



r

SSI Rapport

SSI report

2001:07 LEIF MOBERG

Kärnkraftsolyckan i Tjernobyl
En sammanfattning femton år efter olyckan



Statens strålskyddsinstitut
Swedish Radiation Protection Institute

FÖRFATTARE/AUTHOR: Leif Moberg

AVDELNING / DIVISION: Avdelningen för Avfall och Miljö / Department of Waste Management and Environmental protection.

TITEL/TITLE: Kärnkraftsolyckan i Tjernobyl. En sammanfattning femton år efter olyckan/ The Chernobyl accident. A summary fifteen years after the accident.

SAMMANFATTNING: Kärnkraftsolyckan i Tjernobyl 1986 var en katastrof. För Ukraina, Vitryssland och Ryssland innebar den att ett antal människor som deltog i räddningsarbetet fick sätta livet till, att ett stort antal barn drabbats av sköldkörtelcancer, att hundratusentals människor fått flytta för gott, att stora landarealer inte är odlingsbara under lång tid framöver, att skogar inte kan utnyttjas och att många människor oroar sig för sin hälsa. På samma gång visar den senaste stora internationella utvärderingen av olyckans konsekvenser att den extra stråldosen till följd av olyckan för flertalet människor i inte innebär något allvarligt hälsoproblem.

I Sverige kom det största nedfallet av radioaktiva ämnen i delar av Västerbotten, Västernorrland, Gävleborg, Uppland och Västmanland. De allra flesta får mycket låga stråldoser till följd av nedfallet. Ett begränsat antal personer som bor i områden med högst nedfall och som äter mycket vilt, insjöfisk och svamp kan femton år efter olyckan få stråldoser som uppgår till några tiondels millisievert per år. Hälsoeffekterna är mycket små eller obetydliga och man kan inte förvänta sig någon mätbar ökning i cancerfrekvens som kan förklaras av strålning från Tjernobyl.

Det är framförallt i produkter som kommer från skogen som det fortfarande kan finnas relativt mycket radioaktivt cesium. Koncentrationerna av Cs-137 i vilt och svamp kan på vissa ställen och tidvis ligga över gränsvärdet för försäljning av dessa produkter. Trädbränslen för energiproduktion i större anläggningar eller privat kan ge upphov till höga koncentrationer av Cs-137 i askan, vilket medfört att SSI gett rekommendationer om hur askan ska tas om hand för att minska onödiga stråldoser.

Rapporten sammanfattar olyckans konsekvenser i Sverige och i Ryssland, Vitryssland och Ukraina.

SUMMARY: This report summarizes the consequences of the Chernobyl accident which occurred on 26 April 1986.

SSI rapport: 2001:07

april 2001

ISSN 0282-4434



Innehåll

Tjernobylyckan i 10 punkter	3
Sverige	5
Omfattningen av det radioaktiva nedfallet.....	5
Hälsoeffekter i Sverige.....	6
Stråldoser från radioaktiva ämnen som befinner sig utanför kroppen.....	6
Stråldoser från radioaktiva ämnen som finns i kroppen	6
Hälsoeffekter	7
Radioaktivt cesium i miljön och livsmedel	8
Radioaktivt cesium i miljön.....	8
Livsmedel.....	9
Biobränsle.....	10
Forskning	10
Effekter på miljön.....	10
Ryssland, Ukraina och Vitryssland	11
Olyckan och Tjernobylverket idag.....	11
Sarkofagen	12
Kontaminerade områden.....	12
Sanering och motåtgärder.....	13
Hälsoeffekter i Ryssland, Ukraina och Vitryssland.....	14
Akuta skador	15
Sena skador	15
Sköldkörtelcancer	15
Andra cancerformer.....	16
Ärftliga skador	16
Andra sjukdomar.....	16
Effekter på miljön.....	17
Källor.....	18

Tjernobylolyckan i 10 punkter

Kärnkraftsolyckan i Tjernobyl 1986 var en katastrof. Den innebar att ett antal människor som deltog i räddningsarbetet fick sätta livet till, att ett stort antal barn drabbats av sköldkörtelcancer, att hundratusentals människor fått flytta för gott, att stora landarealer inte är odlingsbara under lång tid framöver, att skogar inte kan utnyttjas och att många människor oroar sig för sin hälsa. På samma gång visar den senaste stora internationella utvärderingen av olyckans konsekvenser att den extra stråldosen till följd av olyckan för flertalet människor inte innebär något allvarligt hälsoproblem. I det följande ges en sammanfattning av olyckans konsekvenser som de är kända idag.

- Den hittills största olyckan i ett kärnkraftverk inträffade i Tjernobyl den 26 april 1986. Olyckan resulterade i omfattande markbeläggning av radioaktiva ämnen i Ryssland, Ukraina och Vitryssland men också exempelvis i Sverige, Norge och Finland. Cirka 300.000 människor har flyttats från områden med för hög beläggning. Inom vissa områden gäller fortfarande restriktioner särskilt avseende lokalt producerade livsmedel.
- Bland dem som arbetade för att stoppa bränder på olycksnatten avled 28 personer inom några månader efter olyckan till följd av den strålning de utsatts för. Två personer avled av andra orsaker. Inga personer i allmänheten fick så höga stråldoser att det ledde till akuta skador.
- Sköldkörtelcancer hos dem som var barn 1986 har ökat dramatiskt till följd av olyckan och uppgår till ungefär 2000 barn. De undersökningar som genomförts, bl.a. av FN:s vetenskapliga strålningskommitté (UNSCEAR), har inte kunnat påvisa någon ökning av andra cancersjukdomar. Framförallt hade man väntat sig en ökning av antalet fall av leukemi. En ökning av andra sjukdomar än cancer har inte kunnat kopplas till Tjernobylolyckan.
- Strålningen har medfört synbara effekter på miljön inom den avstängda tremilszonen som omger den havererade reaktorn. I de delar som utsattes för de högsta strålningsnivåerna dog tallskogen. Minskning i populationerna av sork och insekter kunde konstateras åren efter olyckan. Det tycks som om naturen till viss del återhämtat sig, men en fortsatt långsiktig uppföljning behövs.
- I november 1986 hade den havererade reaktorn nr 4 byggts in i ett stål och betongskal, den s.k. sarkofagen. Sarkofagen byggdes under svåra omständigheter och behöver förbättras. Reaktor nr 3 i Tjernobyl stängdes definitivt den 15 december 2000. Övriga två reaktorer stängdes redan tidigare. Byggandet av ytterligare två reaktorer avbröts direkt efter olyckan.
- Konsekvenserna i Sverige blev betydligt mer omfattande än vad som allmänt hade förväntats av en olycka så långt bort, och olycksberedskapen i Sverige var före Tjernobylolyckan helt planerad för att kunna bemöta olyckor i svenska kärnkraftverk. Baserat på erfarenheter som Sverige fick efter olyckan, har beredskapen ändrats betydligt på flera områden – förvarningssystem, mätberedskap, information, internationella avtal mm.
- Av det radioaktiva nedfallet i Sverige återstår idag bara radioaktivt cesium (Cs-137) som är av någon betydelse från strålskyddssynpunkt. Det största nedfallet kom i delar av Västerbotten, Västernorrland, Gävleborg, Uppland och Västmanland. Ungefär 5 procent av det Cs-137 som spreds från olyckan föll ner i Sverige, med ett högsta nedfall på ca 200 kBq/m². På grund av fysikaliskt sönderfall återstår ungefär 70 procent av nedfallet.

