på Kärnkraftinspektionen vakthavande beslutsfattare, v_B. Alla (utom v_T) har dygnet-runt-jour.



Exempel på meddelande som Strålskyddsinstitutet faxar till länsstyrelser m.fl.

Alarmering via olika vägar vid utländsk kärnteknisk olycka

Vilken del av landet som helst kan drabbas av nedfall av radioaktiva ämnen från en *utländsk* olycka – det beror på i vilken riktning vinden blåser från olycksplatsen. Larmkedjan kan börja på flera olika håll.

- Sverige har som nämnts i kapitel 1 ingått internationella och bilaterala avtal om bl. a. »tidig varning« och informationsutbyte vid kärntekniska olyckor med utsläpp av radioaktiva ämnen. SMHI är larmmottagare och larmar den nationella beredskapen via SOS Alarm.

• Strålskyddsinstitutet har 37 automatiska mätstationer utplacerade över hela landet för att mäta strålnivån. Om strålnivån höjs, går ett larm från mätstationerna till Strålskyddsinstitutets tjänstgörande strålskyddsinspektör, TSI, som kontrollerar mätresultatet och larmar sedan vidare.

- Mycket tidigt i händelseförloppet känner oftast medierna till att något har hänt och söker information bl. a. hos ansvariga myndigheter.

Skillnader i alarmeringen vid svensk respektive utländsk olycka

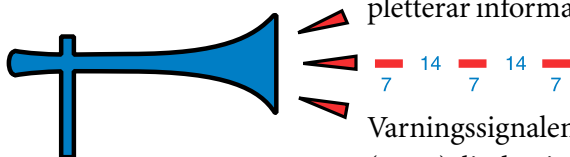
En olycka vid en utländsk kärnteknisk anläggning innebär vissa skillnader jämfört med en svensk olycka.

- Larmet kan komma fler vägar, t.ex. via IAEA eller via satellitförbindelser (som Sverige har med bl. a. Ignalina-verket) eller medier (t.ex. genom en journalist som vill kontrollera ett rykte om en olycka).
- Larmet utifrån kompletteras med automatiskt larm och mätresultat från Strålskyddsinstitutets fasta mätstationer.
- Länsstyrelser var som helst i landet kan alarmeras.

Varning och information till allmänheten

Vid en *svensk* olycka varnas och informeras allmänheten vid larmnivån »höjd beredskap« genom information från länsstyrelsen som sänds i Sveriges Radio, Sveriges Televi-

sion i TV4 och i kommersiella radiokanaler. Allmänheten inom den inre beredskapszonen (dvs. inom ca 15 km avstånd från kärnkraftverket) varnas dessutom vid larmnivån »*haverilarm*« genom varningssignalen »Viktigt meddelande«. Detta sker utomhus med ljudsändare och inomhus genom utdelade varningsmottagare, RDS, samt ett första meddelande som sänds i Sveriges Radios lokala kanal P4. Polisens alarmeringspatruller med högtalare på bilar kompletterar informationen.



Varningsmottagare, RDS

Varning via dessa mottagare bygger på det s.k. RDS-systemets (Radio Data System) möjlighet att styra radiomottagare. De RDS-mottagare som används för varning har en inbyggd funktion som gör att de vid ett eventuellt larm automatiskt startar och ställer in sig på den radio-kanal där varningsmeddelandet läses. Detta gäller oavsett om radion är på eller av samt vilken radiostation den är inställd på.

Varningssignalen »Viktigt meddelande till allmänheten« (VMA) ljuder i 7 sekunder följt av 14 sekunders tystnad under minst 2 minuter. När man hör den signalen ska man gå inomhus, stänga dörrar, fönster och ventiler samt lyssna på radio. Information om detta har getts i de broschyrer som delats ut till dem som bor inom den inre beredskapszonen. Informationen finns också i t. ex. telefonkatalogen.

Varningssignalen utlöses av kraftverket. Signalen följs alltid av meddelanden i radio och tv. Kärnkraftverket initierar sändningen av det första meddelandet på Sveriges Radios lokala kanal i P4. Länsstyrelsen lämnar sedan utförligare information till allmänheten i Sveriges Radio, Sveriges Television, i TV4 och i kommersiella radiokanaler.

Vid en *utländsk* olycka varnas och informeras allmänheten genom information från länsstyrelsen i Sveriges Radio, Sveriges Television, i TV4 och i kommersiella radiokanaler.

Både vid en svensk och en utländsk olycka har allmänheten ett stort behov av att få relevant och korrekt information. Det är en mycket viktig uppgift för dem som medverkar i beredskapen att sprida information. Varje länsstyrelse ansvarar för informationen till allmänheten. Strålskyddsinstitutet tillsammans med Kärnkraftinspektionen, samordnar informationen från centrala myndigheter. (Läs mer om information i kapitel 10.)



Strålningsmätning

En betydelsefull del av beredskapen är mätningar av strålning. Mätningarna ska ge underlag för beslut om strålskyddsåtgärder och underlag för information. Därför är det viktigt att använda lämpliga instrument och att mäta »rätt«.

Arbetsgången vid en kärnteknisk olycka – mätningar

Om det inträffar en kärnteknisk olycka med utsläpp av radioaktiva ämnen utomlands eller i Sverige, sker följande i skedet efter alarmeringen.

- Länsstyrelsen beslutar om mätningar enligt förbestämda mätslingor och mätpunkter.
- Varje kommun mäter strålningen inom kommunen.
- Vid en *svensk* olycka mäter länsstyrelsens indikeringsorganisation (räddningstjänsten) strålnivån vid förutbestämda punkter och mätslingor i inre beredskapszonen (0–15 km) och indikeringszonen (0–50 km) kring kraftverket. Kärnkraftverken i Barsebäck, Ringhals och Forsmark har dessutom fasta mätutrustningar i omgivningarna kring kraftverket som mäter strålningen. Icke drabbade kärnkraftverk i Sverige sänder strålskyddspersonal till det drabbade länet för att bistå med mätningar (kärnkraftindustrins gemensamma beredskapsstyrka, KGB).
- Strålskyddsinstitutet samordnar de nationella mätresurserna.

Personal och instrument måste skyddas vid fältmätning efter nedfall.

Syftet med mätningar

I beredskapen ingår mätsystem vars uppgifter är:

- varning, kartläggning av strålnivåer och prognos
- mätning av nedfallets sammansättning och omfattning av olika radioaktiva ämnen.

Med hjälp av mätresultaten kan risken med nedfallet av de radioaktiva ämnena bedömas och man kan avgöra vilka åtgärder som måste sättas in för att mildra konsekvenserna av nedfallet.

System och instrument för mätning

För varning och prognos används *gammastationer*, som larmar om strålnivån höjs och ger en stickprovsbild över strålnivån i landet. För mätning av nedfallets sammansättning används *luftfilterstationer*. Nedfallets omfattning mäts med hjälp av *handburna mätinstrument* och resultat från dessa mätningar sammanställs till *strålnivåkartor (dosratkartor)* och *nedfallskartor* över landet. I kärnkraftslänen finns *TL-dosimetrar* (termoluminiscensdosimetrar) utplacerade kring kärnkraftverken för att registrera eventuella utsläpp. De avläses i efterhand och ger en »historisk« bild av strålnivån. *Persondosmätare* används för att mäta stråldosen till enskilda individer.

I beredskapen ingår ytterligare mätresurser: *laboratorier* som mäter mark- och gräsprover samt livsmedel för att fastställa vilka radioaktiva ämnen som fallit ned och hur stor mängd. Några mejerier i landet mäter mjölken rutinmässigt för att kontrollera om den innehåller radioaktiva ämnen. Vid en olycka utökas dessa mätningar. I *helkroppsmätare* kan mätas hur mycket radioaktiva ämnen en människa har fått i sig genom inandningsluft eller föda. Med *flygindikering* mäts den totala strålnivån (både naturlig bakgrundsstrålning och strålningen från nedfallet) över stora områden. Med *flygburen spektrometri* kan man göra förfinade mätningar över stora områden och mäta vilka radioaktiva ämnen som fallit ned var. Det finns också spektrometrisystem som kan användas i bil, helikopter eller bäras på ryggen.

Mätteknik

Det går inte att använda samma mätinstrument eller mätmetod till alla typer av strålning. Man kan t. ex. inte mäta gammastrålning med ett instrument som är konstruerat för mätning av alfastrålning.

Innan man väljer mätinstrument för att mäta strålning måste man veta:

- Vilken typ av strålning man vill mäta
- Om man vill mäta strålnivå (dosrat) eller stråldos (dos)
- Om man vill mäta strålningen från ett nedfall (kärnkraftsolycka t. ex.) eller från en punktformig strålkälla (transportolycka, försvunna strålkällor etc)

Oftast behöver man i räddningstjänsten mäta beta- och gammastrålning och hur intensiv strålningen är, dvs. hur hög strålnivån (dosraten) är. Då används mätinstrument med GM-rör. Ett GM-rörsinstrument med ett tunt fönster, betafönster, eller en betasond kan användas för att kontrollera om någon blivit kontaminerad av betastrålande ämnen. För att mäta stråldos (dos) används persondosmätare. Några typer av mätinstrument kan användas för att mäta både strålnivå (dosrat) och stråldos (dos).

En del mätinstrument, t. ex. SRV-2000, har en viss tröghet. Man får alltså inte mäta under för kort tid, utan minst i fem, ibland tio minuter för att få ett korrekt mätvärde. Instrumentet ska hållas stilla under mätningen. Det är extra viktigt att tänka på mättiden när man ska mäta strålningen från en stark, punktformig strålkälla. Strålnivån minskar omvänt mot kvadraten på avståndet från en strålkälla. Dubbla avståndet ger fjärdedelen så hög strålnivå. Man bör alltså närma sig strålkällan långsamt. Att närma sig alltför snabbt kan medföra fara eftersom mätinstrumentet inte hinner med att visa den snabbt ökande strålnivån nära en strålkälla.

Om mätinstrumentet används utomhus under pågående nedfall, måste det täckas, t. ex. med en plastpåse. Annars är risken stor att radioaktiva ämnen fastnar på instrumentet och gör det oanvändbart för mätningar. Man måste också tänka på att om det samlas radioaktiva ämnen på ett skydd som sitter nära instrumentet kan det påverka mätresultatet. Vid mätningar från bilar, flygplan och fartyg genom nedfallsområden måste man vara medveten om att fordonet troligen blir kontaminerat vilket påverkar mätresultaten. Dessutom måste fordonet saneras efteråt.



Hos alla landets länsstyrelser och kommuner finns mätinstrumentet SRV-2000. (Länsstyrelserna i länen med kärnkraftverk har dessutom mätinstrumentet RNI-10/s.) Båda instrumenten visar stråldos och kan därför användas som persondosmätare av personal i räddningstjänsten.

Mätinstrument

Det finns flera typer av mätinstrument för att mäta strålning. De är av olika konstruktion och har lägre eller högre känslighet. Konstruktionen kan utnyttja t. ex. strålningens förmåga att jonisera en gas eller vätska. *Jonkammare* mäter strålningens jonisering av luft. Sådana

används i Strålskyddsinstitutets fasta gammamätstationer. *Geiger-Müller-röret* (GM-rör) är ett mindre känsligt instrument som mäter jonisering i en gas. Det används för strålskyddsändamål där en viss felvisning kan accepteras. Med en *gammaspectrometer* kan gammastrålningens olika våglängder registreras. Varje gammastrålande ämne har ett specifikt spektrum. Eftersom man vet hur alla radioaktiva ämnens spektra ser ut kan man identifiera olika ämnen genom gammaspectrometri.

De vanligaste handburna mätinstrumenten består av en detektor (GM-rör), en del för behandling av signalerna från detektorn och en visardel som visar mätresultatet. Strålnivån visas i mikrosievert per timme ($\mu\text{Sv/h}$) eller millisievert per timme (mSv/h). Stråldosen visas i mikrosievert (μSv) eller millisievert (mSv). Ofta kan en yttre mätsond kopplas till instrumentet. Sonden används för mätning inomhus när man själv måste vara i skydd, inne i en byggnad t. ex. I denna typ av mätinstrument finns vanligen en högtalare som »knäpper« när strålningen ökar.

Automatiska gammastationer

För att få larm om *ökad strålnivå* har Sverige 37 mätstationer för gammastrålning. De drivs av Strålskyddsinstitutet och är placerade från Katterjåkk längst i norr till Smygehuk i söder. Vid förhöjd strålnivå ger stationen automatiskt larm till den personsökare som Strålskyddsinstitutets tjänstgörande strålskyddsinspektör (TSI) bär. TSI har jourtjänst dygnet runt. TSI ringer till den larmande stationen och övriga mätstationer för att kontrollavläsa mätutslagen. Visar mätutslaget att det kan röra sig om ett utsläpp av radioaktiva ämnen larmar TSI via personsökare dem som ingår i Strålskyddsinstitutets beredskapsgrupp.



I Sverige finns 37 gammamätstationer för mätning av strålnivån och fem luftfilterstationer för mätning av radioaktiva ämnen i luften. Gammamätstationerna registrerar gammastrålning främst från radioaktiva ämnen på marken. Stationerna larmar automatiskt Strålskyddsinstitutets tjänstgörande strålskyddsinspektör om strålnivån höjs över ett visst värde. För att få reda på vilka radioaktiva ämnen som kommit in över Sverige och mängden av dem, måste kompletterande mätningar göras genom insamling av luftprover på luftfilterstationerna.

*En av Strålskydds-
institutets automatiska
gammamätstationer
finns i Umeå. Dessa
stationer används för
att övervaka
strålnivån i landet.*



Gammastationer

Gammastationernas placering är vald så att ett stort utsläpp från en utländsk reaktor med stor sannolikhet ska upptäckas av minst en station om utsläppet når Sverige. Stationerna mäter strålnivån på platsen. Framförallt mäter de den strålning som kommer från radioaktiva ämnen som fallit ner på marken. Stationerna larmar automatiskt om strålnivån ökar med ca 10 % över den naturliga bakgrunds nivån. De larmar efter mellan ca en halv timme och ett par timmar, beroende på hur snabbt strålnivån ökar. Om nivån ökar mycket snabbt kommer larmet inom några minuter.

Ett problem med gammastationerna är att de inte ger upplysning om *vilka* radioaktiva ämnen som gett upphov till den förhöjda strålnivån. Kraftiga regnväder orsakar ofta larm på grund av att radondöttrar, som är en sönderfallsprodukt från radon, följer med regnet och deponeras på marken. Detta sker framför allt med lågtryck som vandrar från Mellan-europa norrut mot Sverige. Luften kan då ha legat flera dagar över land och samlat upp radon från marken. Situationen kan vara förrädisk eftersom det finns många kärnkraftverk i samma område. Ett utsläpp från ett kärnkraftverk skulle kunna ligga gömt i radondotternedfallet. Den normala rutinen är då att vänta och se om strålnivån avtar inom någon timme. I så fall är det med stor sannolikhet enbart radondöttrar. Om den inte avtar, måste spektrometriska mätningar göras på nedfallet för att bestämma innehållet. Detta kan ta timmar och därmed kan larmningen av länsstyrelserna fördröjas på grund av osäkerheten, speciellt vid mindre ökningar. Skulle strålnivån öka mycket kraftigt (över fem gånger bakgrunden) vid flera stationer kommer dock länsstyrelserna att larmas utan att några kontrollmätningar görs först.



Persondosmätare

Mätning av stråldosen till enskilda individer görs med en dosmätare som bärs av personen i fråga och som avläses i efterhand, t. ex. *TL- eller filmpersondosmätare*, eller ett mätinstrument som kan visa stråldos direkt under mätningen, t. ex. *SRV-2000* och *RNI-10/S*.

- I en TL-dosimeter (termoluminiscens-dosimeter) används ett ämne som kan lagra energi från strålning. När ämnet värms upp, frigörs energin i form av ljus som kan mätas och utifrån den mätningen kan stråldosen beräknas.
- I en filmdosimeter används fotografisk film, som svärtas av strålningen. När filmen framkallats kan stråldosen beräknas utifrån hur mycket filmen svärtats.
- Med en SRV-2000 kan man mäta hur stor stråldos man fått under den tid som instrumentet varit påslaget.

Nordiska gammastationer

I övriga Norden finns nästan 300 gammastationer till (varav elva i Danmark, elva i Norge, en i Island och ca 255 i Finland). Sedan 1996 finns ett avtal mellan de nordiska länderna om utbyte av mätdata från dessa fasta mätstationer.

Luftfilterstationer

Gammastationerna registrerar huvudsakligen de ämnen som fallit ner på marken. För att bedöma risken för inandning av radioaktiva ämnen är det nödvändigt att bestämma vilka ämnen som finns i luften och hur stor mängd det finns av varje ämne. Detta görs genom insamling av luftprover på luftfilterstationer. Där sugas stora mängder luft genom ett filter. På filtret fastnar radioaktiva partiklar. Filtret byts med jämna mellanrum och mäts på ett laboratorium med

gammaspektrometri. Mätssystemet är ytterst känsligt och kan för vissa ämnen upptäcka så låga koncentrationer som någon enstaka atom i ett enskilt rum. Den höga känsligheten uppnås dock till priset av längre tid för analyserna, vanligen ett par dygn.

Försvarets forskningsanstalt (FOA) driver fem fasta luftfilterstationer på uppdrag av Strålskyddsinstitutet. En station drivs i Stockholm (bekostad av FN) drivs för den världsomspännande provstoppsövervakningen.

FOA har också sex flyttbara luftfilterstationer. De kan användas för att komplettera med luftprovtagning på utsatta platser vid en olycka.

Provtagning inom jordbruket

För insamling av prover på betesgräs och vallfoder har Strålskyddsinstitutet och Försvarmakten träffat en överenskommelse. Försvarmakten och totalförsvarets frivilligorganisationer samlar in och transporterar proverna till laboratorier vid en kärnteknisk olycka.