- De allra flesta i den svenska befolkningen får mycket låga stråldoser till följd av nedfallet i Sverige, i snitt någon hundradels millisievert (mSv) per år med de högsta stråldoserna de första åren. Ett begränsat antal personer som bor i områden med högst nedfall och som äter mycket vilt, insjöfisk och svamp kan femton år efter olyckan få stråldoser som uppgår till några tiondels millisievert per år. Hälsoeffekterna är mycket små eller obetydliga och man kan inte förvänta sig någon mätbar ökning i cancerfrekvens som kan förklaras av strålning från Tjernobyl. (Den genomsnittliga stråldosen till boende i Sverige till följd av andra strålkällor är 4 mSv per år.)
- Det är framförallt i produkter som kommer från skogen som det fortfarande kan finnas relativt mycket radioaktivt cesium. Koncentrationerna av Cs-137 i vilt och svamp kan på vissa ställen och tidvis ligga över gränsvärdet för försäljning av dessa produkter (1500 Bq/kg). Gränsvärden för livsmedel i handeln infördes för att tillförsäkra konsumenten att dessa livsmedel kan ätas fritt. Trädbränslen för energiproduktion i större anläggningar eller privat kan ge upphov till höga koncentrationer av Cs-137 i askan, vilket medfört att SSI gett rekommendationer om hur askan ska tas om hand för att minska onödiga stråldoser.
- Tjernobylolyckan ledde till ett omfattande forskningsprogram framförallt på miljöområdet. Ett flertal projekt har även genomförts inom ramen för EU-finansierad forskning. Ett femtontal doktorsavhandlingar handlar helt eller delvis om frågor som aktualiserats av Tjernobylolyckan.



© EC/IGCE,Roshydromet (Russia)/Minchernobyl (Ukraine)/Belhydromet (Belarus), 1998

M. De Cort, G. Dubois, Sh. D. Fridman, M.G. Germenchuk, Yu. A. Izrael, A. Janssens, A. R. Jones, G. N. Kelly, E. V. Kvasnikova, I. I. Matveenko, I. M. Nazarov, Yu. M. Pokumeiko, V.A. Sitak, E. D. Stukin, L. Ya. Tabachny, Yu. S. Tsaturov and S.I. Avdyushin, "Atlas of Caesium Deposition on Europe after the Chernobyl Accident, EUR report nr. 16733, EC, Of&Mac222;ce for Of&Mac222;cial Publications of the European Communities, Luxembourg (1998).

Sverige

Omfattningen av det radioaktiva nedfallet

- Av det radioaktiva nedfallet i Sverige återstår idag bara radioaktivt cesium (Cs-137) som är av någon betydelse från strålskyddssynpunkt. Det största nedfallet kom i delar av Västerbotten, Västernorrland, Gävleborg, Uppland och Västmanland. Ungefär 5 procent av det Cs-137 som spreds från olyckan föll ner i Sverige, med ett högsta nedfall på ca 200 kBq/m². På grund av fysikaliskt sönderfall återstår ungefär 70 procent av nedfallet, det mesta bundet i mark och sjösediment.

Kärnkraftsolyckan i Tjernobyl blev känd den 28 april 1986 efter att det radioaktiva nedfallet konstaterats vid Forsmarks kärnkraftverk i norra Uppland. Radioaktiva ämnen från olyckan i Tjernobyl nådde emellertid Sverige redan den 27 april 1986. Detta konstaterades i efterhand vid en kontroll av de mätstationer som finns på ett flertal orter i Sverige. Det radioaktiva nedfallet finns i hela landet, men de största mängderna kom i de områden där det råkade regna samtidigt som det radioaktiva molnet passerade. Dessa områden framgår av bilden på föregående sida. Femton år efter olyckan är det bara radioaktivt cesium, Cs-137, som finns kvar och som är av någon betydelse från strålningssynpunkt. På grund av fysikaliskt sönderfall återstår idag ungefär 70 % av det ursprungliga nedfallet. Det mesta är bundet i mark och sjösediment.

Nedfallet av Sr-90 var ungefär en hundradel och av plutonium en tusendel av mängden Cs-137. Radioaktivt strontium och plutonium är farliga framförallt när dessa ämnen kommer in i kroppen. För strontium gäller detta i huvudsak jordbruksprodukter och särskilt mjölk. Statens strålskyddsinstitut (SSI) mäter regelbundet förekomsten av Sr-90 i konsumtionsmjölk. Mätningarna visar att stråldosen från Sr-90 är mycket liten och det har hela tiden varit möjligt att dricka mjölk precis som vanligt. Plutonium är farligast om det kommer ner i lungorna, och inte lika farligt när det ingår i livsmedel eftersom upptaget i kroppen är litet. Eftersom plutonium bara fanns i luften och kunde inandas under kort tid direkt efter olyckan och då i mycket små koncentrationer är stråldosen till personer i Sverige mycket liten.

Hälsoeffekter i Sverige

- De allra flesta i den svenska befolkningen får mycket låga stråldoser till följd av nedfallet i Sverige, i snitt någon hundradels millisievert (mSv) per år med de högsta stråldoserna de första åren. Ett begränsat antal personer som bor i områden med högst nedfall och som äter mycket vilt, insjöfisk och svamp kan femton år efter olyckan få stråldoser som uppgår till några tiondels millisievert per år. Hälsoeffekterna är mycket små eller obetydliga och man kan inte förvänta sig någon mätbar ökning i cancerfrekvens som kan förklaras av strålningen från Tjernobyl. Däremot har olyckan inneburit att många människor inte längre upplever samma värde i jakt, fiske och bärplockning eller i att bara var i ute i naturen. Detta var särskilt tydligt de första åren efter olyckan.

När det gäller strålningens hälsoeffekter avses i första hand risken att få cancer. För att uppskatta den risken behövs ett mått på den mängd strålning man utsätts för. Detta mått kallas stråldos och anges i enheten sievert (Sv). Stråldosen 1 sievert är mycket hög och vanligen anges stråldosen i tusendelar av en sievert, i millisievert (mSv).

STRÅLDOSER FRÅN RADIOAKTIVA ÄMNEN SOM BEFINNER SIG UTANFÖR KROPPEN

Flygmätningarna 1986 visade hur mycket Cs-137 det föll ner på marken i Sverige. Denna kunskap tillsammans med omfattande andra mätningar har använts för att räkna ut stråldosen till följd av radioaktiva ämnen som befinner sig utanför kroppen. Beräkningarna visar att de högsta stråldoserna erhöles under första året efter olyckan. Cirka 40.000 personer fick då en stråldos som var större än 1 mSv. Färre än 1000 personer beräknas ha fått den högsta stråldosen, ca 2 mSv. Större delen av den svenska befolkningen, cirka 70 procent, fick en stråldos som första året var mindre än 0,04 mSv.

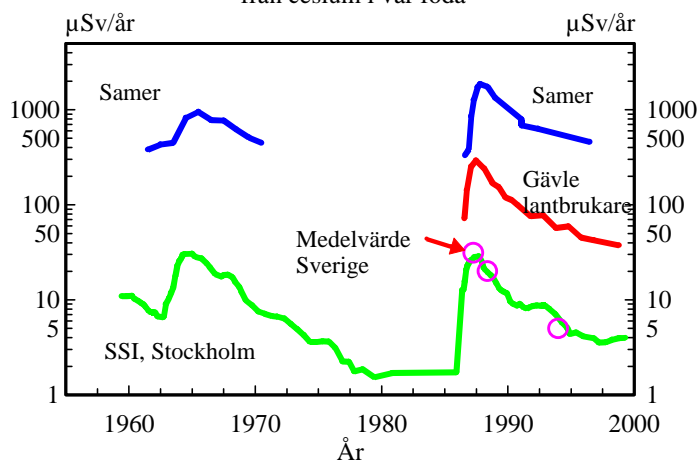
Beräkningarna visar också att den genomsnittliga stråldosen till en person i Sverige är sammanlagt 0,6 mSv för 50-årsperioden efter olyckan, dvs. i snitt 0,012 mSv per år. Naturligtvis varierar dosen beroende på boendeort, och i exempelvis Västernorrland blir denna dos i genomsnitt 5 mSv. Det motsvarar en extra stråldos på ca 3 procent jämfört med den stråldos som boende i Sverige i genomsnitt får från andra källor.

Uppföljande mätningar i stadsmiljö, framförallt Gävle, visar att strålningsnivån sjunkit fortare än vad som antogs i de ursprungliga beräkningarna, dvs. stråldosen blir något lägre tidigare beräknat. För Sverige som helhet ger markbeläggningen det största genomsnittliga bidraget till stråldosen.

STRÅLDOSER FRÅN RADIOAKTIVA ÄMNEN SOM FINNS I KROPPEN

Tjernobylolyckan har medfört att livsmedel innehåller radioaktivt cesium. Men det fanns radioaktivt cesium i livsmedlen redan före Tjernobylolyckan. Detta berodde framförallt på nedfall från de atmosfäriska kärnvapenprov som ägde rum i slutet av 1950-talet och början av 1960-talet och som medförde nedfall över stora delar av jorden. Det är möjligt att direkt mäta hur mycket Cs-137 det finns i kroppen. Sådana mätningar på ett trettiotal anställda vid SSI har pågått sedan slutet av 50-talet (grön kurva i figuren nedan), och de ger en bra bild av hur stråldosen från radioaktivt cesium i kroppen har varierat under de senaste fyrtio åren.

Stråldos ($\mu\text{Sv}/\text{år}$) till några olika grupper från cesium i vår föda



Mätningar gjorda på statistiska urval av den svenska befolkningen (ringar i figuren) visar att värdena för SSI-gruppen kan användas som medelvärde för den svenska befolkningen. De senaste beräkningarna av stråldoserna till svenska befolkningen till följd av intern bestrålning gjordes tio år efter olyckan. Den genomsnittliga stråldosen var då 0,005 mSv per år, att jämföra med 0,023 respektive 0,027 mSv per år första och andra året efter olyckan. För dem som bor i områden med högst nedfall varierade stråldosen mellan några tusendels mSv per år till 0,13 mSv per år. Relativt få personer uppskattas få stråldoser som uppgår till några tiondels millisievert per år. Den genomsnittliga stråldosen till en person i Sverige har beräknats till sammanlagt 0,003 mSv för 50-årsperioden efter olyckan. Stråldoserna visar en nedåtgående trend (se figuren) men minskningstakten varierar mellan olika grupper. För befolkningen som helhet har det tagit ca 5 år att minska den årliga stråldosen till hälften. För några grupper har det gått snabbare, medan det finns grupper för vilka det har tagit runt 10 år att minska stråldosen till hälften. Detta beror framförallt på hur stort nedfallet var och hur det påverkat matvanorna.

I figuren visas också resultat av mätningar som utförts på grupper av lantbrukare i Gävleområdet (röd linje) och på samer (blå linje). Dessutom har mätningar genomförts på jägarfamiljer vilka kan förväntas få högre stråldoser till följd av kosten liksom på andra grupper i Sverige. Idag, femton år efter olyckan genomförs mätningar i mer begränsad omfattning.