Kontraktslaboratorier

För mätningar på livsmedel, mark- och betesprover har Strålskyddsinstitutet kontrakt med ett tiotal forskningslaboratorier om kvalificerade mätinsatser vid en kärnteknisk olycka. Laboratorierna kan identifiera och kvantifiera olika radioaktiva ämnen genom radionuklidspecifika mätningar. De flesta av laboratorierna kan också mäta radioaktiva ämnen i kroppen hos människor (helkroppsmätning). En mycket viktig uppgift för kontraktslaboratorierna är att mäta betesprover för att bestämma mängden radioaktiv jod och cesium efter ett nedfall. Ett nedfall under våren eller sommaren kommer troligen att medföra betesförbud över stora delar av landet för att undvika att mjölken blir förorenad. Betesförbudet kan inte hävas förrän man konstaterat tillräckligt låga nivåer i betesvallar. Detta kräver en omfattande mätinsats under veckor eller månader. Mätningarna måste göras snabbt och tillförlitligt eftersom kostnaderna för en stoppad mjölkproduktion fort blir mycket höga.

Kontraktslaboratorierna finns på universitetsinstitutionerna för radiofysik i Malmö, Lund, Göteborg, Linköping, Stockholm och Umeå. De finns också på Studsvik Nuclear AB i Nyköping samt på FOA i Sundbyberg och Umeå. (FOA i Umeå har ett mobilt laboratorium med helkroppsmätare.)

Mejerier

Strålskyddsinstitutet mäter mjölken rutinmässigt från några mejerier i landet för att kontrollera om den innehåller radioaktiva ämnen. Vid en olycka utökas dessa mätningar.

Mätningar efter Tjernobylyckan

Livsmedelsverket gör fortfarande mätningar av renkött från vissa delar av det nedfallsdrabbade området i Sverige efter Tjernobylyckan.

Flygburen spektrometri

För att kartlägga radioaktiv markbeläggning över stora områden är flygburen spektrometri en kraftfull metod. Gammastrålningen mäts på en flyghöjd av 60 meter med en mycket känslig natriumjodidspektrometer. Den registrerar varje sekund nära 800 siffrvärden som beskriver gammastrålningen från marken. Även högupplösande germaniumdetektorer används. Analys av mätresultaten kan påvisa vilka ämnen som avger strålningen.

Sveriges geologiska undersökning (SGU) utför flygburen spektrometri. Strålskyddsinstitutet har en överenskommelse med SGU om mätinsatser som innebär att flygspektrometri kan påbörjas inom något eller några dygn efter ett larm. Strålskyddsinstitutet har även en överenskommelse med Forsvarsmakten som snabbt kan ställa flygplan till förfogande.

Flygburen spektrometri ska inte förväxlas med flygindikering. Vid flygindikering, som utförs av t.ex. Frivilliga flygkåren, används ett enkelt instrument som mäter enbart den totala strålnivån (dosraten). Det ger ingen information om strålningens sammansättning. Om nedfallet är litet kan flygindikeringen inte skilja nedfallets strålning från den naturliga strålningen. Bara om markbeläggningen är så stor

att den naturliga strålningen blir liten i förhållande till nedfallet är flygindikering användbar. Detta kan vara fallet t. ex. vid kärnvapenexplosioner.

Bilburen spektrometri

För att flexibelt kartlägga, analysera och visualisera beläggingsfält har Strålskyddsinstitutet fyra spektrometrisystem som kan användas i bil eller helikopter. Ett av dem kan också bäras på ryggen. Systemen har automatisk positionsbestämning med satellitnavigering (GPS). De använder i princip samma instrumenttyp som SGU:s flygburna system, men med mindre detektorer för att systemen ska bli hanterligare. Dessa system är också utmärkta för att spåra försvunna strålkällor.

Handburna instrument för att mäta strålnivå

För att själva kunna mäta strålnivån (dosraten) har alla kommuner och länsstyrelser fått det handburna mätinstrumentet SRV-2000. Det kan mäta strålnivåer från bakgrundsvärden upp till mycket höga värden och klarar därmed kraven för både fred och krig. Det kan också mäta dos mellan 0,01 μSv och 10 Sv, vilket gör att det kan användas som persondosmätare vid räddningstjänst.

Instrumentet mäter gammastrålning. Det är baserat på GM-rör och har ett mätområde från 0,05 $\mu\text{Sv/h}$ till 10 Sv/h. Det kan inte identifiera vilka ämnen som finns i en markbeläggning. För detta krävs spektrometriska mätmetoder.

Personal från kommunernas och länsstyrelsernas miljö- och hälsoskyddsförvaltningar har utbildats i mätteknik och handhavande av instrumenten. Även räddningstjänstens personal i kommunerna har utbildats. Dessa har dessutom en fast mätsond monterad utomhus för mätningar som kan avläsas från en skyddad plats t. ex. på huvudbrandstationen eller räddningscentralen.

Mätningar i kommunerna

För att kunna identifiera förhöjningar i strålnivån vid ett nedfall har ett system med kommunala referensmätningar utvecklats. Varje kommun har två till fyra fasta mätpunkter

(fler i kommuner nära kärnkraftverk och i geografiskt stora kommuner). Vid dessa mäter kommunens personal med handburna instrument, när det har inträffat en kärnteknisk olycka med utsläpp av radioaktiva ämnen. Mätpunkterna är valda för att ge geografisk spridning inom kommunen och länet. De finns på plana, gräsbevuxna ytor. Detta ger enhetliga mätvärden. Endast platser som förväntas förbli oförändrade även i framtiden har valts ut, t. ex. fotbollsplaner och golfbanor. Sammanlagt finns ca 800 mätpunkter i hela landet.

För att kunna konstatera även små mängder radioaktiva ämnen på marken efter en olycka måste man känna till hur mycket det strålar från marken i vanliga fall. Därför gör kommunerna sedan 1989 referensmätningar vid dessa mätpunkter var sjunde månad. Mätvärdena rapporteras till länsstyrelserna, vilka rapporterar vidare till Strålskyddsinstitutet där mätvärdena läggs in i en databas och används för att bedöma strålningsläget. Vid en olycka jämförs värdena från mätningar före olyckan och mätningar efter nedfallet för att konstatera förhöjningar. Med kommunmätsystemet är det möjligt att säkert identifiera en femtioprocentig ökning av strålnivån i enskilda mätpunkter. För större ytor med många mätpunkter går det att identifiera en tio- till tjugoprocentig ökning.

Genom dessa mätningar kan kommunerna själva kontrollera strålnivån i kommunen. Man kan på lokal nivå skaffa sig kännedom om den naturliga bakgrundsstrålningen och dess årstidsvariationer.

Mätningar i län med kärnkraftverk

Länen med kärnkraftverk har för sin beredskapsorganisation betydligt fler mätinstrument (RNI-10/S och SRV-2000) som klarar mätningar av både höga och låga strålnivåer. Instrumenten används av räddningstjänsten ut till 50 km:s avstånd från kärnkraftverken. Vid larm (höjd beredskap eller haverilarm) mäts på förbestämda mätpunkter.

Experiment har visat att fasta mätstationer ger bättre underlag för beslut och information till allmänheten än mobila mätningar medan nedfallet pågår. När utsläppet

upphört måste mobila mätningar göras för att man ska få ytterligare mätresultat, främst för att kartlägga hur stort område som drabbats av nedfall av radioaktiva ämnen.

Vid en olycka beslutar länsstyrelsen om mätningar längs förutbestämda mätslingor.

Både RNI-10/S och SRV-2000 visar dos. De kan därför användas som persondosmätare för räddningstjänsten. Dessutom ska personal som deltar i räddningstjänstarbete bära TL-persondosmätare.

I omgivningen kring kärnkraftverken ut till ca 15 km:s avstånd finns TL-dosimetrar utplacerade i mätburar. Antalet platser där det finns TL-dosimetrar varierar mellan de olika länen. Oftast är det något eller några tiotal platser. TL-dosimetrarna är avsedda för »historieskrivning« om ett utsläpp inträffar.

Vissa mätpatruller förfogar också över bensindrivna luftprovtagare. Det finns fem till sju luftprovtagare i varje län. I luftprovtagarna sugs luft in genom ett filter och eventuell radioaktiv jod i gasform samlas då i detta filter. Filtren skickas med bil till närmaste kontraktslaboratorium för mätning med gammaspektrometri.

Kärnkraftindustrins gemensamma beredskap

Som ytterligare resurs finns, med deltagare från alla fyra kärnkraftverken, kärnkraftindustrins gemensamma beredskapsstyrka (KGB). Den består av utbildad strålskyddspersonal med handinstrument. Enligt överenskommelse ska ett kärnkraftverk på begäran kunna sända en mätpatrull inom tio timmar med två strålskyddstekniker och mätutrustning till ett drabbat län. Det finns också ett frivilligt åtagande från kärnkraftverkens laboratorier att bistå andra vid behov.

Datorstöd för rapportering, analys och information

Vid en olycka kommer stora mängder mätdata att rapporteras från de olika mätsystemen. (Från t. ex. de automatiska gammastationerna kommer det ungefär 3500 mätvärden per dygn!) För att kunna ta hand om alla dessa mätdata

finns det vid Strålskyddsinstitutet en central databas. Strålskyddsinstitutet sammanställer mätdata till t. ex. kartor som visar strålnivån i olika delar av Sverige. Det finns också ett system för datoriserad dagbokshantering och utbyte av meddelanden mellan kärnkraftlänen och centrala myndigheter (Strålskyddsinstitutet, Kärnkraftinspektionen).

Strålskyddsinstitutet har speciella webbsidor för beredskapen för att ge sammanhållen information om mätningar, analysresultat, prognoser och rekommendationer till länsstyrelser, samverkansmyndigheter, medier och allmänheten.

Nationell samordning

Strålskyddsinstitutet ansvarar för den nationella samordningen av mätningar av strålning. I samarbete med bl. a. SMHI, SGU och FOA utvecklar och förbättrar Strålskyddsinstitutet mätsystem, instrument och metoder för strålningsmätning i fred och krig.



Skyddsåtgärder

Om det inträffar en kärnteknisk olycka varnar och informerar länsstyrelsen snabbt allmänheten samt vidtar ytterligare åtgärder för att förhindra att människor, djur och miljö blir skadade av strålning. Till stöd har länsstyrelsen en rad myndigheter och organisationer.

Arbetsgången vid en kärnteknisk olycka – skyddsåtgärder

Om det inträffar en kärnteknisk olycka med utsläpp av radioaktiva ämnen utomlands eller i Sverige, sker följande i skedet efter alarmering och mätningar:

- Länsstyrelsen beslutar, med hjälp av expertmyndigheter, hur människor, djur och miljö ska skyddas.
- Kommunernas räddningstjänst, miljö- och hälsoskyddskontor samt sjukvården och polisen m. fl. fortsätter med sitt arbete (som de började med under alarmerings- och mätskedena).
- Vid en *svensk* olycka arbetar det drabbade kärnkraftverket enligt sina beredskapsplaner med att minimera utsläpp och tekniska konsekvenser.
- Kärnkraftinspektionen samlar sin beredskapsgrupp med kärnteknikexperter.
- På Strålskyddsinstitutet samlas en central beredskapsorganisation, som samordnar de centrala expertmyndigheternas information till bl. a. länsstyrelserna om strålskydd samt samordnar nationella mätresurser och information till medier och allmänhet. En medicinsk expertgrupp ingår i organisationen för att tillsammans med Socialstyrelsen utforma medicinska råd till sjukvården. I ett

En tidig skyddsåtgärd som kan bli aktuell är att ta in korna och ge dem rent foder.

senare skede kan råd om sanering lämnas till länsstyrelserna från Strålskyddsinstitutets nationella expertgrupp för sanering.

- De andra expertmyndigheterna samlar sina beredskapsgrupper och börjar arbeta inom sina områden, t.ex. skyddsåtgärder inom jordbruk och livsmedel.
- Alla myndigheter behåller sitt normala ansvar och sin normala roll, men samverkar så att råden och informationen till allmänheten blir enhetliga.

Åtgärder för skydd mot strålning

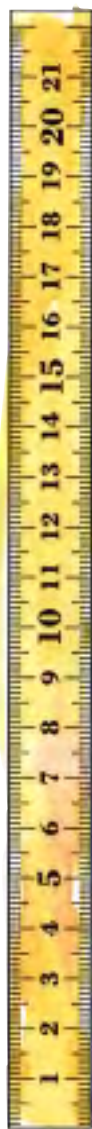
Vid en kärnteknisk olycka kommer inte de radioaktiva ämnen som släpps ut till omgivningen att vara under kontroll. Därför kan inte de dosgränser som Strålskyddsinstitutet föreskrivit för planerad verksamhet med strålning tillämpas. I en olyckssituation kan stråldoser till individer minskas enbart genom skyddsåtgärder som inomhusvistel-

Jodtabletter

Radioaktiv jod är ett av de ämnen som kan släppas ut vid en kärnteknisk olycka. Om radioaktiv jod kommer in i sköldkörteln bestrålar den sköldkörteln och kan därmed orsaka skador. Jod förekommer både som gas och i fast form. Man kan få i sig jod genom inandningsluft, mjölk eller bladgrönsaker på vilka det fallit ned jod.

Genom att ta en jodtablett mättar man sköldkörteln med ickeradioaktiv jod, så att sköldkörteln inte kan ta upp någon radioaktiv jod. Tabletten måste börja verka innan man fått i sig någon radioaktiv jod.

Den åtgärdsnivå som Strålskyddsinstitutet angett för intag av jodtabletter ligger till grund för beslutet att jodtabletter är motiverade som motmedel i den inre beredskapszonen, ut till 12–15 km från kärnkraftverket. Inom detta område finns jodtabletter utdelade till alla hushåll. Beslut har också fattats om att vi i Sverige inte ska ha någon jodtablettberedskap för övriga delar av landet. Den avstyrbara dosen där blir nämligen med stor sannolikhet lägre än åtgärdsnivån även vid svåra kärntekniska olyckor. Inte heller vid utländska olyckor planeras att använda jodtabletter som motmedel för befolkningen.



Åtgärdsnivåer enligt SSI

Jodtabletter
10–100 mGy, barn,
sköldkörteldos*

Utrymning
50 mSv under högst
en vecka

Bortflyttning
30 mSv per månad

Inomhus 10 mSv
under högst 2 dygn

Återflyttning
Mindre än 10 mSv
per månad

Strålskyddsinstitutets
åtgärdsnivåer för olika
skyddsåtgärder för
allmänheten.

*Sköldkörteldosen 100 mGy
motsvarar effektiv dos 5 mSv.

se, intag av jodtabletter och utrymning. Sådana åtgärder medför i sig skadeverkningar genom att utsätta individer för nya risker, begränsa friheten och ta samhällets resurser i anspråk. Dessa nackdelar vägs mot fördelen att befolkningen kan få en lägre stråldos.

- Genom att skyddsåtgärder vidtas kommer stråldosen att bli lägre än om man inte gör någonting. Denna minskning av den potentiella stråldosen vid en olycka kallas *avstyrd dos*.
- Alla ansträngningar ska göras för att förhindra allvarliga akuta hälsoeffekter. Detta innebär att den stråldos som människor kan få under några dygn måste hållas under 1000 mSv (som är en ungefärlig gräns under vilken dödsfall är mycket osannolika vid korttidsbestrålning). Helst bör den hållas under 100 mSv.
- Även sena skador ska man naturligtvis arbeta för att undvika. Risken för sena skador är proportionell mot erhållna stråldos. Åtgärder för att minska risken för sena skador ska vara berättigade och optimala. Det innebär att åtgärden ska medföra mer nytta än skada (vara berättigad). Nyttan med åtgärden ska bli så stor som möjligt i förhållande till åtgärdens kostnad och skadliga effekter (vara optimerad).

Åtgärdsnivåer och åtgärdsscheman

Strålskyddsinstitutet har infört åtgärdsnivåer angivna i avstyrbar dos där vinsten i förväg vägts mot nackdelarna. Se vidstående illustration. Dessa åtgärdsnivåer ska användas vid planering av åtgärder, inte för beslut i en akut situation. Då används istället åtgärdsscheman. (Man säger att åtgärder som dessa är *generiska*, eftersom åtgärderna måste vidtas på blotta misstanke att de avstyrbara doserna kan överskrida åtgärdsnivåerna.)

För att åtgärder som inomhusvistelse, intag av jodtabletter och utrymning ska minska eller avstyra stråldoser måste beslut om dessa fattas snabbt och på grundval av begränsad information om olyckan. För att underlätta beslutsfattandet kan åtgärdsscheman göras i förväg. Kärnkraftinspektionen och Strålskyddsinstitutet har startat ett arbete (enligt IAEA:s

nya rekommendationer) med typhaveribeskrivningar och åtgärdsscheman. Dessa scheman bygger på situationen inne på kärnkraftverket och inte på vindriktningar m. m. i omgivningen. Analyser av väder och vindriktning tar nämligen tid och fördröjer beslut om skyddsåtgärder. Dessa åtgärdsscheman kommer att diskuteras och prövas i samråd med länsstyrelserna.

Skyddsåtgärder vid svensk olycka

För att skydda befolkningen från stråldoser vid en *svensk* kärnteknisk olycka med utsläpp av radioaktiva ämnen kan länsstyrelsen besluta om att rekommendera befolkningen:

- inomhusvistelse
- intag av jodtabletter
- utrymning
- tillfällig eller permanent bortflyttning.

Länsstyrelsen kan också ålägga t.ex. jordbrukare och livsmedelsproducenter någon eller några av följande åtgärder:

- betesförbud
- restriktioner för livsmedel (EU avser att ange gränsvärden för livsmedel)
- andra åtgärder inom jordbruk och rennäring för att mängden radioaktiva ämnen i livsmedel ska kunna hållas under gränsvärdena
- åtgärder nödvändiga av djurskyddsskäl samt av ekonomiska och andra skäl
- sanering av förorenad mark, byggnader och vägar.

Skyddsåtgärder vid utländsk olycka

Vid en *utländsk* olycka kan det bli fråga om följande skyddsåtgärder för allmänheten:

- inomhusvistelse när utsläppsmolnet passerar
- vid »värsta fall« kan det behövas bortflyttning och sanering även vid en utländsk olycka.

Jordbrukare och livsmedelsproducenter kan åläggas att vidta någon eller några av följande åtgärder (samma som vid en svensk olycka):

- betesförbud
- restriktioner för livsmedel (EU avser att ange gränsvärden för livsmedel)
- andra åtgärder inom jordbruk och rennäring för att mängden radioaktiva ämnen i livsmedel ska kunna hållas under gränsvärdena
- åtgärder nödvändiga av djurskyddsskäl samt av ekonomiska och andra skäl.

Olycka med satelliter

Om en satellit med kärnreaktor eller radionuklidbatterier ombord återträder i jordatmosfären över Sverige kan satellitdelar och radioaktiva ämnen spridas över landet. Det skulle kräva omfattande mät-, räddningstjänst- och saneringsarbete. Strålnivån kan vara mycket hög i närheten av vissa satellitdelar. Åtgärder måste i första hand inriktas mot att försöka lokalisera strålkällorna. Först därefter kan kompletterande åtgärder bli aktuella. Länsstyrelserna ansvarar för dessa åtgärder, i samråd med Strålskyddsinstitutet.

Skillnader mellan svensk och utländsk olycka

En olycka vid en utländsk kärnteknisk anläggning innebär vissa skillnader jämfört med en svensk olycka.

- Vilket län som helst kan drabbas av en utländsk olycka. Vid en svensk olycka blir det troligen räddningstjänst endast i länet med den drabbade anläggningen och de närmaste länen.
- Vid en utländsk olycka är det inte troligt att det blir fråga om räddningstjänst, utan enbart sådana konsekvensbegränsande åtgärder som kan minska stråldosen och därmed på sikt minska risken för cancer t.ex. livsmedelsrestriktioner etc.

Vad kan allmänheten göra?

I förväg:

- Ta del av broschyrer och annan information om beredskapen som Räddningsverket, Strålskyddsinstitutet, Kärnkraftinspektionen, länsstyrelsen och den lokala säkerhetsnämnden ger ut.

Vid en olycka:

- Lyssna på radio och se på tv, speciellt Sveriges Radios lokala kanal i P4 för rekommendationer från länsstyrelsen om skyddsåtgärder.
- När länsstyrelsen rekommenderar vistelse inomhus: hjälpa till med att meddela dem som är ute att de ska gå in.
- Hjälpa grannar, släkt och vänner – t. ex. vid en utrymning.

Åtgärder före ett nedfall

Om tiden fram till ett befarat nedfall är tillräckligt lång (så att de utrymmande hinner bort från riskområdet) och nedfallet beräknas bli stort, kan utrymning i preventivt syfte rekommenderas.

Beräknas utsläppet ske så snart att utrymning inte är möjlig kan inomhusvistelse rekommenderas. Inomhusvistelse är lämplig under tiden som utsläppet pågår för att skydda främst mot inandning av radioaktiva ämnen från »molnet« av utsläppta radioaktiva ämnen, men också mot strålning från molnet. Intag av jodtabletter kan rekommenderas i den inre beredskapszonen som motmedel mot inandning av radioaktiv jod.

Åtgärder efter ett nedfall

På kort sikt efter ett nedfall kan utrymning eller tillfällig bortflyttning genomföras under förutsättning att de stråldoser som avstyrs genom åtgärden är så stora att vinsten är större än olägenheten med bortflyttningen. Beslut om utrymning fattas av länsstyrelsens räddningsledare. Polisen svarar för genomförandet i samverkan med olika samhällsresurser. (Läs om utrymning nedan.)

På längre sikt kan åtgärder inom jordbruksproduktionen och livsmedelsrestriktioner, t. ex. begränsning av försäljning av mjölk från kor som betat kontaminerat gräs, minska stråldosen till befolkningen. Detta gäller på kort sikt för att minska stråldoserna från jod-131, på lång sikt från cesium-137. Allmänheten och trädgårdsodlare kan behöva få rekommendationer om åtgärder för egenodlade köksväxter och trädgårdsodlingar. Om det fallit ner mycket stora mängder radioaktiva ämnen och kontaminerat mark,

byggnader och vägar kan det bli nödvändigt att sanera området. (Läs om sanering i kapitel 9.)

Utrymning – speciellt för län med kärnkraftverk

I beredskapen ingår en rad skyddsåtgärder, varav några är speciella för län med kärnkraftverk. Utrymning är en sådan. Den innebär förflyttning av människor för att skydda deras liv och hälsa i en hot- eller risksituation. En utrymning kan vara mycket resurskrävande, speciellt om den omfattar många människor. Det krävs god planering för att utrymningar ska bli lyckade. Enligt räddningstjänstförordningen ska de beredskapsplaner som upprättas av länsstyrelserna i län med kärnkraftverk behandla utrymning.

I första hand kommer en utrymning vid en olycka att omfatta de som vistas inom kärnkraftverkets område. *Kärnkraftverket* svarar för en sådan utrymning. Beslut om utrymning utanför kärnkraftverkets område fattas av *länsstyrelsens* räddningsledare. *Polisen* svarar för genomförande i samverkan med andra samhällsresurser.

*Utrymningsövning på
Gräsö 14 maj 1996.
Länsstyrelsen i Uppsala
län prövar den
planering som finns för
utrymning av
allmänheten runt
Forsmarksverket.*





Personer som ska utrymma får passera en ram för radiologisk kontroll så att eventuell extern kontamination upptäcks.

Utrymningsorganisationen

Polischef eller förordnad är utrymningsledare. Om ett utrymningsbeslut berör flera polisområden är länspolismästaren, eller förordnad, utrymningsledare. Utrymningsledaren har en stab med lednings- och samverkanspersonal till sitt förfogande. Samverkanspersonal är företrädare för kommunal socialvård och skola, sjöoperativ verksamhet och transportföretag. Utrymningsledaren samordnar de organ som medverkar vid utrymningen.

Polisens organisation kan förstärkas med personal från t. ex. kustbevakning och hemvärn för den avspärrning och trafikreglering som krävs vid utrymningen.

Information

Samverkan och informationsutbyte mellan alla medverkande är förutsättningen för ett gott resultat. De som ska utrymmas måste informeras om bl. a. vilket område som ska utrymmas, när utrymningen bör påbörjas, när den måste vara avslutad och hur länge man beräknas vara borta, vilken transporthjälp som finns och var utrymnings- och mottagningsstationer finns. (Läs mer om information i kapitel 10.)

Utrymningsstationer och mottagningsstationer

Flera *utrymningsstationer* utanför inre beredskapszonen är förberedda och upprättas efter behov samt rådande vind- och utsläppsförhållanden vid en olycka. På utrymningsstationerna kan personer som utrymmer t.ex. registreras, kontrollmätas (för att eventuell extern kontamination ska upptäckas), eventuellt saneras samt vid behov få hjälp med transporter och liknande. Kollektiva transporter för utrym-

Utrymning

Utrymning kan behövas i dessa fall:

- Hotsituationen, då det finns risk för utsläpp av större mängder radioaktiva ämnen.
- Markbeläggningssituationen, då det varit ett utsläpp av radioaktiva ämnen och marken har blivit belagd. Det kan då innebära en hälsorisk att vistas där och därför bör området utrymmas.

Den enskildes självverksamhet är grunden

Forskning om hur människor beter sig vid stora olyckor har visat att de allra flesta personer agerar rationellt utifrån den information de har. Det är en myt att majoriteten av dem skulle bli panikslagna, handlingsförlamade och vara helt beroende av myndighetsåtgärder för att t. ex. kunna ta sig ur ett riskområde.

Myndigheter bör därför inrikta sig på att underlätta människors självverksamhet och koncentrera insatserna till dem som verkligen behöver hjälp.

Ett familjebeslut

För att en utrymning ska genomföras krävs att myndigheternas beslut om utrymning följs av enskilda människors egna beslut. För att kunna fatta rätt beslut, måste människor få nödvändig information om läget i tillräckligt god tid. Det är ofta ett större problem att motivera människor att utrymma än att hindra dem från att fly i panik.

När en katastrof hotar eller redan har inträffat försöker människor få kontakt med sin familj för att ta reda på vad som hänt de enskilda medlemmarna och gemensamt besluta om hur familjen ska handla. Om de utrymmer, gör de det tillsammans.

mande är förberedda från avhämtningsplatser inom inre beredskapszonen till utrymningsstationerna.

Mottagningsstationer upprättas efter behov för att ta emot och tillfälligt omhänderta utrymmande samt för att hänvisa dem till inkvartering. Kollektiva transporter för utrymmande är förberedda från utrymningsstationerna till mottagningsstationerna.

Vid »höjd beredskap« upprättas i några län endast vissa delar av utrymningsstationerna. Vid »haverilarm« upprättas utrymningsstationerna fullständigt.

Utrymningstransporter

Flertalet av de utrymmande kan förmodligen lämna riskzonen på egen hand. Några måste dock få hjälp, t. ex. de som inte har egna transportmedel, rörelsehindrade liksom de som vistas på sjukhus, vårdhem, ålderdomshem, barn-daghem, skolor och kriminalvårdsanstalter. I kommunernas planer finns uppgifter om vilka kategorier som behöver särskild assistans.

Genomsökning av utrymt område

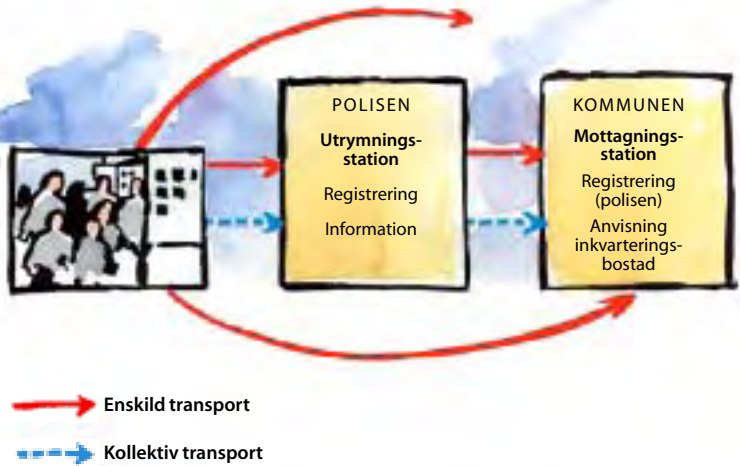
Sedan människor lämnat ett område som länsstyrelsen beslutat att utrymma, är det polisens uppgift att förvissa sig om att ingen längre vistas där. Polisgrupper avdelas för systematisk och noggrann genomsökning av området. Särskild uppmärksamhet ägnas åt åldringar, rörelsehindrade, ensamma och isolerade personer. Kommunens hemtjänst och andra organ medverkar vid genomsökningen.

Vid genomsökning av kust- och skärgårdsområden samarbetar polisen med kustbevakningen och enheter från bl. a. Sjöfartsverket och Sjöräddningssällskapet.

Bevakning av utrymt område

Efter det att ett område har blivit genomsökt håller polisen detta under bevakning med hjälp av egna och samverkande organs resurser. Bevakningen kan göras från såväl en fast plats som med rörliga patruller. Den ska planeras så att bevakningspersonalen kan utföra arbetet utan risk.

Länsstyrelsen ansvarar för utrymningsbeslutet. Polisen genomför utrymningen och svarar för utrymningsstationer, avspärrning och trafikreglering. Den mottagande kommunen svarar för inkvartering av utrymmande.



Inkvartering av utrymmande

Många av de människor som måste utrymmas från riskområdet klarar sin egen inkvartering under den första tiden. Andra människor behöver samhällets hjälp. Kommunen svarar för mottagande och inkvartering av utrymmande.

Återflyttning av utrymmande

Efter att ett utrymt område har mätts och eventuellt sanerats kan de boende i de flesta fall återvända. Beslut om återflyttning fattas av länsstyrelsen. Det är viktigt att beslutet grundas på noggrann analys av händelsen och bedömning av konsekvenserna gjorda av experter.

Om utrymningen gjordes på grund av ett hot om utsläpp, kan återflyttningen börja så snart hotet undanröjts.

Om det blev ett utsläpp av radioaktiva ämnen, och nedfallet på marken i huvudsak består av radioaktiv jod, kan befolkningen flytta tillbaka inom några veckor efter en olycka. Om markbeläggningen består av andra ämnen, (framförallt cesium-137) kan det dröja mycket längre innan befolkningen kan flytta tillbaka.

Specialutrustade grupper kan i vissa fall tillåtas gå in i området tidigare för att t. ex. sköta djur och viktiga anläggningar.

Avspärrning och trafikreglering

Vid olyckor behövs ofta avspärrning och trafikreglering både för att skydda människor och för att underlätta räddningsinsatserna. Enligt räddningstjänstlagen ska det räddningsorgan som gör en räddningsinsats underrätta polisen så att polisen kan fullgöra sina uppgifter som avspärrningar, dirigering av trafiken och utrymningar. Vid en kärnkraftsolycka kan man räkna med att vägnätet är intakt. Framkomligheten kan dock begränsas till följd av hot om eller utsläpp av radioaktiva ämnen.

Utrymningstrafik

Vid utrymningar är det viktigt att de utrymmande trafikanterna leds in på vägar med god framkomlighet och tillräcklig kapacitet för den beräknade trafikmängden. I beredningsplaneringen har befintliga och situationsbetingade s. k. flaskhalsar i trafikmiljön inventerats.

Vägprioritering

Om möjligt och efter behov prioriteras vissa vägar för utryckningsfordon och andra fordon som används i räddningsinsatsen, t. ex. bussar för kollektivtransporter, utrymning av skolbarn och vård- och omsorgskrävande grupper. Trafiken av övriga utrymmande m. fl. stör då inte räddningstrafiken. Utrymningsledaren beslutar om denna prioritering.

Reglering och övervakning av trafiken

Den långväga trafiken bör ledas runt det avspärrade området via i förväg utsedda förbifartsvägar. Dirigering av trafiken kan, förutom genom lokalradion, ske via de olika näringsgrenarnas ordinarie sambandssystem som SJ:s sambandsnät, åkeriradio, taxiradio, kustradiostationer och flygradio. Utrymningsledaren beslutar om trafikregleringen.

Polisens ordinarie övervakning av trafiken kan behöva utökas vid svåra väderleks-, väglags- och siktförhållanden. Det kan behövas hjälp av plogfordon och bärgningsbilar. Utrymningsledaren beslutar om trafikövervakningen. Om det behövs kan länsstyrelsen besluta om lokala trafikföreskrifter.

Strålningsmätning

Trafiken ut ur ett avspärrat område kan behöva kontrolleras för att förhindra att radioaktiva ämnen sprids. Vid omfattande markbeläggning kan det bli aktuellt med restriktioner för fordonspassage från och till området. Kontrollen av fordonen görs lämpligen vid en utrymningsstation. Länsstyrelsen beslutar om strålningsmätning och vilka som ska utföra den.

Trafikinformation

De som berörs av avspärningen och trafikregleringen måste informeras om vidtagna åtgärder och hur dessa påverkar trafikförhållandena. Denna information samordnas med övrig information som utgår från de organ som deltar i räddningsinsatsen. Länsstyrelsen ansvarar för att informationen samordnas.

Strålskyddsåtgärder för fältpersonal

Arbetsmiljölagen gäller *alla* risker i arbetslivet. Enligt den lagen har arbetsgivaren ansvar för de anställdas skydd och för att den anställde har tillräckliga kunskaper för uppgiften. Arbetskyddsstyrelsen skriver föreskrifter om arbetsmiljö och Yrkesinspektionen utövar tillsyn av att arbetsgivarna följer lagen och föreskrifterna. När det gäller strålning finns det dessutom en expertmyndighet, Strålskydds-

Strålskydds-kom ihåg för fältpersonal

Undvik onödig *extern* bestrålning genom att

- hålla största möjliga avstånd till strålkällan
- minimera tiden genom noggrann planering av arbetsinsatsen
- avskärma strålkällan

Undvik *intern* bestrålning genom

- heltäckande klädsel
- andningsskydd
- att inte äta, dricka, röka, snusa eller applicera kosmetika i miljö med radioaktiva ämnen



200 mSv
Medelstensens
dos under 50 år.

100 mSv
Operativ riktlinje vid
bestrålning i
nödläge.

50 mSv
Dosgräns för
personal i planerad
verksamhet.

20 mSv
Högsta tillåtna år-
liga dos under lång
tid i verksamhet
med strålning.

4 mSv
Medelstensens
årsdos.

*Viktiga dosnivåer inom
strålskyddet.*

institutet som bl. a. utfärdar föreskrifter om dosgränser för personal.

Dosimetri och hälsokontroll

Det är viktigt att arbetsgivare och personal vet vilken stråldos personalen har fått vid en insats. Enligt Strålskyddsinstitutet ska fältpersonal veta innan de går på ett nytt arbetspass vilken stråldos de fick under förra passet. Ingen får utsättas för strålning i räddningsarbete utan att stråldosen till personen mäts eller uppskattas på annat sätt. (Persondosmätare används bara för fältpersonal i län med kärnkraftverk. I andra län räcker det med att använda dosfunktionen på mätinstrumentet SRV-2000 för att mäta/uppskatta stråldos.)

Arbetsgivaren ska föra journal över vilka stråldoser de anställda har fått.

Ingen särskild hälsokontroll behövs för den personal som ingår i beredskapen. Den vanliga hälsokontrollen som räddningstjänstpersonal genomgår är tillräcklig för strålskyddsändamål. Efter en kärnteknisk olycka ska dock personal som utfört räddningsarbete genomgå hälsokontroll.

Gränsvärden för insatspersonal

Dosgränsen för personal i planerad verksamhet med strålning är 50 mSv per år. (Ackumulerad dos under fem på varandra följande år får vara högst 100 mSv.) För insatser i nödläge som innebär bestrålning och där dosgränsen kan komma att överskridas, ska insatsen göras av frivilliga. Insatser som medför bestrålning över 100 mSv ska enbart ske i livräddande syfte. Den som gör insatsen ska ha god kännedom om insatsens strålrisker och insatsen ska endast göras om fördelarna för andra personer blir klart större än insatspersonalens egen risk. För frivillig insats för att rädda liv finns ingen dosgräns. Arbetsgivaren är dock fortfarande ansvarig för arbetsmiljön, som vid andra arbetsuppgifter.

Skyddsutrustning

Förutom den ordinarie utrustningen som uniformer och skyddskläder ska personal som beordras tjänstgöra inom

eller i närheten av riskområdet ha tillgång till *personlig skyddsutrustning*:

- persondosmätare
- andningsskydd
- jodtabletter.