HÄLSOEFFEKTER

Med kunskap om stråldoserna till den svenska befolkningen kan man säga att hälsoeffekterna till följd av Tjernobylyolyckan är mycket små, vilket innebär att risken för varje individ är mycket liten. Det är ytterst osannolikt att det någonsin blir möjligt att observera någon ökning i cancerfrekvensen som kan förknippas med strålningen från Tjernobylyolyckan.

För att ge perspektiv på stråldoserna till följd av det radioaktiva nedfallet från Tjernobyli kan nämnas att boende i Sverige varje år i genomsnitt får en stråldos på drygt 4 mSv. Denna stråldos kommer från en rad olika strålkällor (naturlig bakgrundsstrålning 1 mSv, radon i hus 2 mSv, medicinska undersökningar 0,7 mSv). Några får en lägre och några en högre stråldos. Stråldosen kan också variera från år till år, beroende på i vilken omfattning man genomgår exempelvis röntgenundersökningar, eller flyttar till eller från ett hus med radon.

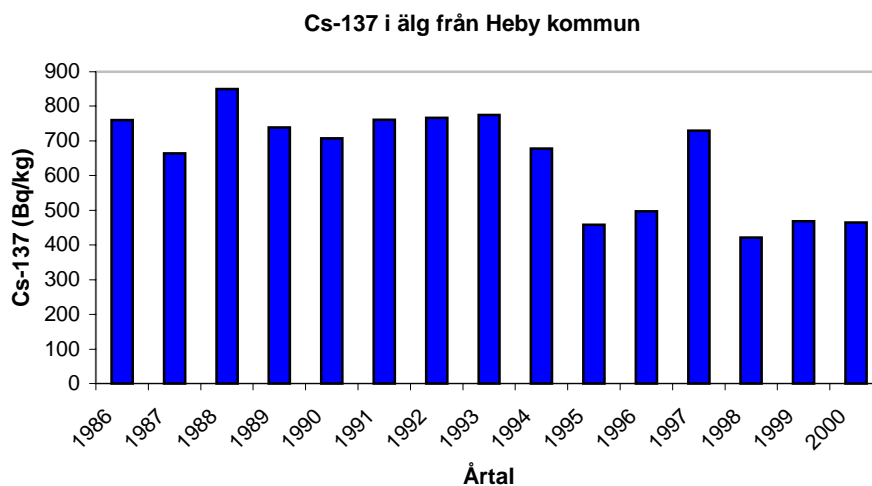
Radioaktivt cesium i miljön och livsmedel

- Det är framförallt i produkter som kommer från skogen som det fortfarande kan finnas relativt mycket radioaktivt cesium. Koncentrationerna av Cs-137 i vilt och svamp kan på vissa ställen och tidvis ligga över gränsvärdet för försäljning av dessa produkter (1500 Bq/kg). Gränsvärden för livsmedel i handeln infördes för att tillförsäkra konsumenten att livsmedlen kan ätas fritt.
- Trädbränslen för energiproduktion i större anläggningar eller privat kan ge upphov till höga koncentrationer av Cs-137 i askan, vilket medfört att SSI gett rekommendationer om hur askan ska tas om hand för att minska onödiga stråldoser.

Radioaktivt cesium (Cs-137) har en halveringstid av 30 år. Det betyder att efter 30 år är hälften kvar, efter ytterligare 30 år finns en fjärdedel kvar osv. Idag, femton år efter olyckan har mängden Cs-137 således minskat till cirka 70 procent av det som föll ner 1986. Den största delen av det radioaktiva cesiumet är bundet till partiklar i mark och i botten sediment i sjöar och är mer eller mindre orörligt. Men en liten del är rörligt och kan tas upp i växter och djur. Beroende på växtort, betesvanor hos växtätare, väderlek mm kan det vara stora variationer inom och mellan år vad gäller koncentrationer av Cs-137 i växter och djur.

RADIOAKTIVT CESIUM I MILJÖN

Det är framförallt i skogen och i skogsprodukter som det idag finns kvarstående effekter av det radioaktiva nedfallet från Tjernobyli. Detta beror bland annat på näringssituationen i skogsmark vilket medför att upptaget av radioaktivt cesium från mark till växt och djur är högt.

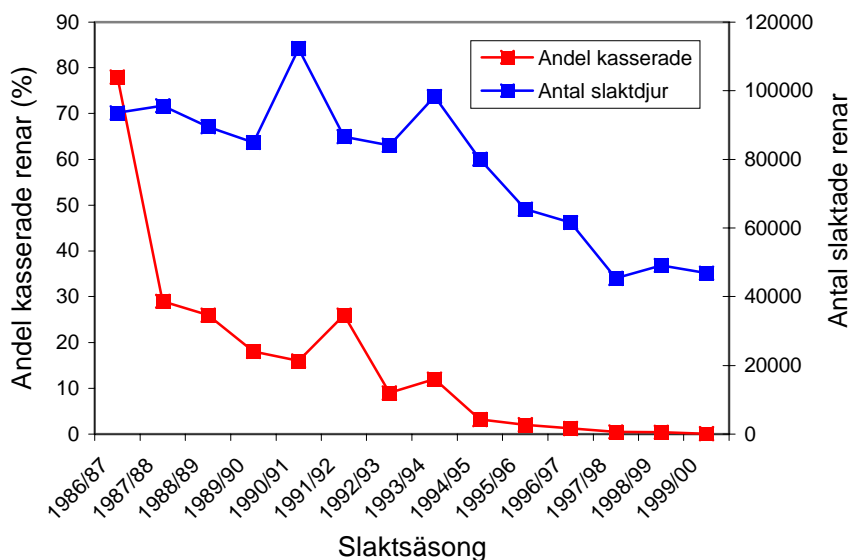


Koncentrationerna av cesium i vilda bär (lingon, blåbär) är idag för det mesta lägre än 1.500 Bq per kg medan skogssvamp fortfarande kan innehålla mycket höga koncentrationer av radioaktivt cesium. Halterna av Cs-137 i älg är vanligen under 1.500 Bq/kg även i områden med högt nedfall men det är variationer mellan år. Figuren ovan visar koncentrationen av Cs-137 i älg under åren 1986 till 2000 inom ett jaktområde i Norduppland (data från K-J Johanson). Varje stapel är medelvärde av ett flertal djur. Data antyder att det sker en mycket långsam nedgång.