För kontroll av både strålnivån och personstråldoser kan mätinstrumenten SRV-2000 och RNI-10 användas. Dessutom behöver fältpersonal utrustning som kartor och redskap för att sanera utrustningen.

Vid transport genom radioaktivt moln

Om mätningar görs under ett pågående utsläpp av radioaktiva ämnen i luften (molnpassage) bör andningsskydd användas, fönster och ventilation i fordon hållas stängda. Mätinstrumentet ska läsas av kontinuerligt för att kunna se om strålningen ökar. Efter transport genom nedfall måste troligen fordonet saneras.



Sanering

I beredskapen ingår sanering som en viktig del. Sanering är en komplex verksamhet. Den kräver planering och god kännedom om lokala förhållande, speciellt när det gäller de tidiga åtgärderna efter ett nedfall av radioaktiva ämnen.

Vad är sanering?

Vid en kärnteknisk olycka kan mark, byggnader, utrustning, människor m.m. bli kontaminerade (förorenade) av radioaktiva ämnen. Syftet med sanering är då att reducera stråldoser och att återställa det som blivit kontaminerat, så att det kan användas igen.

Sanering är att ta bort radioaktiva ämnen eller se till att de inte sprids vidare. För människor görs det genom klädbyte och dusch, för stadsmiljöer genom t. ex. gräsklippning och spolning av fasader och gator, för jordbruksmiljöer genom t. ex. plöjning.

Efter sanering har man oftast ett radioaktivt avfall att ta hand om. Det kan ge stråldoser till saneringspersonal vid hantering och transporter. I flera fall kan avfallsmängderna bli mycket stora. Dessutom måste man finna lämplig plats och metod för att förvara avfallet säkert.

Ansvar vid sanering

Räddningstjänstlagen reglerar den sanering som är de »åtgärder som staten ska vidta för att göra det möjligt att åter använda mark, vatten, anläggningar och annan egen- dom som förorenats genom utsläpp av radioaktiva ämnen. Skyldighet för staten att vidta sådana åtgärder föreligger endast i den utsträckning det med hänsyn till följderna av

Saneringsåtgärder som å ena sidan förhindrar stråldoser till allmänheten kan å andra sidan ge stråldoser till saneringspersonalen.

Länsstyrelserna ansvarar för sanering efter utsläpp av radioaktiva ämnen från en kärnteknisk anläggning. Som stöd har länsstyrelsen centrala myndigheter samt den nationella expertgruppen för sanering.



utsläppet, det hotade intressets vikt, kostnaderna för insatsen och omständigheterna i övrigt är påkallat att staten svarar för åtgärderna«. (Alltså t.ex. inte sanering av människor.)

Enligt räddningstjänstlagen är det *länsstyrelsen* som ansvarar för sanering efter utsläpp av radioaktiva ämnen från en kärnteknisk anläggning. Enligt räddningstjänstförordningen ska länsstyrelsen upprätta en plan för sanering. Länsstyrelsen bör samråda med Räddningsverket, Strålskyddsinstitutet, Kärnkraftinspektionen, Jordbruksverket, Naturvårdsverket, Livsmedelsverket, Socialstyrelsen, kommuner och landsting vid utformning av planen. Länsstyrelsen bör överlåta arbetsledningen på fältet till någon organisation med erfarenhet av liknande insatser, som räddningskår, sanerings- eller byggnadsföretag.

Kommunerna är enligt räddningstjänstlagen skyldiga att medverka i saneringen. Kommunerna är också ansvariga enligt hälsoskyddslagen för det hälsoskydd inom kommu-

nen som behövs vid utsläpp av radioaktiva ämnen.

Räddningsverket har ansvaret att samordna länsstyrelsernas planläggning av sanering. Verket har gett ut allmänna råd om sanering som stöd till länsstyrelserna. Räddningsverket utfärdar också föreskrifter för inrikes väg- och järnvägstransport av farligt gods, som t.ex. kontaminerat material.

Strålskyddsinstitutet och Kärnkraftinspektionen har tillsynsansvar vid transport och förvaring av kontaminerat material enligt strålskyddslagen och lagen om kärnteknisk verksamhet. Strålskyddsinstitutet har det centrala ansvaret för långsiktig uppföljning av sanering.

Den nationella expertgruppen för sanering ska ge expertstöd till länsstyrelserna om metoder, strategier, bedömningar av kostnader och effektivitet samt strålskydd. Expertgruppen ingår i Strålskyddsinstitutets beredskapsorganisation.

Jordbruksverket m.fl. myndigheter kan rekommendera och i vissa fall även ge ekonomisk ersättning för andra typer av sanering inom t.ex. jordbruksnäringen. För sanering efter utsläpp av radioaktiva ämnen *i andra fall* än från kärntekniska anläggningar ansvarar den myndighet som regeringen föreskriver eller i särskilda fall beslutar.

Ledning

Verksamheten leds av länsstyrelsens ordinarie ledning, som kan besluta om:

- att få disponera den nationella expertgruppen
- ingrepp i annans rätt eller delegation av beslutanderätten
- ersättning för utrustning och personal
- sanerings- och informationsåtgärder.

Inventering av regionala förhållanden och resurser

I planeringen av sanering bör regionala förhållanden som markanvändning, befolkningstäthet, boendeformer, kommunikationer och vattentäkter inventeras och dokumenteras.

Även tillgång till saneringsresurser (organisationer och utrustning) bör inventeras. Organisationer med personal som är lämpliga för saneringsarbeten är t.ex. räddnings-

kårer, saneringsföretag, kustbevakningen, kärnkraftverk och andra kärntekniska anläggningar. Organisationer som har lämplig utrustning är t. ex. kommunala förvaltningar, sanerings- och byggföretag, Vägverket. Personal som utför saneringen bör utbildas och få individuell dosregistrering.

Sanering i stadsmiljöer kommer till stor del att behöva genomföras av samhällsresurser, men enskilda kan även själva sanera egna bostäder och trädgårdar. I jordbruksmiljöer finns utrustning och hanteringserfarenhet på de enskilda gårdarna, vilket innebär att befolkningen själv kan utföra rekommenderade åtgärder.

När ska man sanera?

Saneringsåtgärder är kraftiga och krävande ansträngningar för samhälle och individ. Sanering är effektiv bara om den leder till en varaktig minskning i bestrålning. Länsstyrelsen beslutar, med stöd av expertgruppen för sanering (vid Strålskyddsinstitutet), om sanering behövs. Nödvändigheten av sanering ska bedömas efter:

- följderna av nedfallet av radioaktiva ämnen, t. ex. oacceptabla stråldoser
- det hotade intressets vikt, t. ex. sänkt produktivitet i samhällsviktig verksamhet
- kostnaderna för insatsen, t. ex. kostnader för personal, utrustning och utbildning
- övriga omständigheter, t. ex. avstyrd stråldos till befolkningen, stråldos till saneringspersonal, psykosociala effekter.

Olika typer av sanering

Saneringsåtgärder kan indelas efter hur snart efter nedfallet som de bör användas. Tidiga saneringsåtgärder är sådana som måste utföras inom högst tre veckor efter nedfallet för att effektivt minska stråldoser till befolkningen. (Åtgärderna bör dock inte utföras innan kortlivade radioaktiva ämnen har klingat av eftersom saneringspersonalen annars får onödigt höga stråldoser.) Sena saneringsåtgärder är sådana som sätts in efter en planeringstid på tre – fyra veckor efter nedfallet.



Gräsklippning är en av de saneringsåtgärder som ger störst effekt, men det är viktigt att avfallet i form av gräsklipp samlas upp och förs bort.

Exempel på tidiga saneringsåtgärder i stadsmiljö

- klippa gräs, buskar och träd och frakta bort avfallet
- avlägsna snö
- spola tak, väggar, gator och trottoarer
- dammsuga gator

Exempel på tidiga saneringsmetoder i jordbruksmiljö

- avlägsna gräs och snö
- avlägsna ytskiktjord i närheten av hus
- spola tak och väggar
- avlägsna kontaminerade grödor

De åtgärder som ger *störst effekt* i form av reduktion av livstidsstråldos är gräsklippning (gäller endast om nedfallet deponerats i torrt väder), avlägsnande av snö samt klippning av buskar och träd.

Exempel på sena saneringsåtgärder i jordbruksmiljö

I bästa fall räcker det med normala brukningsmetoder, som plöjning, men i värsta fall kanske mark måste läggas i träda. Mellan dessa ytterlägen finns det flera saneringsåtgärder att ta till, som:

- djupplöjning
- avlägsnande av ytskiktjord
- treskiktsgrävning (jorden grävs upp, det som låg överst och alltså blivit mest förorenat, läggs i botten osv.)
- konstgödning och kalkning (som reducerar grödans upptag av radioaktiva ämnen).

Sanering av dricksvatten

I regel är ytvattentäkter känsligare än grundvattentäkter för nedfall av radioaktiva ämnen. Den rening som görs normalt av dricksvatten i kommunala reningsverk tar bort ungefär hälften av mängden cesium från nedfallet. Ytterligare rening skulle kunna åstadkommas med tillägg av kemiska och fysikaliska metoder. Om detta inte skulle räcka, bör alternativa åtgärder till sanering övervägas, t. ex. att ta vatten från en täkt i ett område som inte drabbats av nedfall.

Bortforsling av kontaminerad jord utanför Novozybkov 15 mil från Tjernobyl. Cesium -137 binds kraftigt till leran i jorden. Detta medför endast en liten risk för luftaktivitet när markdeponeringen har upphört.



Personlig sanering

Om man konstaterat, t. ex. genom mätning, att man fått radioaktiva ämnen på sig måste man sanera sig: ta av och tvätta kläder, samt duscha och tvätta håret. För att vara säker på att saneringen lyckats måste man kontrollmäta. Vattnet från saneringen behöver normalt inte tas om hand på något särskilt sätt.

Sanering av fordon

Bilar och andra fordon som används vid mätning och sanering kan bli kontaminerade. Efter avspolning med vatten sker ny kontrollmätning av fordonet.

Exempel på sanering efter en stor olycka – Tjernobyl

Saneringen i de mest utsatta länderna efter Tjernobylolyckan 1986, Vitryssland, Ukraina och Ryssland, föranleddes av kontaminering med cesium, strontium och bränslefragment. Vattenspolning av vägar, byggnader och vegetation samt borttagning av ytskiktet på marken var de saneringsåtgärder som användes i området nära kraftverket. Erfarenheterna visar att återställande av områden efter ett kraftigt nedfall innebär stora arbetsmiljöproblem och höga kostnader.

*Vatten och sand-
blästring av konta-
minerade väggar
i Novozybkov, 15 mil
från Tjernobyl.*



Sanering efter en mindre olycka

Även efter mindre olyckor än kärnkraftsolyckor kan sanering behövas. Vid t.ex. transportolyckor med strålkällor avsedda för sjukhus kan radioaktiva ämnen läcka ut. Här är det den kommunala räddningstjänsten som är ansvarig. Sjukhusfysiker eller personal från Studsvik, FOA eller Strålskyddsinstitutet kan bistå kommunen med mätning och sanering. Det skadade kollit tas sedan om hand på anläggningen för låg- och medelaktivt avfall i Studsvik.

Information till allmänheten

Om länsstyrelsen har beslutat om sanering, ska länsstyrelsen informera allmänheten i förväg och fortlöpande om:

- planerade, pågående och avslutade saneringsåtgärder
- varför åtgärderna är nödvändiga
- var, när och hur saneringen ska göras
- resultat och konsekvenser för allmänheten.



Information

Beredskap innebär att vara beredd på det oväntade och därmed kunna minska konsekvenserna av en olycka. Informations syfte är att bidra till att dessa mål uppfylls. Planering och samverkan är nödvändigt för informationsarbetet. De meddelanden som sänds ut via olika medier måste vara entydiga, lätta att begripa och anpassade till målgrupperna.

I en kommunikationsprocess finns en sändare som överför information i form av ett meddelande till en mottagare som tolkar meddelandet. Processen påverkas av olika störningar, som kan göra att mottagaren uppfattar meddelandet annorlunda än vad avsändaren menat. I det ideala fallet får sändaren någon form av återföring från mottagaren. Då kan sändaren få veta om meddelandet måste kompletteras eller förklaras.

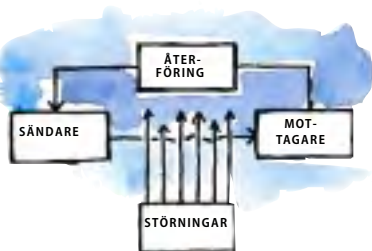
I kris- och katastrofsituationer är behovet av information mycket stort, men samtidigt minskar individens förmåga att ta till sig och tolka informationen rätt. Detta ökar kraven på myndigheternas information vid kärntekniska olyckor.

Eftersom många aktörer medverkar i informationsarbetet är behovet av en gemensam strategi stort. Företrädare för centrala, regionala och lokala myndigheter har därför under något år arbetat med ett nationellt program för kommunikation, NPK. De viktigaste punkterna i det redovisas sist i detta kapitel.

Ansvar för information

Informationen ska utgå från allmänhetens behov. Den ska vara snabb, öppen och korrekt och ska ge den enskilde underlag för beslut om egna åtgärder för att skydda sig själv

När något har hänt är det många som vill veta mycket – snabbt!



och sin familj. Därför måste informationen till allmänheten vara samstämmig och entydig, oavhängigt av vilken myndighet som lämnar den. Informationen till allmänheten är beroende av att samarbetet mellan och inom de olika myndigheterna och organisationerna fungerar.

Förutsättningen för effektiv information i ett akut läge är förberedda informationsplaner för varje myndighet och organisation. En informationsplan ger möjligheter till nödvändig flexibilitet och improvisation. Av planen ska framgå hur arbetet med informationen ska organiseras och vem som ansvarar för vad.

Informationssamarbetet mellan myndigheterna testas vid de beredskapsövningar som hålls regelbundet på nationell och regional nivå. En gång per år genomförs en större övning med berörda myndigheter och organisationer inom kärnenergiberedskapen.

EU har gett ut råd för hur medlemsländerna ska informera allmänheten i samband med kärntekniska olyckor. Styrande för dessa råd är dels Sevesodirektivet, om verksamheter som hanterar farliga ämnen i större kvantiteter, dels Euratomdirektivet, om olyckor som medför risk för strålning.

Räddningstjänstlagstiftningen är anpassad till EU-råden. Enligt lagstiftningen har länsstyrelsen och kommunen ansvaret att ge information till allmänheten i händelse av en nödsituation som medför risk för strålning. Särskild föreskrift finns utgiven av Räddningsverket om vad denna information ska innehålla och hur allmänheten ska informeras.

En rad olika aktörer medverkar i informationsarbetet:

Regeringskansliet och departementen

Information Rosenbad är namnet på regeringskansliets gemensamma enhet för kommunikation och information. Information Rosenbad samarbetar med departementens informatörer och initierar frågor som är övergripande för hela regeringskansliet. Vid kärntekniska olyckor behåller varje departement sina normala uppgifter och roll. Detta innebär att när en olycka är bekräftad ansvarar Miljödepartementet för att regeringskansliet kontinuerligt får nödvändig information.

Centrala myndigheter

Räddningsverket svarar för att bistå regeringen med information vid kärntekniska olyckor. Strålskyddsinstitutet samordnar tillsammans med Kärnkraftinspektionen informationen från de övriga centrala expertmyndigheterna.

Uppgiften för Strålskyddsinstitutets och Kärnkraftinspektionens gemensamma informationsenhet är att förse länsstyrelsernas informationsenheter med den information de behöver. Vid en olycka förstärks informationsenheten med informatörer från andra expertmyndigheter.

Övriga centrala myndigheter – t.ex. Jordbruksverket, Livsmedelsverket – ansvarar för information inom sina respektive områden.

Regional nivå

Länsstyrelsen ansvarar för att varna och informera allmänheten vid svenska eller utländska kärnteknisk olyckor. Länsstyrelsen ska tillsammans med andra expertmyndigheter, kommuner och landsting förbereda den information som ska lämnas till allmänheten.

Länsstyrelsen är också ansvarig för att alla som bor nära ett kärnkraftverk får kännedom om innehållet i räddningstjänstens informationsplan.

Lokal nivå

Kärnkraftverken är skyldiga att informera respektive länsstyrelse om ett tillbud eller en olycka inträffar.

Kommunen ansvarar för att kommuninvånarna får nödvändig information. Kommunen ansvarar även för att anpassa central och regional information till förhållanden och åtgärder inom den egna kommunen.

De lokala säkerhetsnämnderna i kärnkraftskommunerna ansvarar för att kommuninvånarna informeras om kärnkraftverkens arbete för säkerhet och beredskap mot olyckor.

Organisation av informationsarbetet

En olycka ställer stora krav på stabsarbetet hos de myndigheter som ingår i beredskapsorganisationen. Informations-

flödet är mycket stort och arbetet sker ofta under tidspress. För att klara lagarbetet krävs enkla och fasta rutiner samt tillgång till tekniska hjälpmedel.

Ledningsorganisationen varierar mellan länen men i regel finns räddningsledare, expertgrupp, stabschef/samordningschef samt en stab. Staben består av ledningsavdelning, sambandsavdelning, informationsavdelning och servicefunktioner. I informationsansvaret ingår att samla in viktiga fakta, samordna den information som går ut till övriga myndigheter och se till att de insamlade samordnade uppgifterna sprids till allmänheten och medier.

Externa och interna målgrupper

Vid kärntekniska olyckor är det många som behöver informeras:

- direkt berörda personer, t. ex. på kärnkraftverket
- närboende och indirekt berörda, som är oroliga och som vill veta mer
- personer som inte berörs av händelsen, men som har rättighet att få allsidig nyhetsinformation
- berörda myndigheter och deltagare i räddningsinsatsen.

Extern information

Den externa informationen riktar sig till allmänheten och massmedierna och sköts av länsstyrelsernas upplysningscentral. Informationen bör så långt det är möjligt vara förberedd. En sammanställning av de vanligaste frågorna och svaren, en »lathund«, gör att informationsarbetet kan rationaliseras och att alla medverkande lämnar samma budskap.