Femton år efter det radioaktiva nedfallet kan fisk i insjöar inom områden som fick mycket radioaktivt nedfall fortfarande innehålla höga koncentrationer av Cs-137. Detta gäller särskilt för fisk i grunda sjöar som har liten vattengenomströmning och som är näringsfattiga. Koncentrationerna i östersjöfisk och havsfisk är däremot genomgående låga.

Effekterna inom jordbruket begränsade sig väsentligen till 1986. På gårdar med naturbeten kan koncentrationerna av Cs-137 i får och nötkött överstiga det gällande gränsvärdet på 300 Bq per kg.

Inom rennäringen har antalet renar som kasseras sjunkit år från år, och de senaste slaktsäsongerna är andelen kasserade djur under en procent. Figuren visar (vänster skala) antalet renar som kasserat på grund av för hög halt av Cs-137 (data från Birgitta Åhman). Under säsongen 1986/87 var gränsvärdet 300 Bq/kg. I juni 1987 ändrades det till 1.500 Bq/kg. Antalet slaktade renar har under perioden minskat från ca 90.000 till ca 50.000 per säsong (höger skala, siffrorna för 1999/2000 är preliminära).



Nedgången i antalet kasserade renar beror på att koncentrationerna av Cs-137 i betet minskar men framförallt på de åtgärder som vidtas i form av bl.a. stödutfodring med rent foder före slakt och ändring av slakttider. För dessa åtgärder erhåller renägare ersättning. Nedgången av Cs-137 i ren går dock långsammare nu än för några år sedan (från 3-4 års till 5 och som mest 8-9 års effektiv halveringstid i områden som fick lite nedfall). Renkött är det enda livsmedel som fortfarande regelbundet kontrolleras med avseende på innehållet av Cs-137. Omfattningen av kontrollen beror på en bedömning om gränsvärdet kan komma att överskridas och beslut om kontroll fattas av Livsmedelsverket. Under 1998/99 och 1999/2000 kontrollerades ungefär en tredjedel respektive en femtedel av renslaktkropparna, de flesta genom att mäta gammastrålningen direkt på slaktkropparna. Köttprover för noggrannare analys togs från cirka 5 procent av slaktkropparna.

LIVSMEDEL

Det är bara genom mätningar som det är möjligt att bestämma hur mycket Cs-137 det finns i ett livsmedel. Mängden Cs-137 i livsmedel anges som becquerel per kilo (Bq per kg). Det finns inte några gränsvärden för hur mycket man kan äta och det finns inte något värde som anger en farlighetsgräns. Däremot har Livsmedelsverket och SSI rekommenderat att den extra årliga stråldosen från livsmedel bör vara mindre än 1 mSv. Detta motsvarar att man får i sig 75.000 becquerel Cs-137 per år.

För att livsmedel ska få säljas i affärerna skall mängden Cs-137 understiga 300 Bq per kg. För vilt, ren, insjöfisk, skogsbär och skogssvamp gäller dock gränsvärdet 1.500 Bq per kg. Det betyder till exempel att man på ett år kan äta 250 kg av något som innehåller 300 Bq per kg eller 50 kilo av något som innehåller 1.500 Bq per kg för att få i sig 75.000 Bq, vilket svarar mot stråldosen 1 mSv.

De undersökningar som genomförts visar att koncentrationen av radioaktivt cesium i livsmedel som säljs i affärerna är mycket låg och genomgående mycket under gällande gränsvärden. I mejerimjolk som är ett viktigt baslivsmedel framförallt för barn är halten av Cs-137 som högst några Bq per liter. SSI mäter regelbundet radioaktivitet i mejerimjolk. De flesta av oss får i oss betydligt under 75.000 Bq per år. Den senaste undersökningen av Cs-137 i livsmedel genomfördes 1994 och då var medelvärdet för Sverige 274 Bq per år och för ett område med hög beläggning 815 Bq per år. Detta var en minskning jämfört med en liknande undersökning 1987.

BIOBRÄNSLE

En fråga som fått ökad aktualitet under senare år är förbränning av trädprodukter som innehåller Cs-137. SSI har tagit fram rekommendationer och riktlinjer för storskalig förbränning av trädbränsle från skogen liksom för privat eldning. Rekommendationerna avser den aska som uppkommer i samband med förbränning och motiveras av att Cs-137 koncentreras i askan. För anläggningar gäller att sådan aska inte bör återföras till skogsmark om koncentrationen av Cs-137 överstiger 5 kBq/kg och inte heller läggs på renlav inom renbetesområdet. Aska som innehåller mer än 5 kBq/kg ska deponeras på deponier av klass 2. Enligt SSI:s bedömning är det i dagsläget mellan 750 och 3000 ton aska per år som innehåller koncentrationer av Cs-137 överstigande 5 kBq/kg.

För privat eldning, i de områden av Sverige som fick högre nedfall efter olyckan (större än 30 kBq/m²), rekommenderas att askan i första hand deponeras genom kommunens försorg. Om askan läggs i trädgården bör den inte användas för gödsling av potatisland, eller på odlingar av köksväxter eller bärbuskar. Rekommendationerna syftar till att undvika onödigt intag av radioaktivt cesium. Askan bör inte heller läggas i hög nära bostadshus. Hantering och lagring av veden, liksom inandning av rök eller damm från askan utgör inte något strålskyddsproblem.

FORSKNING

Tjernobylolyckan ledde till betydande forskningsinsatser. Omfattningen har emellertid minskat med åren. I Sverige har forskningen till övervägande del rört studier av radioaktivt cesium i miljön. Det innebär kunskapen om hur radioaktivt cesium transporteras i ekosystemen på land eller i vatten är betydligt bättre idag än när olyckan inträffade. Ett flertal projekt har också genomförts i samarbete med utländska forskargrupper bland annat inom ramen för EU-finansierad forskning. Ett femtontal personer har genomgått forskarutbildning och författat doktorsavhandlingar som helt eller delvis bygger på tjernobyrelaterade frågeställningar.

Effekter på miljön

Det är inte möjligt att vid de strålningsnivåer som är aktuella i Sverige se någon effekt på växter och djur. Detta gäller såväl på individ- som populationsnivå. Det pågår för närvarande flera internationella projekt som syftar till att bredda kunskapen om strålningens effekter i miljön samt att ta fram ett system för bedömning och reglering av miljöstörande utsläpp. SSI och flera svenska forskare är involverade i detta arbete.