En checklista i räddningstjänstens informationsplan är ett enkelt sätt att underlätta arbetet i ett akut informationsskede. Av informationsplanen framgår det också vem som har till uppgift att informera allmänheten och medierna och vem som har samordningsansvaret.

Informationen till massmedierna kan lämnas bl.a. genom pressmeddelanden och intervjuer. Genom att ordna presskonferenser nås många medier på en gång.

Om en omfattande olycka inträffar kommer inte bara

nationella medier att vilja ha information. Trycket från internationella medier kommer också att vara stort och uppstå snabbt.

Webbplatser på Internet är ett allt vanligare sätt att informera både allmänhet och medier. (Se förteckningen på sid 154 över länsstyrelsernas m.fl. webbadresser.)

Intern information

En bra intern information är grunden för en framgångsrik extern information. Den interna informationen till den egna personalen på myndigheten och samverkande organisationer är därför mycket viktig. De som har direkta informationsuppgifter måste alltid ha tillgång till den senaste information men även övrig personal måste uppdateras med jämna mellanrum. Pressmeddelanden ska även gå ut internt. Personalen ska också få ta del av uttalanden som görs på presskonferenser.

Information före kärnteknisk olycka

En olycka i ett kärnkraftverk kan få svåra följder. I Sverige är vi dessbättre inte vana vid katastrofer. Därför kan en känsla av överklighet – »det händer inte mig« – lätt infinna sig om ett larm går. Motivationen att skydda sig kan vara låg om inte människor uppfattar att faran är verklig.

Viktiga regler för bra riskkommunikation

- Acceptera att allmänheten deltar som en likvärdig part i samhällsfrågor.
- Planera noggrant och utvärdera alltid arbetet.
- Var öppen för människors oro och ängslan.
- Var ärlig, uppriktig och öppen. Vid information om risker är förtroende och trovärdighet de mest värdefulla tillgångarna.
- Samordna informationen och samarbeta med andra.
- Tillmötesgå massmediernas behov och önsknigar. Massmedierna är primära förmedlare av riskinformation.
- Tydlighet, inlevelse och känsla är viktigt vid riskinformation. Undvik tekniskt språk och jargong.

Målet med information före en olycka är att göra allmänheten medveten om de risker som är förknippade med kärntekniska anläggningar och att hjälpa människor att förbereda sig både praktiskt och mentalt för en eventuell olycka.

Om en olycka skulle inträffa i ett svenskt kärnkraftverk är de som bor eller vistas i närheten den viktigaste målgruppen för information. En del informationsmaterial har därför redan delats ut till denna grupp. Alla som bor upp till ca 15 km från kärnkraftverket har fått Räddningsverkets och Strålskyddsinstitutets broschyr »Åtgärder vid larm från kärnkraftverk« och tilläggsinformation av länsstyrelsen. Lantbrukare har även fått broschyren »Råd till lantbrukare« med speciella instruktioner om hur de ska göra med sin djurbesättning och livsmedelsproduktion. Dessutom finns Räddningsverket broschyr »Vår beredskap vid kärntekniska olyckor« som är en översiktlig beskrivning för allmänheten av beredskapen.

Information under och efter en kärnteknisk olycka

Vid större olyckor eller katastrofer, t.ex. en kärnteknisk olycka, måste informations-spridandet ges mycket hög prioritet i inledningsskedet av räddningsarbetet. Om inte informationen lämnas snabbt riskerar myndigheterna mista initiativet, förtroendet och trovärdigheten.

I inledningsskedet av olyckan är det viktigt att informationen gör hotet synligt och klargör vilka åtgärder som räddningstjänsten vidtar eller tänker att vidta. All information kompletteras så fort det är möjligt med pressmeddelanden som bland annat anger vem som är informationsansvarig.

I regeringens sändningstillstånd för Sveriges Radio och Sveriges Television ges möjlighet för myndigheter att begära sändning av s.k. myndighetsmeddelande som är av vikt för allmänheten.

Enligt en överenskommelse mellan Räddningsverket å ena sidan och Sveriges Radio, Sveriges Television, TV4 samt kommersiella radioföretag å andra sidan kan *räddningsledaren* begära sändning av meddelanden vid en akut fara



Massmedierna spelar en väsentlig roll i spridningen av information vid kärntekniska olyckor.



eller olyckshändelse enligt VMA-systemet »Viktigt meddelande till allmänheten«. Efter en kärnteknisk olycka är behovet stort av information som rör sanering, livsmedelsrestriktioner m.m. Sådan information ges av ansvariga expertmyndigheter.

Nationellt program för kommunikation, NPK

En arbetsgrupp som arbetat på en strategi för samverkan vid kärntekniska olyckor har presenterat ett förslag till *nationellt program för kommunikation, NPK*. Arbetsgruppen bestod av företrädare för alla inblandade parter. Förslaget gäller olyckor som inträffar i Sverige och utomlands och som kräver insatser av den samlade kärnenergiberedskapen.

Viktiga utgångspunkter för förslaget är att aktörerna i beredskapen *samordnar* sin informationsverksamhet väl och att alla aktörer har en effektiv *intern* kommunikation. Förutsättningen för detta är bl.a. att aktörerna utnyttjar den nya teknikens möjligheter till direktförbindelser i realtid.

Kommunerna ges i förslaget en betydligt starkare roll än tidigare, liksom kärnkraftverken. Medieintresset bedöms bli koncentrerat på räddningsinsatsernas fokus; kraftverket och den närmaste omgivningen vid svensk olycka, mest drabbat område vid utländsk olycka. Presscentret/informationscentralen föreslås placeras i nära anslutning till händelsens centrum.

Ansvaret för *upplysningsverksamheten till allmänheten*

får länsstyrelserna och kommunerna. Kärnkraftinspektionens och Strålskyddsinstitutets gemensamma upplysningscentral stängs för allmänheten och svarar främst för service till länsstyrelser och kommuner.

De första timmarna efter ett larm och innan beredskapsorganisationen är upprättad betraktas som de mest kritiska. Därför föreslås nyckelpersonal – inklusive informationspersonal – vid länsstyrelserna få en *inställetid* på 60 minuter.

Sammanfattningsvis går förslaget till det nationella programmet ut på att de centrala myndigheterna ger länsstyrelserna det expertstöd, som krävs för att samordnat kunna tillfredsställa de kommunikationsbehov som uppstår i kommunerna. Förslaget kommer att ligga till grund för en rekommendation för myndigheternas arbete med samordnad information.

Allmänhetens reaktioner på information*

Det finns flera skäl till att information vid kärntekniska olyckor ställer särskilt stora krav på öppenhet, tydlighet och lyhörddhet för mottagarens behov.

Under normala vardagsförhållanden visar de flesta människor relativt lite intresse för risk- och beredskapsfrågor. Sändarens intresse av att informera är då större än mottagarens intresse av att uppmärksamma informationen. Som informatör bör man dock inte misströsta. Studier visar att allmänheten tillskriver information stor betydelse, även om det under normala förhållanden är att *ha tillgång till* snarare än att *aktivt söka* information som är viktig. Information har även en funktion i att förmedla att samhället »verkar« i säkerhets- och beredskapsfrågor. Upplevelse av att vara informerad är en viktig komponent i uppfattning om god beredskap.

När väl en olycka inträffat blir situationen ofta den motsatta. Hos allmänheten uppstår ett enormt behov av information som kan vara svår att svara upp mot. Myndigheter kan ibland tveka att lämna ut information därför att man befärrar att den kan väcka allmänhetens oro. Det är dock oftast upplevd *brist på information* som är det mest oroande.

En kärnteknisk olycka ställer speciella krav på god information eftersom hotet är diffust och kan inte bedömas av den enskilde. Strålning kan inte uppfattas med något av våra sinnen. Den enskilde människan är beroende av mätresultat och andra typer av information för att bilda sig en uppfattning om att något har inträffat, hur allvarligt det är, var hotet finns och hur länge det kvarstår. Det finns ingen tydlig tidpunkt där människor själva kan konstatera att det värsta är över. Alla dessa faktorer bidrar till att skapa en situation präglad av osäkerhet som är särskilt svår för människor att strukturera och därmed även att hantera. Människor blir beroende av myndigheter och experter för

* Materialet är baserat på forskningsstudier och studier inom området. Sammanställt av Ann Enander, Försvarshögskolan.

att förstå situationen och få underlag för att fatta egna beslut.

Informationsuppgiften försvåras av att kunskapen om strålningens egenskaper oftast är låg, samtidigt som det kan finnas felaktiga föreställningar om riskerna förknippade med strålning. Det är alltid svårt att ändra på människors uppfattningar, särskilt i en stressfylld situation.

Stress

I kris- och katastrofsituationer ökar informationsbehovet samtidigt som individens förmåga att ta till sig och tolka informationen rätt minskar. Vid stark stress kan förmågan att göra logiska bedömningar och fatta beslut försvåras, koncentrationen minskar. Förmågan att se alternativa handlingsmöjligheter och att prioritera reduceras. Stressreaktioner kan drabba alla människor, även personal på myndigheter och i ansvarsställning. Det kan vara stressfyllt att bära ansvar för andra.

Stressreaktioner förstärks av osäkerhet. En av informationens viktigaste uppgifter är därför att reducera osäkerhet så långt möjligt. Det innebär inte att man ska försöka framstå som säkrare än man är, vilket lätt kan undergräva förtroende för informationskällan på sikt. Däremot kan man försöka sätta in osäkerheten i ett sammanhang och informera om vilka åtgärder man vidtar för att minska den.

Olika uppfattningar av risk

Även experter och lekmän kan generellt uppfatta risker på olika sätt. Experter använder sig oftast av tekniska beskrivningar av risker. Riskuppfattning hos en lekman påverkas däremot även av andra aspekter förknippade med riskkällan. Det har betydelse om risken upplevs som till exempel frivillig eller inte, om den är ny eller känd sedan länge, om den kan ha effekter som upplevs vara kontrollerbara eller inte, eller kan påverka framtida generationer. Risker bedöms vara störst för riskkällor som i hög grad upplevs vara okända, ofrivilliga, ha stor katastrofpotential (många människor kan drabbas) och vara svåra att kontrollera. Kärntekniska risker tenderar att bedömas ligga högt i alla

dessa avseenden. Andra strålningskällor, som t.ex radon, bedöms inte lika högt.

Informationen bör inriktas på att göra riskerna begrip-
liga och möjliga att relatera till förhållanden som man bättre
känner till. I utformningen av information bör man ta
hänsyn till att experter och lekmän kan uppfatta risker på
olika sätt.

Olika grupper har olika behov

Hotbilden ter sig inte likadan för alla. Man kan förvänta sig
att skilda grupper bland befolkningen reagerar på olika
sätt. Från myndighetshåll har man att hantera helheten och
ser oftast situationen ur kollektivets synvinkel. Den enskil-
da människan ser situationen utifrån sin personliga syn-
vinkel. Vilka avvägningar och beslut man står inför kan te
sig olika sett utifrån perspektivet hos exempelvis små-
barnsfamiljer, berörd personal inom jordbruk och livsmed-
delshantering, eller hos beslutsfattare i centrala och regio-
nala myndigheter.

I en hotsituation kan vissa människor uppleva sig som
särskilt utsatta och sårbara, medan andra tycks nonchalera
riskerna. Det är oftast så att de som uttrycker stark oro
uppmärksammas mest. Efter Tjernobylyolyckan var det
många som reagerade med oro och krav på information,
men det gällde långtifrån alla. I en uppföljningsstudie upp-
gav ca en tredjedel av de svarande oro för möjliga negativa
effekter av strålning efter olyckan. Andelen oroliga var sär-
skilt hög bland föräldrar till mindre barn, kvinnor och
jordbrukare. Samtidigt framgår av flera studier att en
majoritet bland befolkningen trots allt inte vidtog några
som helst egna åtgärder med anledning av olyckan.

Man bör vara medveten om att informationsbehoven
kan vara olika hos olika grupper. Det är viktigt att bygga
upp »inkommande« informationskanaler och vara lyhörd
för att fånga upp frågor och behov hos olika grupper bland
allmänheten. Information blir mest effektiv om den base-
ras på två-vägs kommunikation mellan myndigheter och
allmänhet.

Viktigt att ta initiativet

Idag har de flesta människor tillgång till många olika informationskällor. Skillnader i vilka källor man uppmärksammar och har tilltro till kan bädda för många olika tolkningar av verkligheten. Meddelar dessutom olika källor delvis olika budskap accentueras dessa skillnader ytterligare.

En analys av myndighetsinformation i lokala etermedier efter Tjernobyl visade att *problemet för berörda centrala myndigheter var inte i första hand att få ut den information de önskade sprida, utan att denna information fick stark konkurrens från andra aktörers budskap av annan och ibland motsatt innebörd.*

Det är därför viktigt att ta initiativ till information och att utnyttja olika informationskanaler. Bland andra och ibland konkurrerande informationskällor underskattas ofta betydelsen av samtal och kontakter mellan grannar, arbetskamrater och vänner. Flera studier har visat att människor gärna söker information och bekräftelse inom den egna sociala omgivningen, särskilt i en krissituation.

Människor handlar utifrån hur de tolkar situationen och sina egna handlingsmöjligheter. Olika individer kan tolka information på olika sätt. Tolkningen påverkas av exempelvis egna föreställningar och uppfattningar, tidigare erfarenheter samt förtroende för sändaren

Hjälpa människor förstå situationen

Varje kris- eller hotsituation är i någon mån unik. Att exakt förutsäga hur människor kommer att reagera och vilka informationsbehov som kommer att uppstå är därför omöjligt.

Människor handlar utifrån hur de själva tolkar situationen och sina egna möjligheter att handla. En viktig uppgift för informationen är att hjälpa människor förstå situationen och vad de själva kan göra samt ge underlag för att fatta egna beslut. Det kan t. ex. innebära att:

- översätta komplex teknisk information i enkla termer
- ge jämförelser som upplevs som relevanta
- förklara sammanhanget – varför vissa åtgärder vidtas

- hjälpa människor så långt möjligt »göra som vanligt«
- ge information om risker men också om vad man kan göra för att hantera risken.

Information när den akuta krisen är över

När den omedelbara faran är över och situationen är under kontroll inträffar en fas av återhämtning och återuppbyggnad. Från myndighetshåll finns ett behov av att återgå till normala rutiner. Samtidigt visar forskning om samhällen som drabbats av svåra påfrestningar att konflikter och motsättningar mellan olika grupper ofta uppstår efter en katastrof. Olika grupper av människor kan ha drabbats olika hårt materiellt och psykiskt. Dessutom tilltar gärna sökandet efter förklaringar och syndabocker. För dem som upplever att de drabbats är det viktigt att känna att information och omsorg från samhället inte plötsligt upphör. Behovet av en god informationsberedskap och lyhördhet mot allmänhetens behov är därför stor även under återhämtningsfasen.

Ordlista

- ADR Europeisk överenskommelse om internationell transport av farligt gods på väg (Accord Européen Relatif au Transport International des Marchandises Dangereuses par Route).
- ADR-S Regler för vägtransport av farligt gods inom Sverige.
- Aktivitet Fysikalisk storhet som anger antalet sönderfall per tidsenhet hos ett radioaktivt ämne. Uttrycks i enheten becquerel, Bq.
- Akut strålsjuka och akuta strålskador Höga stråldoser, som mottagits under kort tid, kan orsaka *akut strålsjuka* vid helkroppsbestrålning eller lokala skador vid bestrålning av en del av kroppen. Strålsjuka beror på att strålningen har skadat de blodbildande organen och mag- och tarmslemhinnorna. Symptomen är övergående illamående och kräkningar, därefter feber, frossa, trötthet och infektioner. Efter stråldoser på över 1000 mSv till hela kroppen uppstår symptom på akut strålsjuka. Den som har fått en stråldos på 3000 mSv har 50 procents chans att överleva under förutsättning att god medicinsk vård ges. Behandlingen syftar främst till att förebygga infektioner. *Akuta strålskador* uppstår när levande organ eller vävnad får en så hög stråldos att ett stort antal celler förstörs och organets eller vävnadens funktion skadas. Lokala skador på t. ex. huden kan uppstå efter en stråldos till området ifråga på över 3000–8000 mSv.
- Alfastrålning, α -strålning Alfastrålning består av heliumkärnor. Den uppstår när vissa tunga atomkärnor sönderfaller. Alfastrålningen har mycket kort räckvidd, bara några centimeter i luft. Den stoppas av ett tunt papper och kan inte tränga igenom den mänskliga kroppens överhud. Alfastrålning är därför farlig för människan bara om den hamnar inne i kroppen.

Anrikning	<ol style="list-style-type: none"> 1. En process som ökar den naturligt förekommande halten av en isotop. Exempel: halten av uran-235 i bränsle till kärnreaktorer höjs från naturliga 0,7 procent till 2–5 procent. 2. Ökningen av halten av t. ex. ett radioaktivt ämne i en näringskedja.
Använt bränsle	Kärnbränsle som bestrålats i en kärnreaktor, kallas också utbränt bränsle.
Atom	Den minsta del av ett grundämne som har de för ämnet karakteristiska kemiska egenskaperna. Atomen består av en kärna, som är omgiven av elektroner. I kärnan finns protoner och neutroner. Antalet protoner avgör vilket grundämne som atomen tillhör. Summan av antalet protoner och neutroner kallas för atomens masstal. Atomer som har samma antal protoner men olika många neutroner är isotoper av samma grundämne.
Atomkärna	Den inre delen av en atom. Kärnan har nästan hela atomens massa. Kärnan är positivt laddad.
Avklingning	Minskning av ett radioaktivt ämnes aktivitet. Avklingningen sker i takt med att atomkärnorna sönderfaller. Den anges oftast med ämnets halveringstid, som är karakteristiskt för ämnet.
Avstyrbar dos	Den stråldos som det är möjligt att undvika genom att vidta en speciell åtgärd (inomhusvistelse, utrymning, bortflyttning). Den avstyrbara dosen är en förväntad besparing av framtida stråldoser. Den är oberoende av den stråldos som erhållits fram till dess åtgärden inleds. Avstyrbar dos ska vara större än åtgärdsnivån för att åtgärden ska vara berättigad.
Bakgrundsstrålning	Strålningen från omgivningen, t. ex. från rymden, solen, berggrunden. Ordet används ibland istället för naturlig strålning.