Ryssland, Ukraina och Vitryssland

Olyckan och Tjernobylverket idag

- I november 1986 hade den havererade reaktorn nr 4 byggts in i ett stål och betongskal, den s.k. sarkofagen. Sarkofagen byggdes under svåra omständigheter och behöver förbättras, vilket kommer att ske med internationell hjälp. Reaktor nr 3 i Tjernobyl stängdes definitivt den 15 december 2000. Övriga två reaktorer stängdes redan tidigare. Byggandet av ytterligare två reaktorer avbröts direkt efter olyckan.

Olyckan i reaktor nummer fyra vid kärnkraftverket i Tjernobyl i Ukraina inträffade kl. 01.23 lokal tid natten till lördagen den 26 april 1986. Det är den allvarligaste olyckan som inträffat inom kärnkraftindustrin. Olyckan anses ha berott på flera olika orsaker. En orsak är att själva reaktorkonstruktionen har vissa inbyggda svagheter. Västerländska reaktorer har inte motsvarande svagheter. Dessutom var inte säkerhetsrutinerna tillräckligt bra. I samband med de försök som utfördes under olycksnatten, och som direkt ledde fram till olyckan, gjorde också personalen vid reaktorn flera misstag.

Reaktorer i västländer har ett skal av betong runt reaktorn. Ett sådant skal saknades i Tjernobyl. När reaktorn exploderade kunde därför de radioaktiva ämnena komma högt upp i atmosfären. Detta bidrog starkt till att spridningen av radioaktiva ämnen blev så omfattande. Vädret bidrog till att de radioaktiva ämnena kom att spridas över mycket stora landområden (se kartan på sid. 4). Omfattande utsläpp av radioaktiva ämnen pågick i tio dagar och i betydligt mer begränsad omfattning ytterligare några veckor.

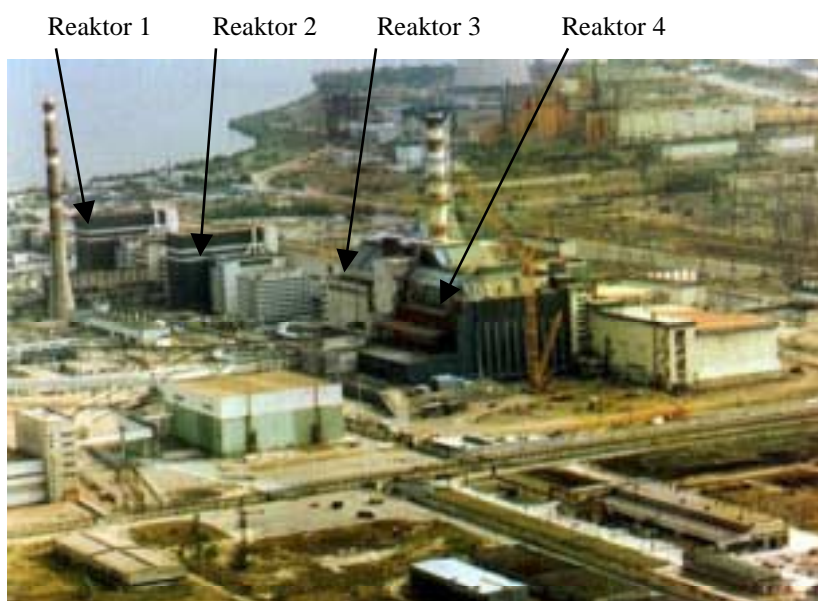


Foto: USDOE

Vid tiden för olyckan fanns fyra reaktorer i drift och ytterligare två under byggnad vid Tjernobyilverket. Reaktor 2 stängdes i oktober 1991 efter en brand i turbinhallen. Reaktor 1 stängdes i december 1997. Reaktor 3 stängdes den 15 december 2000.

SARKOFAGEN

I november 1986 färdigställdes den byggnad av stål och betong, ofta kallad sarkofagen, som under svåra arbetsförhållanden byggdes runt den havererade reaktorn. Tillståndet för sarkofag och den havererade reaktorn är relativt väl känt vad gäller exempelvis de delar av reaktorhärden som finns kvar, strålningsnivåer, och tillståndet för sarkofagens bärande delar. Kunskapen baseras på fjärravläsningar av instrument inne i sarkofagen, men också på undersökningar som genomförts inne i sarkofagen vid ett flertal tillfällen.

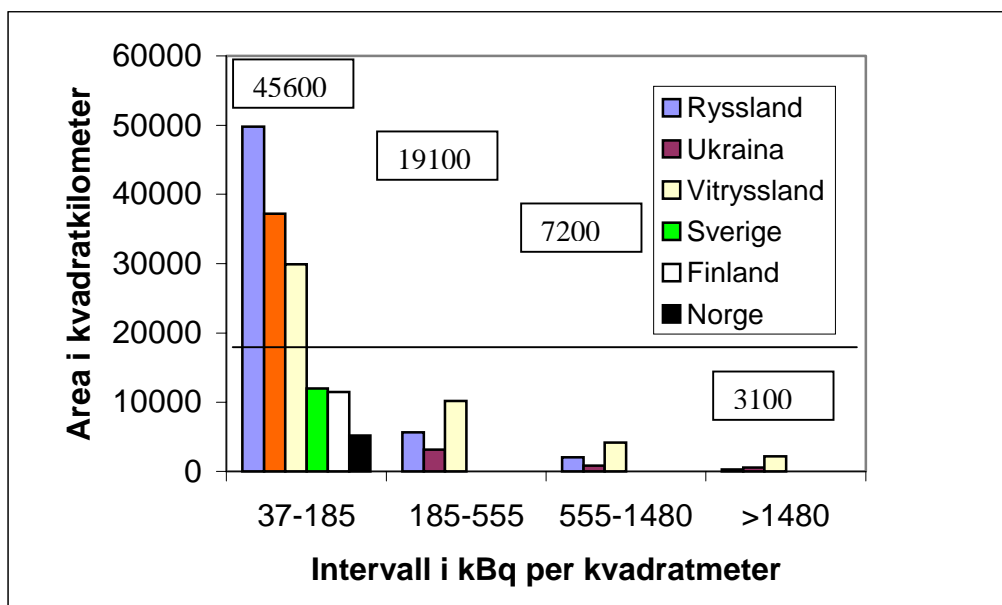
Det råder en utbredd enighet om att sarkofagen är instabil och att man under nuvarande förhållanden inte kan utesluta framtida större utsläpp av aktivitet. Den närmaste omgivningen kan smutsas ned genom att bränsledamm läcker ut. De radioaktiva ämnen, främst Cs-137, som finns i det vatten som har ansamlats i sarkofagen kan tränga ut och smutsa ner omgivande jordlager. Totalt har sarkofagen cirka 1000 m² öppningar av olika slag genom vilka damm kan komma ut. En kollaps av större byggnadsdelar kan ge större utsläpp av radioaktiva ämnen. Utsläppen från en sådan kollaps väntas dock väsentligen drabba området närmast reaktorn.