Becquerel, Bq	Enhet för aktivitet. 1 Bq = 1 sönderfall per sekund. Efter den franske fysikern Henri Becquerel, som upptäckte den naturliga radioaktiviteten 1896.
Betastrålning, β-strålning	Partikelstrålning som består av elektroner. Betastrålning når mellan ett par centimeter och några meter i luft. I kroppsvävnad når den ungefär upp till en centimeter. Betastrålande ämnen kan orsaka brännskador vid direktkontakt med hud, men den största risken med betastrålning uppstår om det betastrålande ämnet kommer in i kroppen. Betastrålning stoppas av fönsterglas eller tjocka kläder.
Biologisk halveringstid	Den tid som det tar för ett ämne att utsöndras till halva mängden ur ett organ, eller en människa, ett djur eller en växt. Den varierar mellan olika individer. (Se också »effektiv halveringstid«.)
Bor	Grundämne som kan absorbera neutroner och därmed förhindra kärnklyvningar. Används ofta i styrstavar i kärnreaktorer.
Bränslestav	Tre till fyra meter långt fingertjockt rör vilket är fyllt med bränslekutsar, cylinderformade bitar av hoppresad urandioxid som utgör bränslet i en kärnreaktor. Bränslestavarna är hopsatta till knippen, bränsleelement, vilka är placerade inne i reaktorn och bildar härden. I varje svensk reaktor finns det drygt 35000–70000 bränslestavar beroende på reaktortyp.
BWR	Kokvattenreaktor (Boiling Water Reactor).
Cesium	Grundämne med egenskaper som liknar de egenskaper kalium har. Flera radioaktiva isotoper bildas i en kärnreaktor, t. ex. cesium-137 (fissionsprodukt med halveringstiden 30 år). Vid Tjernobylolyckan släpptes stora mängder cesium ut.

CLAB	(Centralt lager för använt bränsle) i Oskarshamn. CLAB är ett mellanlager, avsett för lagring av använt kärnbränsle från svenska reaktorer i ca 40 år.
Dekontaminera	Rengöra, ta bort radioaktiv kontamination (smuts eller förorening).
DGR	IATA:s internationella regler för flygtransport av farligt gods (Dangerous Goods Regulations).
Dos	Se stråldos.
Dosgränser	Högsta tillåtna tillskott till <i>allmänheten</i> från verksamhet med strålning är 1 mSv per år. Högsta tillåtna stråldos för <i>personal</i> i verksamhet med strålning är 50 mSv per år, under enstaka år. Den ackumulerade dosen under fem år får inte överstiga 100 mSv. Strålskyddsinstitutet beslutar om svenska dosgränser. Dessa publiceras i Strålskyddsinstitutets författningssamling, SSI:FS.
Dosimeter	Detsamma som dosmätare.
Dosmätare	Registrerar den stråldos dosmätaren utsatts för. Persondosmätare används för att ange vilken stråldos en person utsatts för. (Se persondosmätare.)
Dosrat	Mottagen stråldos per tidsenhet, strålningens intensitet. Den anges i $\mu\text{Sv/h}$, mSv/h eller Sv/h .
Effektiv halveringstid	Den tid som det tar för mängden av ett radioaktivt ämne, som kommit in i en människa, djur eller växt vid ett enda tillfälle, att minska till hälften i individen. Minskningen sker dels genom biologisk utsöndring (uttrycks i biologisk halveringstid), dels genom radioaktivt sönderfall (uttrycks i fysikalisk halveringstid). Dessa två processer pågår samtidigt och därför är den effektiva halveringstiden kortare än både den biologiska och den fysikaliska halveringstiden. Se formel på nästa sida.

$$\text{effektiv halveringstid} = \frac{\text{fysikalisk halveringstid} \times \text{biologisk halveringstid}}{\text{fysikalisk halveringstid} + \text{biologisk halveringstid}}$$

Förutsättningen för att mängden av det radioaktiva ämnet ska minska i individen är att denne inte får i sig mer av det radioaktiva ämnet.

Elektromagnetisk strålning	Elektromagnetisk vågrörelse, som är transport av energi från en strålkälla. Denna typ av strålning omfattar ett brett område av våglängder, från långvågiga radiovågor över vanligt ljus till kortvågig gammastrålning. Kortvågig strålning är den mest energirika och genomträngande strålningen.
Elektron	Negativt laddad elementarpartikel med mycket liten massa.
Elementarpartikel	De partiklar som atomerna består av, dvs. protoner, elektroner, neutroner samt ett stort antal andra partiklar.
EMP	(elektromagnetisk puls) uppstår vid kärnvapenexplosioner. Den är så kraftig att den kan förstöra elektronisk utrustning på stora avstånd.
Enhet	Måttenhet. Exempel: <i>storheten</i> längd mäts i <i>enheten</i> meter, <i>storheten</i> aktivitet mäts i <i>enheten</i> becquerel.
Energi	Storhet som anger förmågan att utföra ett arbete, anges i enheten joule, J, eller elektronvolt, eV.
Epidemiologiska studier	Statistiska studier i stora befolkningsgrupper för att undersöka sambandet mellan t. ex. strålning och cancer.
Euratom	EU:s atomenergiorgan.
Extern bestrålning	Bestrålning från strålkällor, som finns utanför kroppen.

Filmdosmätare	Fotografisk film svärtas av strålning och kan därför registrera stråldos. I en filmdosmätare används en film som är skyddad mot synligt ljus.
Filteranläggning	Anläggning för att vid tryckavlastning rena ånga och gaser. Finns vid alla svenska kärnkraftverk.
Fission	Samma som kärnklyvning. (Se detta ord.)
Fosterskador	Skador på fostret i moderlivet, till skillnad från ärftliga (genetiska) skador som orsakas av skador på arvsmassan.
Fusion	Kärnsammanslagning, reaktion mellan två lätta atomkärnor, som leder till att en ny atomkärna med större massa bildas. Samtidigt frigörs stora mängder energi.
Fysikalisk halveringstid	Den tid som det tar innan aktiviteten har minskat till hälften av den ursprungliga. Halveringstiden är speciell för varje ämne. (se också »Effektiv halveringstid«.)
Gammaspektrometer	Mätinstrument som analyserar och presenterar gammastrålningens olika våglängder.
Gammastrålning, γ -strålning	Elektromagnetisk strålning, liksom röntgenstrålning en elektromagnetisk vågrörelse av samma typ som synligt ljus och radiovågor. Gammastrålning har vanligen större genomträngningsförmåga än alfa- och betastrålning. Det kan krävas upp till decimetertjocka blyskikt eller metertjock betong eller flera meter vatten för att kraftigt minska gammastrålning.
Generisk åtgärdsnivå	Åtgärdsnivå som används för planering av de åtgärder som ska vidtas om en viss typ av olycka med utsläpp av radioaktiva ämnen inträffar. Åtgärdsnivån anges som avstyrbar dos. Den generiska åtgärdsnivån används inte för beslut i den akuta situationen – då används åtgärdsschema.
Genetiska skador	Samma sak som ärftliga skador (Se detta ord.)

GM-rör, Geiger-Müller-rör	Detektor för mätning av beta- och gammastrålning. De vanligaste mätinstrumenten innehåller GM-rör. Instrumentet visar strålnivån. För att få ett tillförlitligt mätresultat måste man låta instrumentet registrera strålningen under en viss tid, som beror på GM-rörets storlek och strålnivån. Intensimeter SRV-2000 och RNI 10 innehåller GM-rör som kräver 5–10 minuters mättid för att registrera bakgrundsstrålning med 90% säkerhet.
Grafitmodererad reaktor	Kärnreaktor i vilken neutronerna modereras med hjälp av grafit istället för med vatten.
Gray, Gy	Enhet för absorberad dos, dvs. den mängd energi som per massenhet tas upp i en bestrålad kropp.
Grundämne	Ämne där alla atomer har samma antal protoner i kärnan (se Atom).
Halveringstid	Se biologisk, effektiv och fysikalisk halveringstid.
Helkroppsdos	Stråldos som hela kroppen eller större delen av kroppen utsatts för.
Helkroppsmätning	Mätning som registrerar hur mycket gammastrålande ämnen det finns i en människas kropp.
Härdsmälta	Allvarlig skada på bränslehärden i en kärnreaktor, innebär att hela eller delar av härden har smält och raserats.
Högaktivt avfall	Huvudsakligen använt kärnbränsle, innehåller radioaktiva ämnen med mycket långa halveringstider och med så stark värmeutveckling att avfallet måste kylas förutom att det måste avskärmas för strålningens skull.
IAEA	FN:s atomenergiorgan (International Atomic Energy Agency).
IATA	Samarbetsorgan mellan de största flygbolagen (International Air Transport Association).

Icke-joniserande strålning	Strålning som inte ger upphov till jonisation. Icke-joniserande strålning är t. ex. UV, synligt ljus och radiovågor.
ICRP	Internationella strålskyddskommissionen (International Commission on Radiological Protection). ICRP:s rekommendationer ligger till grund för föreskrifter om joniserande strålning över hela världen.
IMDG	Internationella regler för sjötransport av farligt gods (International Maritime Dangerous Goods).
Indikeringszon	Området runt svenska kärnkraftverk ca 50 km från kärnkraftverket.
INES	En sjugradig skala för att ange svårighetsgraden hos en incident eller olycka vid en kärnteknisk verksamhet (the International Nuclear Event Scale).
Inre beredskapszon	Området 0–ca 15 km ut från svenska kärnkraftverk. Befolkningen inom zonen ska kunna larmas via inomhus- och utomhuslarm. Jodtabletter har delats ut i förväg inom zonen.
Intern bestrålning	Bestrålning från radioaktiva ämnen, som kommit in i kroppen t. ex. genom andningsvägarna eller med livsmedel.
Isotoper	Atomerna som har samma antal protoner (och därmed tillhör samma grundämne) men har olika antal neutroner. Isotoper av samma grundämne har samma egenskaper och reagerar kemiskt lika.
Jod	Är ett ämne som människan behöver. Jod samlas i sköldkörteln. Radioaktiva isotoper av jod bildas vid kärnklyvningar och finns i stora mängder i en reaktor under drift. Jod är lättflyktig. Jod-131 har en halveringstid på 8 dygn. Efter några månader har den avklingat. Vid en olycka är jod-131 en strålrisk för människor. Joden kan spridas via mjölken från kor, som betat gräs med nedfall av jod. Man

kan också få i sig jod via inandningsluft. Den ansamlas i sköldkörteln, som utsätts för en stråldos.

- Jodtablett Tablett som innehåller icke-radioaktiv jod. Tabletten dämpar eller hindrar sköldkörteln att ta upp radioaktiv jod, som kan komma ut vid en olycka i t. ex. ett kärnkraftverk.
- Joniserande strålning Strålning, som är så energirik att den kan slå bort elektroner från atomer och bryta upp kemiska bindningar, dvs. alstra joner. Den joniserande strålningen kan delas in i *elektromagnetisk strålning*, en vågrörelse av elektriska och magnetiska fält (gamma- och röntgenstrålning) och *partikelstrålning* (alfa-, beta- och neutronstrålning). Joniserande strålning bildas bl. a. då radioaktiva ämnen sönderfaller.
- Kalibrering Kontroll av eventuell felvisning hos ett mätinstrument. Instrumentet jämförs med ett rättvisande instrument, som i sin tur har kalibrerats mot en känd strålkälla.
- Kedjereaktion Ett förlopp i vilket t. ex. neutroner som frigjorts vid en kärnklyvning träffar klyvbara atomkärnor och ger upphov till nya kärnklyvningar.
- KGB Kärnkraftindustrins gemensamma beredskapsstyrka.
- Klyvningsprodukter Radioaktiva ämnen som bildas vid kärnklyvning.
- Kokvattenreaktor Den i Sverige vanligaste reaktortypen, i vilken vatten kokas till ånga med hjälp av värmen från kärnklyvningar i bränslet.
- Kontamination Inom kärnteknik och strålskydd: Nedsmutsning eller förorening med radioaktivt ämne.
- Kosmisk strålning Kommer från yttre rymden och solen. Vid havsytan ger den kosmiska strålningen människan en stråldos på ca 0,3 mSv per år, på 3000 meters höjd ca 0,9 mSv per år.

Kontrollerat utsläpp	Om trycket i reaktorn hotar att bli så högt att reaktorinneslutningens väggar skadas, kan man tryckavlasta genom att vid ett visst tillfälle öppna en ventil till filteranläggningen och göra ett kontrollerat utsläpp av ånga, gaser m.m. dit.
Kriticitetsolycka	Olycka där en kedjereaktion oväntat startar i ett klyvbart material.
Kritisk	En kärnreaktor är kritisk när den upprätthåller en självständig kedjereaktion.
Kritisk grupp	Kallas i strålskyddssammanhang den grupp personer bland allmänheten, som bedöms få de största stråldoserna vid kärnkraftens normaldrift. I Sverige tillåts den kritiska gruppen få högst 0,1 mSv i extra stråldos per år. Det motsvarar 1/10 av dosgränsen till allmänheten.
Kvadratlagen	Kallas även avståndslagen, säger att strålnivån avtar med kvadraten på avståndet. Exempel: strålnivån minskar till en fjärdedel om avståndet till en strålkälla fördubblas.
Kärnbränsle	Till de svenska kärnreaktorerna tillverkas kärnbränsle av importerat, anriktat uran, som omvandlas till uranpulver (urandioxid) vilket pressas och härddas till små, hårda cylindrar, s. k. kutsar. Dessa placeras sedan i bränslestavar. Varje år byts 20–30 procent av bränslet i varje reaktor.
Kärnenergi	Energi som frigörs vid klyvning av atomkärnor (fission). Sammanslagning av atomkärnor (fusion) och radioaktiva sönderfall.
Kärnklyvning	Benämns även fission. Är den process som uppkommer när klyvbara atomkärnor träffas av neutroner och delas. Samtidigt frigörs dels stora mängder energi, dels neutroner, som kan träffa andra klyvbara atomkärnor i en kedjereaktion. I processen bildas klyvnings- eller fissionsprodukter. De är nästan alltid radioaktiva. Använt kärnbränsle innehåller därför avsevärt större mängder med radioaktiva ämnen än färskt bränsle.

Kärnkraftverk	Kärnteknisk anläggning som levererar elenergi, som produceras med hjälp av kärnreaktorer, turbiner och generatorer.
Kärnreaktor	En konstruktion i vilken kontrollerbara kärnklyvningar kan upprätthållas. I en kärnreaktor för elenergiproduktion kokas vatten till ånga med hjälp av värmen från kärnklyvningarna i bränslet.
Kärnteknisk anläggning	Anläggning för utvinning av kärnenergi, tillverkning av kärnbränsle, uppberedning och lagring av utbränt kärnbränsle. Även forskningsreaktorer.
Lågaktivt avfall	Består av sopor, skyddskläder, verktyg, luftfilter och annat som förorenats med radioaktiva ämnen vid kärntekniska anläggningar, sjukhus och laboratorier.
Masstal	Summan av antalet protoner och neutroner i en atom.
Medelaktivt avfall	Består huvudsakligen av jonbytmassor (jonbytare används för rening av t. ex. vatten från radioaktiva ämnen) och annat processavfall från kärnkraftverk.
Mikro	Prefix (förled) i måttenheter, miljondel.
Milli	Prefix (förled) i måttenheter, tusendel.
Moderator	Ämne som används för att reglera effekten i kärnreaktorer. Exempel på moderatorer: vatten, grafit.
Molekyl	Sammansättning av atomer som är kemiskt bundna till varandra.
Naturlig strålning	Kommer från strålkällor som ingår som en naturlig del av miljön. Som naturlig strålning räknas den kosmiska strålningen och strålningen från radioaktiva ämnen i mark, luft, vatten och i vår egen kropp.

NEA OECD:s kärnenergiorgan (Nuclear Energy Agency).

Neutron	Elektriskt neutral elementarpartikel som ingår i atomkärnor.
Neutronstrålning	Partikelstrålning, som uppstår bl. a. vid kärnklyvningar. Neutronstrålning har stor genomträngningsförmåga. I kärnkraftverk används vatten för att avskärma neutronstrålning. Neutronstrålningen upphör när kärnklyvningen avbryts.
OECD	Internationell organisation för ekonomiskt samarbete (Organization for Economic Co-operation and Development).
OL	Områdesledare utgör kärnkraftverkets högsta driftledning.
Persondosmätare	Används för att mäta stråldoser till personal. Persondosmätaren registrerar den dos som mätaren utsätts för. Persondosmätare kan vara t. ex. TL-dosmätare, filmdosmätare eller larmdosmätare (som ger larm vid en förutbestämd dos).
Plutonium	Grundämne, en metall som är kemiskt nära släkt med uran. Plutonium bildas i kärnreaktorer vid neutronbestrålning av uran-238.
Proton	Stabil, positivt laddad elementarpartikel. Det är antalet protoner i atomkärnan som bestämmer vilket grundämne som atomen tillhör.
PWR	Tryckvattenreaktor (Pressurized Water Reactor)
Radioaktiva ämnen	Innehåller atomer med instabila atomkärnor, som har ett överskott på energi och som genom sönderfall strävar efter att nå ett stabilt tillstånd. Vid sönderfallet sänder atomerna ut överskottsenergin i form av strålning.