Den Europeiska utvecklingsbanken (EBRD) administrerar sedan 1997 insatserna för att bland annat finansiera ett förstärkt skydd runt den havererade reaktorn (Chernobyl Shelter Implementation Plan – SIP). Projektet syftar till att omvandla reaktor nr 4 (sarkofagen) till en miljö- och säkerhetsmässigt acceptabel konstruktion. Arbetet beräknas ta 8-10 år och beräknas kosta 768 miljoner dollar.

Kontaminerade områden

- Olyckan resulterade i omfattande markbeläggning av radioaktiva ämnen i Ryssland, Ukraina och Vitryssland men också exempelvis i Sverige, Norge och Finland. Cirka 300.000 människor har flyttats från områden med för hög beläggning. Inom vissa områden gäller fortfarande restriktioner särskilt avseende lokalt producerade livsmedel.

De radioaktiva utsläppen från den havererade reaktorn pågick i tio dagar och den varierande vindriktningen medförde att stora delar av Europa fick nedfall. FN:s vetenskapliga strålningskommitté (UNSCEAR) definierar i sin rapport från 2000 kontaminerade områden som sådana där den genomsnittliga beläggningen av Cs-137 överstiger 37 kBq/m². Bilden nedan (data från UNSCEAR) visar hur stora områden i Ryssland, Ukraina och Vitryssland samt några nordiska länder som har cesiumbeläggning i olika intervall över 37 kBq/m². Inom rutorna anges den totala arean (km²) i respektive intervall. (Det vertikala strecket visar arean av Gävleborgs län som jämförelse).



Områden med beläggningar av Cs-137 över 1480 kBq/m² är i princip utrymda, och speciella regler gäller för områden i intervallet 555-1480 kBq/m². Under 1986 evakuerades ungefär 116.000 människor, främst i en zon med ca 3 mils radie runt reaktorn, och senare ytterligare omkring 220.000. Omkring 5 miljoner människor bor i de delar av Ryssland, Ukraina och Vitryssland som har en beläggning över 37 kBq/m².

Mer omfattande beläggning av Sr-90 och Pu-239,240 finns väsentligen inom och i området närmast tremilzonen (inom 10 mil från reaktorn).

Man har uppskattat att det från början fanns ca 4,1 PBq (miljoner miljarder becquerel) Cs-137, 4,7 PBq Sr-90, 30 TBq (tusen miljarder becquerel) plutonium i zonen samt ca 740 PBq radioaktiva ämnen i sarkofagen. I de ca 800 avfallslagren inom zonen finns ca 14 PBq (se nedan).

Särskilt intresse har ägnats frågan om kontaminering av dricksvatten. Femton år efter olyckan är koncentrationerna av Cs-137 och Sr-90 låga i ytvatten. En oro finns att de radioaktiva ämnena i marken ska nå grundvattnet, men det finns ännu få rapporter om att så skett, och det rör sig då om lokala föroreningar. Särskild uppmärksamhet riktas mot de vattenmängder som dränerar avfallsupplagen inom zonen och som befaras kunna nå grundvattnet.

SANERING OCH MOTÅTGÄRDER

En omfattande sanering av reaktorområdet genomfördes åren efter olyckan. Saneringen omfattade bl.a. bortforslande av kontaminerad utrustning, rengöring av byggnader, bortförande av 5-10 cm jord och asfaltering alternativt utplacering av betongblock. Saneringen ledde till mycket stora mängder avfall och det finns inom tremilzonen omkring 800 dumpningsplatser vanligtvis i form av djupa, täckta eller otäckta, diken. Men det finns också fält där lastbilar, helikoptrar mm har samlats på stora ”parkeringsplatser”.

Omfattande saneringsinsatser gjordes i många samhällen framförallt de första åren efter olyckan. Dessa omfattade rengöring av tak och väggar på byggnader, asfaltering av skolgårdar och vägar och bortforslande av jord. Särskilda insatser gjordes inom jordbruket (gödsling, kalkning, djupplöjning, byte av grödor, användning av olika kemiska ämnen för att minska upptag av radioaktiva ämnen) med mycket varierande resultat.

Generellt kan sägas att kunskapen om sanering av mark och byggnader är betydligt bättre än tidigare. Samtidigt är det klart att vinsterna i form av avstörd stråldos inte alltid motsvarar kostnaderna. Mer omfattande sanering skapar stora mängder avfall som ska tas om hand. All sanering måste därför planeras noga för att leda till en förbättring.

Hälsoeffekter i Ryssland, Ukraina och Vitryssland

- Följande hälsokonsekvenser har hittills med säkerhet kunnat relateras direkt till olyckan och exponering för strålning:
 - 30 personer dog till följd av räddningsarbetet i april 1986, varav 28 av strålskador
 - cirka 2000 barn har fått sköldkörtelcancer till följd av att radioaktivt jod tillförts kroppen genom inandning då det radioaktiva molnet passerade och genom mjölk som innehöll radioaktivt jod

I första hand är det de som exponerades för strålning som barn och röjningsarbetarna som löper en ökad risk att få en sjukdom orsakad av strålningen. Större delen av befolkningen i övrigt exponerades för strålning som motsvarar, eller är några gånger högre än, den naturliga bakgrunden. Stråldoserna minskar successivt på grund av att de radioaktiva ämnena sönderfaller.