Radioaktivitet	Förmågan hos ett ämne att utsända strålning. Det är en egenskap, ett fenomen och inte en mätbar, fysikalisk storhet. (Det är alltså inte riktigt rätt att säga att man »släpper ut radioaktivitet« från ett kärnkraftverk t. ex. Det är bättre att säga att man »släpper ut radioaktiva ämnen«.)
Radioaktivt sönderfall	Kallas det spontana sönderfall som en instabil, radioaktiv atomkärna genomgår under utsändande av strålning.
Radiografering	Radiografering med röntgen- eller gammastrålning används t. ex. för att undersöka om det finns sprickor i metallkonstruktioner. Strålkällan placeras på ena sidan av objektet som ska undersökas och fotografisk film på andra sidan.
Radionuklid	En instabil, radioaktiv nuklid.
Radon	Ett radioaktivt ämne som är en ädelgas och som därför kan sippra upp från marken eller ur byggnadsmaterial eller vatten.
RDS	Radio Data System, ett system för inomhusvarning och information för boende i inre beredskapszonen.
Revision	Kallas den årliga översynen av reaktorerna på kärnkraftverken. Den tar mellan tre och åtta veckor. Under revisionen är reaktorn avstängd.
RIB	Räddningsverkets informationsbank.
RID	Internationella regler för transport av farligt gods med järnväg (Règlement concernant le transport international ferroviaire des marchandises dangereuses par chemin de fer).
RID-S	Regler för järnvägstransport av farligt gods inom Sverige.
Risk	Ordet <i>risk</i> är i normalt språkbruk beteckningen på en farhåga för att en olycka sker eller att en skada uppkommer på annat sätt. Risk betecknar – särskilt i sammansatta begrepp

som riskanalys etc. – en sammanvägning av sannolikheter för att en negativ händelse inträffar och dess konsekvenser.

- Räddningsverket Central förvaltningsmyndighet för frågor om räddningstjänst. Samordnar beredskapsplanläggningen mot kärntekniska olyckor och utövar tillsyn av regional beredskapsplanering samt planering av sanering efter utsläpp av radioaktiva ämnen från en kärnteknisk anläggning.
- Röntgenstrålning är, liksom gammastrålning, elektromagnetisk strålning. Röntgenstrålning skapas på konstgjord väg; i röntgenrör med hjälp av elektricitet. Gammastrålning bildas när radioaktiva atomkärnor sönderfaller.
- Sena strålskador Skador som kan visa sig upp till årtionden efter en bestrålning. Som sena strålskador räknas cancer och ärftliga (genetiska) skador.
- SFR (Slutförvar för radioaktivt driftavfall) i Forsmark. I SFR ska allt det låg- och medelaktiva driftavfallet från de svenska kärnkraftverken slutförvaras, liksom avfall från övrig industri, sjukvård samt från Studsvik Nuclear AB.
- Sievert, Sv Enhet för stråldos (egentligen dosekvivalent) eller den effektiva dosen, dvs. dosen med hänsyn till strålningens biologiska verkan. Uppkallad efter den svenske fysikern Rolf Sievert.
- Sigyn Specialkonstruerat fartyg för transport främst av högaktivt avfall i form av använt kärnbränsle. M/S Sigyn transporterar allt avfall direkt från hamnar vid de svenska kärnkraftverken till CLAB och SFR.
- SKB (Svensk kärnbränslehantering AB) arbetar med hantering och slutförvar av kärnavfall. SKB ansvarar för planering, byggande och drift av alla anläggningar som krävs för hantering av radioaktivt avfall från de svenska kärnkraftverken.

- SKI (Statens kärnkraftinspektion) Tillsynsmyndighet för kärnteknisk verksamhet.
- Snabbstopp Innebär att kärnklyvningarna i bränsle i en reaktor omedelbart avbryts genom att styrstavar snabbt, antingen automatiskt eller manuellt, förs in i bränslehardnen.
- SSI (Statens strålskyddsinstitut) Tillsynsmyndighet för verksamhet med joniserande och icke-joniserande strålning.
- Storhet Exempel: *storheten* längd mäts i *enheten* meter, *storheten* aktivitet mäts i *enheten* becquerel.
- Strontium Grundämne med egenskaper som liknar de egenskaper som kalcium har. Radioaktiva isotoper av strontium bildas i kärnreaktioner och vid kärnvapensprängningar.
- Stråldos Storhet som anger hur mycket strålning en person blivit utsatt för. Kan också uttryckas som den energi kroppen tar upp, per viktenhet, när den bestrålas. Den anges i sievert, Sv. Stråldos är ett sammanfattande namn på flera olika storheter som absorberad dos, ekvivalent dos och effektiv dos. I denna bok har ordet stråldos genomgående använts för effektiv dos, dvs. en viktad stråldos. (Se t. ex. Strålskyddsinstitutets föreskrifter om dosgränser för definition av ovan nämnda storheter, eller någon av böckerna om strålskydd, som nämns i läsa vidare-tipsen.)
- Strålkälla Ämne eller apparat som avger strålning. Slutna strålkällor är sådana källor där det radioaktiva ämnet är inneslutet eller fixerat på ett sådant sätt att det, vid normal användning, inte kan komma ut okontrollerat. Övriga strålkällor är öppna. Radioaktiva ämnen som kommit ut i miljön t. ex. efter en olycka är öppna strålkällor.
- Strålning Transport av energi i form av partiklar eller vågor. Ordet strålning används i denna bok uteslutande för joniserande strålning, om inte annat anges.

Strålnivå	Storhet för stråldos per tidsenhet (kallas också dosrat). Anges i sievert per timme, Sv/h eller oftare, i mikrosieverts per timme ($\mu\text{Sv/h}$) eller millisievert per timme, mSv/h.
Strålsjuka	Se akut strålsjuka.
Strålskyddsinstitutet	Se ssi.
Styrstavar	Används för att reglera effekten på en kärnreaktor. Styrstavar innehåller något ämne som absorberar neutroner, t. ex. bor.
Termoluminiscensdosmätare, TLD	Dosmätare som kan användas som persondosmätare. I en TLD används ett ämne som kan lagra energi från strålning. När ämnet värms upp, frigörs energin i form av ljus som kan mätas och utifrån den mätningen kan stråldosen beräknas.
Tryckvattenreaktor	Reaktor där trycket är så högt att vattnet inte kan kokas till ånga (som i en kokvattenreaktor) utan det heta vattnet leds från reaktorn i tuber genom en särskild ånggenerator. I ånggeneratoren är det lägre tryck, så det vatten som finns där kan omvandlas till ånga. Ångan driver sedan en turbin. Till skillnad från kokvattenreaktorn blir inte tryckvattenreaktorns ånga radioaktiv eftersom den inte haft någon direktkontakt med vattnet som värms upp av kärnklyvningarna i bränslet i reaktorn.
TSI	Tjänstgörande strålskyddsinspektör. Tjänsteman vid Strålskyddsinstitutet som har dygnet runt-jour för att ta emot larm om kärntekniska olyckor.
UNSCEAR	FN:s vetenskapliga strålningskommitté (United Nation's Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation).
Utbränt bränsle	Kallas även använt bränsle. Är sådant kärnbränsle som förbrukats och inte kan användas för energiproduktion längre.

- V_B Vakthavande beslutsfattare, v_B, är tjänsteman som har dygnet-runt-jour för att ta emot larm vid kärntekniska olyckor. v_B har en delegerad uppgift att leda verksamhet intill dess att ordinarie personal kan ta över.
- V_{HI} Vakthavande ingenjör utgör en funktion vid kärnkraftverk med delegation som ersättare för driftledningen vid larm till dess ordinarie befattningshavare anlant.
- V_T Vakthavande tjänsteman, v_T, är tjänsteman eller motsvarande för att ta emot larm om kärntekniska olyckor samt vidarebefordra detta till ansvariga vid en länsstyrelse.
- Westinghouse Finns i Västerås, tillverkar kärnbränsle och har utvecklat Atom AB och tillverkat nio av Sveriges tolv kärnkraftsreaktorer. Tidigare namn var ABB Atom AB.
- WHO Världshälsoorganisationen (World Health Organization).
- Åtgärdsnivå Den stråldos som det enligt internationella rekommendationer är berättigat att försöka undvika genom att vidta en speciell åtgärd i händelse av en olycka med utsläpp av radioaktiva ämnen. Svenska åtgärdsnivåer är generiska, dvs. de används för planering av åtgärder, inte för beslut i en akut situation.
- Åtgärdsschema Handlingsregler för åtgärder vid en olycka med utsläpp av radioaktiva ämnen.
- Ädelgaser Gasformiga grundämnen som inte reagerar kemiskt med andra ämnen. Vid en kärnkraftsolycka kan inte de radioaktiva ädelgaserna, t. ex. xenon-133, hållas kvar i reaktorinneslutningen eller i filteranläggningen utan de kommer ut i luften.

Ärftliga skador Benämns även genetiska skador. Kan uppträda hos avkomma till föräldrar vars könskörtlar har blivit bestrålade. Ärftliga skador orsakade av strålning har kunnat påvisas i djurförsök, men inte hos människor. Man räknar emellertid med att de finns.

Källor

- En bok om strålning*, Jack Valentin, Norstedts, 1987
- Från jord till bord*, EKO-3.4 rapport, NKS, 1997
- Grunder för ledning – Generella principer för ledning av kommunala räddningsinsatser*, Räddningsverket, 1998
- Hot- och riskutredningens huvudbetänkande »Ett säkrare samhälle«, SOU 1995:19 och delbetänkandet »Radioaktiva ämnen slår ut jordbruk i Skåne«, SOU 1995:22
- Information till allmänheten – *Före, under och efter allvarliga olyckor del 1*, Räddningsverket, 1996
- Kommunens beredskap*, Överstyrelsen för civil beredskap, 1998-12-28
- Kriskommunikation; kunskapsöversikter*. Styrelsen för Psykologiskt försvar, Rapport 163:1-4
- Kärnenergiordlista*, TNC 90, Sveriges Mekanstandardisering och Tekniska Nomenklaturcentralen, 1990
- Ledning med stabstjänst – Räddningstjänsthandboken del 2*, Räddningsverket, 1996
- Lägesuppföljning – Räddningstjänsthandboken del 4*, Räddningsverket, 1996
- Nuclear Power Reactors in the World*, IAEA 1998-12-28
- Ny kärnteknik*, Lennart Devell, Studsvik Ecosafe, 1996
- Olycka med radioaktiva ämnen*, Räddningsverket, 1995
- Proposition 1996/97:11 *Beredskapen mot svåra påfrestningar på samhället i fred*
- Provtagare i den nationella strålskyddsberedskapen*, Strålskyddsinstitutet, 2000
- Riskkollegiets skriftserie, t. ex. skrift nr 1: *Att jämföra risker* (1991), skrift nr 3: *Upplevd risk* (1993)
- Riskkommunikation*, FoU rapport, Räddningsverket, 1997
- Räddningstjänst och samverkande organ – Räddningstjänsthandboken del 1*, Räddningsverket, 1996
- Safety against Releases in Severe Accidents*, NKS, 1997

- ssi *Utbildningsordlista*, Lars Upphed, Strålskyddsinstitutet, 1996
- Stråldoser och markbeläggning i Sverige efter en stor kärnkraftolycka*, Ulf Bäverstam, Strålskyddsinstitutet, 1995
- Strålning, olyckor, samhälle »*sos-handboken*«, Strålskyddsinstitutet och Utbildningsproduktion AB, 1988
- Strålningsmätning i Sverige, nu och i framtiden*, Robert Finck, Strålskyddsinstitutet, 1997-10-14
- Strålskydd 79, strålskydd för räddningspersonal*, EU 1998-12-28
- Tidiga åtgärder vid sanering efter kärnkraftsolyckor, riktlinjer för planeraren*, Räddningsverket, 1997
- Tio år efter kärnkraftolyckan i Tjernobyl*, Leif Moberg, B Åke Persson, Strålskyddsinstitutet, 1996
- Utrymning*, Räddningsverket, 1994
- Undervisningsmaterial för utbildning av kommuner och län på intensimeter SRV-2000*, Robert Finck, Strålskyddsinstitutet, 1998-04-21
- Intervjuer med personal på Räddningsverket, Kärnkraftinspektionen, Strålskyddsinstitutet, Jordbruksverket, Risö-laboratoriet i Danmark, länsstyrelserna främst i Skåne, Halland, Kalmar, Uppsala och Jämtlands län
- Artiklar ur Räddningsverkets tidskrift *Sirenen*, Strålskyddsinstitutets tidskrift *Strålskyddsnytt*, Kärnkraftinspektionens tidskrift *Nucleus*
- Broschyrer och websidor på Internet från Räddningsverket, Strålskyddsinstitutet, Kärnkraftinspektionen, IAEA, riksdagen Kärnkraft, säkerhet och utbildning (KSU), Svensk kärnbränslehantering (SKB), Studsvik Nuclear m.fl.

Litteraturtips för vidareläsning

- En bok om strålning*, Jack Valentin, Norstedts, 1987
- Information till allmänheten – Före, under och efter allvarliga olyckor del 1*, Räddningsverket, 1996
- Kärnenergiordlista*, TNC 90, Sveriges Mekanstandardisering och Tekniska Nomenklaturcentralen, 1990
- Kärntekniska olyckor och katastrofer med radioaktivt utsläpp – medicinskt omhändertagande*. Socialstyrelsen, sos-rapport, 1998:13, 1999.
- Ledning med stabstjänst – Räddningstjänsthandboken del 2*, Räddningsverket, 1996
- Lägesuppföljning – Räddningstjänsthandboken del 4*, Räddningsverket, 1996
- Nuclear Power Reactors in the World*, IAEA, 1998
- Olycka med radioaktiva ämnen*, Räddningsverket, 1995
- Räddningstjänst och samverkande organ – Räddningstjänsthandboken del 1*, Räddningsverket, 1996
- Strålning, olyckor, samhälle »sos-handboken«*, Strålskyddsinstitutet och Utbildningsproduktion AB, 1988
- Strålskydd 79, strålskydd för räddningspersonal*, EU 1998-12-28
- Tidiga åtgärder vid sanering efter kärnkraftsolyckor, riktlinjer för planeraren*, Räddningsverket, 1997
- Tio år efter kärnkraftolyckan i Tjernobyl*, Leif Moberg, B Åke Persson, Strålskyddsinstitutet, 1996
- Utrymning*, Räddningsverket, 1994

Webbsidor på Internet

(sätt www. före alla dessa adresser):

Arbetskyddsstyrelsen arbsky.se

IAEA iaea.org

Jordbruksverket svj.se

Kärnkraftinspektionen ski.se

Livsmedelsverket slv.se

Länsstyrelserna via lst.se

Räddningsverket srv.se

Socialstyrelsen sos.se

SMHI smhi.se

Strålskyddsinstitutet ssi.se

Bildförteckning

Samtliga tecknade illustrationer och diagram:

Per Hardestam

Omslag: Lars Dahlström/Tiofoto AB

Sid 10 och 17: Göran Hansson/N

Sid 22: Torbjörn Jakobsson/Pressens bild

Sid 32: Lars F Jansson, Westinghouse AB

Sid 34: Martin Borg/Pressens bild

Sid 50: Valentin Obudsinsky

Sid 55: Per Hardestam, INES-skalan är återgiven med tillstånd av

IAEA.

Sid 56: © EC/IGCE; Roshydromet (Russia)/Minchernobyl

(Ukraine)/Belhydromet (Belarus), 1998. Från Atlas of Caesium

Deposition of Europe after the Chernobyl Accident, EUR report

nr. 16733, (Ed by M. De Cort, Sh. D. Fridman, Yu. A. Izrael, A. R.

Jones, G. N. Kelly, E. V. Kvasnikova, I. I. Matveenko, I. M. Nazarov,

E. D. Stukin, L. Ya. Tabachny and Yu. S. Tsaturov), EC, Office for

Official Publications of the European Communities,

Luxembourg (1998).

Sid 62: Sjöberg Classic Picture Library AB

Sid 76: ssi/Infostaben B. A.

Sid 82: Louise Finck

Sid 86 och 89: Micke Sörensen

Sid 88: ssi

Sid 96: André Maslennikov/Pressens bild

Sid 103: Pelle Johansson/Uppsala Nya Tidning

Sid 104: Göran Hansson/N

Sid 112: Lars Dahlström/Tiofoto AB

Sid 117: Thommy Swahn

Sid 118: H. Prip, Risø, Danmark

Sid 119: Björn Johnsson

Sid 120: Jeppe Wikström/Pressens bild

Sid 127: Bengt af Geijerstam/Bildhuset

Register

- ADR, ADR-S 31, 134
Aktivitet 45–47, 59–60, 74, 134, 138, 148
Alarmering 54, 63–64, 66, 68–69, 73, 75, 77, 78–80, 83, 97
Alfastrålning 38, 47–48, 73, 85, 134, 139, 142
Andningsskydd 43, 109, 111
Använt kärnbränsle 28, 29, 31–32, 57, 135, 137, 140, 143, 147–148, 150
Arbetskydd 66
Arbetskyddsstyrelsen 66, 109, 154
Arbetsmiljö 66, 109, 110
Atom 44–45, 135, 140, 141–142, 144–145
Atomansvarighetslagen 18
Automatiska mätstationer 80
Avhämtningsplatser 106
Avklingning 135, 141
Avspärning 71–72, 104, 107–109
Avstyrd dos 98–99, 135

Bakgrundsstrålning 37, 84, 93, 135
Barsebäck 24, 30, 70, 83
Becquerel 45–47, 134, 136, 138, 148
Beredskap 11–14, 16–19, 21, 23, 35, 51, 63, 65–69, 71–75, 77–81, 83–84, 94, 101, 103, 110, 113, 121, 127, 129, 150, 152
Beredskapszoner 12, 70, 81, 83, 98, 102, 105–106, 141, 146
Betastrålning 38–39, 47–48, 85, 139, 140, 142
Biologisk halveringstid 45, 136–138
Bistå, bistånd 20, 70
Bly 35–36, 48
Bortflyttning 99–100, 102, 135
Brandvarnare 31
Bränslestav 136

Cancer 11, 19, 31, 39–42, 52, 57–58, 61, 101, 138, 147
Centrala myndigheter 12–15, 18, 79, 81, 95, 114, 123, 128, 132

Cesium–137 36, 45, 46, 56–57, 59, 102, 107, 118, 136
Clab 28, 30, 137, 148

Dekontaminera 137
Deterministiska skador 41
Dos 40, 42, 47, 85, 99, 110, 137, 140, 145, 147–148
Dosgränser 38, 98, 110, 137
Dosimetri 110
Dosmätare 137, 149
Dosnivåer 110, 137
Dosrat 46, 85, 91–92, 137, 149

Elektromagnetisk vågrörelse 47, 138–139
Elektron 44, 135, 138, 142
EMP 138
Energi 23, 44, 47, 89, 138–140, 143, 145, 148–149
EU 20–21, 52, 78, 100–101, 122, 138, 153–154
Extern bestrålning 43, 46, 47, 109, 138
Extern information 124–125

Farligt gods 31–32, 115, 134, 137, 141, 146
Fartyg 12–13, 31–33, 57, 85, 147
Filmpersondosmätare 89, 139
Filteranläggning 26–27, 30, 42, 54, 139, 143, 150
Flygburen spektrometri 84, 91
Flygindikering 84, 91–92
FOA 90–91, 95, 119
Forsmark 11, 24, 28, 30–31, 70, 83, 103, 147
Fosterskador 43, 139
Frivilliga flygkåren 91
Frivilligorganisationerna 67, 90
Fyrar 33
Fysikalisk halveringstid 44–45, 137–139
Forsvarets forskningsanstalt, se FOA
Forsvarsmakten 67, 90–91

Gammaskpektrometer 86, 139
Gammaskpektrometri 86, 90, 94
Gammastationer 84, 86, 88–89, 94
Gammastrålning 38, 47–49, 85–87, 91–92, 139–140, 146–147
Geiger-Müller-rör, se GM-rör
Genetiska skador 40, 43, 139, 151
GM-rör 85–86, 92, 140
GPS 92
Grafitmodererade kokvattenreaktorer 30
Gränsvärden 66, 100–101, 110
Gräsklippning 113, 117

Halveringstid 35–36, 44–45, 47, 57, 135–140, 141
Handburna mätinstrument 84, 86, 92
Harrisburg 12, 55, 60
Haveriexempel 52
Haverilarm 77, 78, 81, 93, 106
Helkroppsmätare 84, 91
Helkroppsmätning 90, 140
Hemvärnet 72, 104
Hälsokontroll 110
Hälsoskyddslagen 114
Härdsmälta 11, 42, 53, 140
Högaktivt avfall 28, 140, 147
Höjd beredskap 74, 77, 80, 93, 106

IAEA 20–21, 55, 75, 78–80, 99, 140, 153–154
Ignalina 20–21, 30, 56, 80
Indikerings slingor 70
Indikeringszon 71, 83, 141
INES 55, 141
Information 12–13, 15, 17–18, 19–21, 63, 65–66, 68, 70–71, 75, 77, 80–81, 83, 91, 93–95, 97–99, 101, 104–105, 109, 119, 121–133, 154
Information Rosenbad 122
Informationsansvariga 75
Inkvartering 107

- Inomhusvistelse 19, 54, 98–100, 102, 135
- Inre beredskapszon 54, 70, 81, 98, 102, 105–106, 141, 146
- Intern bestrålning 43, 46–47, 109, 142
- Intern information 125, 127
- International Nuclear Event Scale, se INES
- Internationella atomenergiorganet, se IAEA
- Internationellt samarbete 19–20
- Isbrytare 32–33, 57
- Isotoper 45, 135–136, 141, 148
- Jod 36, 43, 98, 102, 107, 141
- Jod-131 36, 45–46, 56, 141
- Jodtablet 19, 43, 54, 63, 69–70, 98–100, 102, 111, 141–142
- Jon 38, 44, 142
- Joniserande strålning 21, 38–39, 44, 47, 65, 141–142, 148
- Jonkammare 86
- Jordbruk 19, 52, 57, 63, 65, 70, 90, 98, 100–101, 131, 152
- Jordbruksverket, se SJV
- Kedjereaktion 23, 53, 142–143
- KGB 83, 94, 142
- Klyvbart material 20
- Kobolt-60 57
- Koboltkanoner 58
- Kokvattenreaktor 24–26, 29, 53, 136, 142, 149
- Kommersiella radiokanaler 64, 81
- Kommunal räddningstjänst 14, 16, 74, 119
- Kommunala referensmätningar 92
- Kommunen 13–17, 19, 32, 63, 71–72, 74–75, 83, 86, 92–93, 97, 106–107, 114, 119, 122–123, 127–128
- Kommunikationsprocess 121
- Konsekvensbegränsande åtgärder 19, 101
- Konsekvenser 11–12, 18–19, 42, 51, 56–57, 65, 84, 97, 107, 119, 121, 147
- Konsekvenslindrande system 11, 27
- Kontamination 142
- Kontaminerat 46, 85, 102, 113, 115, 118, 137
- Kontraktslaboratorier 90–91, 94
- Kontrollerat utsläpp 143
- Kustbevakningen 16, 66, 71, 104, 106
- Kvadratlagen 46, 143
- Kylsystem 27
- Kylvatten 53
- Kärnbränsle 13, 20, 52, 135, 143, 147, 149
- Kärnklyvningar 23–25, 38, 49, 139, 142–145, 148–149
- Kärnkraftindustrins gemensamma beredskap, se KGB
- Kärnkraftinspektionen, se SKI
- Kärnkraftverk 11–13, 16, 18, 20–21, 23–30, 33, 36–39, 42, 49, 51–52, 54, 56, 58, 60, 63–64, 67–73, 75, 77–79, 81, 83–84, 86, 88, 92–94, 97, 100, 103, 116, 123–127, 139, 141, 144–147, 150
- Kärnreaktor 13, 33, 57, 60, 64, 101, 143–144, 149
- Kärnteknisk verksamhet 14, 21, 64, 115, 141, 148
- Kärntekniska anläggningar 11–13, 14, 16, 18, 21, 29–30, 55, 63–67, 70–71, 73, 101, 115–116, 126, 144, 148
- Kärntekniska olyckor 9, 12–19, 21, 43, 51, 63–70, 72–74, 77, 80, 83, 90, 93, 97–98, 100, 110, 113, 121–127, 129, 150
- Kärnvapen 12, 33, 52, 57–58, 73–74
- Kärnvapenexplosion 37, 49, 52, 74, 92, 138
- Kärnvapenprov 37, 56–57
- Lagar och förordningar 21
- Lagen om kärnteknisk verksamhet 14, 21, 115
- Landstinget 13, 17, 63–65, 71–72, 114, 123
- Larmkedja 77, 80
- Larmnivåer 77
- Livsmedel 18–19, 36, 41, 46, 57, 66, 84, 90, 98, 100–101, 141
- Livsmedelsrestriktioner 19, 101–102
- Livsmedelsverket 18, 66, 90, 114, 123, 154
- Ljudsändare 70, 81
- Lokala säkerhetsnämnden 67, 101, 123
- Luftfartsverket 16
- Luftfilterstationer 84, 87, 89–90
- Luftprovtagare 94
- Lågaktivt avfall 28, 145
- Länsstyrelsen 12–20, 63–65, 67–75, 77–81, 83, 86, 88, 92–95, 97–98, 100–103, 106–109, 114–116, 119, 122–123, 125, 128, 150, 153–154
- Marinen 72
- Medelaktivt avfall 28, 119, 144, 147
- Medicinsk expertgrupp (MEG) 65, 97
- Medicinsk katastrofberedskap 65
- Medierna 12, 65, 80, 95, 97, 121, 124–125
- Mejerier 84, 91
- Mikrosievert 32, 45, 86, 92, 137, 149
- Millisievert 37–40, 42, 45–46, 60, 86, 99, 110, 134, 137, 142–143, 149
- Mjölk 36–37, 84, 90–91, 97, 102, 141
- Molnpassage 111
- Mottagningsstationer 104–106
- Mätinstrument 17, 75, 85–86, 89, 92–93, 109, 111, 139–140, 142
- Mätning 17, 31, 58, 70, 74–75, 83–95, 97, 111, 118–119, 140
- Mätstationer 20, 80, 86, 89, 93
- Mätteknik 85
- Nationell beredskap 12–13, 15, 52, 78–80
- Nationell expertgrupp för sanering 18, 65, 98, 114
- Nationellt program för kommunikation (NPK) 121, 127
- Natriumjodidspektrometer 91

- Naturlig strålning 135, 144
 Naturvårdsverket 114
 Nedfall 12, 37, 52, 65–66, 74, 80, 83–85, 88, 90–94, 102, 107, 111, 113, 116–118, 141
 Nedläggning 73
 Neutronbestrålning 145
 Neutroner 23–24, 44–45, 135–136, 138, 140, 141–145, 149
 Neutronstrålning 38, 47, 49, 142, 145
- OL 73, 145
 Olyckors fem skeden 8
 Områdesledare, se OL
 Oskarshamn 24, 28–31, 70, 137
- Partikelacceleratorer 31
 Partikelstrålning 47, 136, 145
 Persondosmätare 84–86, 89, 92, 94, 110–111, 137, 145, 149
 Personlig sanering 118
 Plöjning 113, 117
 Polisen 16, 64, 72, 81, 97, 102–104, 106–108
 Protoner 44–45, 135, 138, 140, 141, 144–145
- Radioaktiv 11–14, 16, 17–21, 23, 25–28, 31–33, 35–38, 41–47, 51–61, 63–66, 70–71, 74, 77–78, 80, 83–91, 93–94, 97–98, 100–102, 105, 107–109, 111, 113–119, 134–150, 152, 154
 Radioaktiv jod 36, 43, 47, 94, 98, 102, 107, 141
 Radioaktiva ädelgaser 26–27, 36, 54, 150
 Radioaktivt avfall 28, 113, 147
 Radioaktivt sönderfall 33, 44, 137, 146
 Radiografering 58, 146
 Radiograferingsutrustningar 31
 Radon 35, 37, 88, 131, 146
 Ranstad Mineral AB 31
 RDS-mottagare 70, 81
 Reaktor 16, 24–26, 29–30, 33, 51, 53, 58, 60–61, 71, 73, 88, 136–137, 140, 143, 146, 148–149
- Reaktorhaveri 12
 Reaktorinneslutning 25–28, 49, 51, 53–54, 60, 150
 Regeringen 13, 16, 19, 67–68, 115, 123
 Resteffekt 52–53
 Rikspolisstyrelsen 66, 73
 Ringhals 24, 30, 70, 83
 Risk 21, 32, 39–40, 48, 51, 55, 57, 61, 84–85, 89, 99, 105, 106, 109, 125, 129–131, 133, 136, 146
 Riskkommunikation 125, 152
 RNI–10, RNI–10/S 86, 89, 93–94, 111, 140
 Räddningskår 14, 114–115
 Räddningsledare 13, 16–18, 63, 67–72, 102–103, 124, 126
 Räddningsledning 17, 63–64, 69–70
 Räddningstjänst 13–17, 19, 32, 63–64, 66–75, 83, 85–86, 92, 94, 97, 101, 119, 123, 152, 154
 Räddningstjänstförordningen 21, 103, 114
 Räddningstjänstlagen 13–14, 16, 21, 72, 108, 113–114
 Räddningstjänstorganisation 64, 68–69, 72
 Räddningstjänstpersonal 38, 43, 110
 Räddningsverket, se SRV
 Röntgenapparat 23, 31, 36
 Röntgenstrålning 38, 47–48, 139, 142, 146–147
- Sanering 12, 14, 19, 42, 59, 63, 66, 71, 74, 85, 98, 100, 103, 105, 111, 113–119, 127
 Saneringspersonal 113, 116
 Saneringsresurser 115
 Sannolikhet 11, 41–42, 88, 147
 Satelliter 12, 13, 33, 57, 60, 101
 SFR 28, 31, 146, 147
 SGU 91, 92, 95
 Sievert 45–47, 92, 147–148
 Sigyn 31–32, 147
 Sjukhusfysiker 119
 SJV 18, 65, 114–115, 123, 153–154
 Sjöfartsverket 16, 32, 67, 72, 106
- Sjöräddningssällskapet 72, 106
 SKB 28, 147, 153
 SKI 11, 13–15, 18, 20–21, 52, 55, 64, 73, 77–79, 81, 95, 97, 99, 101, 114–115, 123, 128, 148, 153–154
 Skyddsutrustning 75, 110–111
 Skyddsåtgärder 14–15, 17–19, 35, 43, 54, 78, 97–100, 102–103
 Sköldkörteln 43, 47, 98, 140
 Slutförvar för radioaktivt driftavfall, se SFR
 SMHI 18, 20, 64, 75, 77, 79–80, 95, 154
 Snabbstoppsystemet 53
 Socialstyrelsen 18, 65, 97, 114, 154
 sos Alarm AB 20, 64, 68–69, 73, 77–80
 Sosnovy Bor 28
 Spolning 113
 Sprängbleck 26–27
 SRV 14, 18, 20–21, 66, 69, 101, 114–115, 122–123, 126, 147, 152–154
 SRV–2000 85–86, 89, 92–94, 110–111, 140, 153
 SSI 11, 13–15, 18, 20–21, 64, 65, 69, 71, 73, 75, 77–81, 83, 86–88, 90–91, 92–95, 97–99, 101, 109, 114–116, 119, 123, 126, 128, 137, 148–149, 152–154
 Statens kärnkraftinspektion, se SKI
 Statens meteorologiska och hydrologiska institut, se SMHI
 Statens strålskyddsinstitut, se SSI
 Statlig räddningstjänst 14, 16, 63
 Steriliseringsanläggningar 31, 58
 Stokastiska skador 41
 Strontium–90 36, 46
 Stråldos 12, 19, 36–42, 45–47, 52, 54–59, 84–86, 89, 98–102, 110, 113, 116, 134–135, 137, 139–140, 142–143, 145, 147–150, 153
 Strålkälla 31–33, 35, 37, 43, 46, 57–59, 85, 92, 101, 109, 119, 138, 142–144, 146, 148
 Strålning 9, 12, 17–19, 21, 23, 25, 31–32, 35–45, 47–48, 51, 56–59, 65, 71, 83, 85–86, 88–89, 91, 95,

97–98, 102, 109–111, 122,
 129–130, 135, 137–142, 144–149,
 151–154
 Strålnivå 17, 32, 46, 57, 80, 83–88,
 91–93, 95, 101, 111, 140, 143, 149
 Strålsjuka 39–41, 60, 134, 149
 Strålskador 19, 39–41, 61, 134, 147
 Strålskyddsinstitutet, se ssi
 Strålskyddsåtgärder 83
 Studsvik 16, 30–31, 70, 91, 119, 147,
 152–153
 Styrstavar 23–24, 136, 148–149
 Sv, se Sievert
 Svensk Kärnbränslehantering AB,
 se SKB
 Sveriges geologiska under-
 sökning, se SGU
 Sveriges Radio AB 64, 71, 80, 81,
 102, 126
 Sveriges Television AB 64, 80, 81,
 126
 Säkerhetskultur 51
 Säkerhetssystem 11, 25–27, 52–53,
 60

 Teknetium–99m 56
 Termoluminiscens 149
 Termoluminiscensdosimetrar,
 se TL–dosimeter
 Terroristhandlingar 73
 Tidiga saneringsmetoder 117
 Tidiga saneringsåtgärder 116–117,
 153
 Tillfällig bortflyttning 19, 102
 Tillsyn 18, 64–66, 73, 109, 147
 Tjernobyl 12, 30, 51, 57, 60,
 118–119, 132, 153–154
 Tjernobyolyckan 12, 37, 55–57, 91,
 118, 131, 136
 Tjänstgörande
 strålskyddsinspektör, se TSI
 TL–dosimeter 84, 89, 94, 145, 149
 Totalförsvarets civila beredskap
 74
 Trafikföretag 72
 Trafikreglering 71, 104, 107–109
 Transport 12, 24, 28, 31–32, 36, 38,
 56–57, 72–73, 111, 113, 115, 134,
 138, 146–148
 Tryckavlastning 26–27, 139
 Tryckvattenreaktor 24–25, 60,
 145, 149
 TSI 78–80, 86–87, 149
 TV4 AB 64, 81, 126
 Typ A–behållare 32, 56
 Typ B–behållare 32, 57

 Ubåtar 32–33, 57–58
 Uran 23, 31–32, 35, 45, 143, 145
 Utrymning 19, 54, 63, 66, 69,
 71–72, 99–100, 102–104, 105,
 107–108, 135, 153–154
 Utrymning till sjöss 72
 Utrymningsstation 105–107, 109
 Utrymningstransporter 106
 Utsläpp av radioaktiva ämnen
 11–14, 16–17, 41–42, 51, 55,
 63–64, 70, 77–78, 80, 83, 86, 93,
 97, 100, 105, 107, 111, 113–115

 Vakthavande beslutsfattare, se VB
 Vakthavande ingenjör, se VHI
 Vakthavande tjänsteman, se VT
 Varning 20–21, 80–81
 Varningsmottagare 81
 Vatten 23–27, 48–49, 53–54, 113,
 117–118, 139–140, 143–145, 147,
 149
 VB 69, 78–79, 150
 VHI 73, 78, 150
 Viktigt meddelande, se VMA
 VMA 77, 81, 127
 VT 68, 78–79
 Vägverket 71, 116
 Vätgas 27

 Webbssidor 94, 95, 154
 Westinghouse Atom AB 30–31, 150

 Yrkesinspektionen 66, 109

 Ånggenerator 25, 149
 Åskådarfallet 74, 75
 Återflyttning 107
 Åtgärdsnivå 99, 150
 Åtgärdsscheman 99, 100, 150

 Årftliga skador 40, 43, 139, 151

En kärnteknisk olycka är en allvarlig händelse som kan orsaka stora skador, väcka oro och få stor publicitet. Det är därför viktigt att alla som kan bli engagerade i de uppgifter en sådan olycka medför, utbildas och tränas för att kunna handskas med situationen.

Räddningsverket har ett samordningsansvar för beredskapsplanering mot och sanering efter kärntekniska olyckor samt utövar tillsyn av beredskapen. Vi vill med boken *KärnenergiBEREDSKAP* ge alla som ska samverka inom kärnenergiBEREDSKAPEN, oberoende av nivå, en gemensam utgångspunkt i sitt arbete.

Boken är främst tänkt att användas vid utbildning av dem som har speciella uppgifter i beredskapen vid län med kärnkraftverk. Den lämpar sig också för personal med motsvarande uppgifter i övriga län och vid andra berörda myndigheter och organisationer inom beredskapen.

Boken är producerad av Räddningsverket i samverkan med berörda myndigheter och organisationer.



651 80 Karlstad
telefon 054-13 50 00
telefax 054-13 56 00
www.srv.se

Beställningsnummer R79-218/00
ISBN 91-7253-072-3

Beställ från Räddningsverket
Telefon 054-13 57 10
Telefax 054-13 56 05