Det förekommer många uppgifter om konsekvenserna av Tjernobylolyckan i de områden som drabbades hårdast, dvs. områden i Ryssland, Vitryssland och Ukraina. Ofta talas om höga dödstal och kraftigt ökad förekomst av cancer. Flertalet av dessa uppgifter har hittills inte kunnat bekräftas i noggranna vetenskapliga studier. Men det kommer att krävas många tiotals år av fortsatt uppföljning för att få fram en mer slutlig bild av olyckans medicinska konsekvenser. Som jämförelse kan nämnas att uppföljningen av atombombningarna i Hiroshima och Nagasaki 1945 fortfarande pågår.

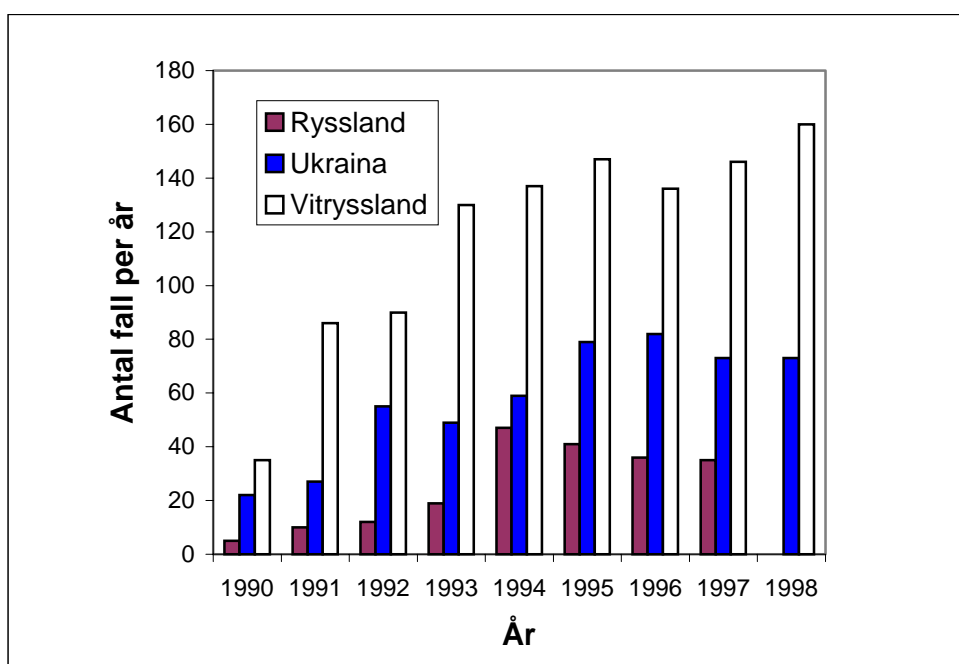
FN:s vetenskapliga strålningskommitté (UNSCEAR) presenterade förra året en omfattande utvärdering av Tjernobylolyckans hälsokonsekvenser som kan bero på strålning. Utvärderingen bygger på ett mycket stort antal publicerade artiklar och annan information som kunnat granskas med avseende på vetenskaplig tillförlitlighet. Det är viktigt att notera att uppföljning och bedömning av konsekvenserna försvåras av att dataregister över befolkningen är ofullständiga, att stråldoserna till befolkningen är oklara och svåra att bestämma, att sjukdomsdiagnoserna och klassificeringen av sjukdomar är otydliga, och att de kontrollgrupper som använts i publicerade rapporter och epidemiologiska studier är otillfredsställande vilket försvårar tolkningen. Hänsyn måste också tas till att en ökad medicinsk övervakning av en grupp kan ge en missvisande bild av sjukdomsökningen för ett land som helhet. Det har generellt skett en ökning av sjukligheten i alla delar av det gamla Sovjetunionen, och en ökning av cancerfrekvensen rapporterades också före olyckan. Sammantaget ställer detta stora krav på att de epidemiologiska undersökningar som genomförs för att uppfyller vetenskapliga krav.

De hälsokonsekvenser som förknippas med strålning är i första hand akuta skador som uppkommer vid stråldoser över cirka 1 Sv och sena skador, främst cancer, som kan uppkomma från några år till tiotals år efter att man utsatts för strålning. Dessutom kan ärftliga skador uppkomma till följd av strålningsexponering.

AKUTA SKADOR

Akuta strålskador har endast inträffat bland de personer som befann sig inom reaktorområdet på olycksnatten, och då främst bland den personal som deltog i att släcka de bränder som uppstod runt reaktorn. Stråldoser till allmänheten har för vissa grupper varit höga, men inte så höga att de har gett akuta skador. Av de cirka 600 personer som befann sig vid anläggningen under olycksnatten fick 134 akuta strålskador (stråldoser upp till 16 Sv), varav 28 personer avled under de första fyra månaderna efter olyckan av olika följsjukdomar. En noggrann uppföljning av de överlevande 106 personerna med akuta strålskador pågår. Elva av dem avled mellan 1987 och 1998 (stråldoser mellan 1,3 och 5,2 Sv).

Omkring 600.000 personer som deltagit i uppröjningsarbetet (sanering av reaktor, reaktorområdet, vägar, byggande av sarkofag mm) har fått särskilda intyg som bekräftar deras deltagande. De som deltog 1986 fick de högsta stråldoserna, i medeltal 170 mSv (osäkerhet och variation i stråldoser är stor).



SENA SKADOR

Sköldkörtelcancer

Sköldkörteln är tillsammans med röd benmärg, bröst och lungor en av de mest strålningskänsliga organen. Barn löper högre risk än vuxna att få cancer vid samma stråldos till sköldkörteln. Det totala antalet fall av sköldkörtelcancer mellan 1990 och 1998 är nästan 2000 bland barn och ungdomar som var yngre än sjuttionio år vid tiden för olyckan (se figur ovan, data från UNSCEAR). Detta innebär en mycket kraftig ökning jämfört med hur situationen var före olyckan. Det är svårt att få fram tillförlitliga uppgifter om hur många barn som kan ha dött av sin sjukdom men enligt tillgängliga uppgifter rör det sig om ett tiotal. Vid rätt medicinsk behandling är prognosen vid sköldkörtelcancer normalt god.

Antalet sköldkörtelcancerfall hos barn födda efter 1987 är lågt och jämförbart med situationen före 1986. Det betyder att barn födda efter 1987 inte har någon ökad risk att få sköldkörtelcancer till följd av Tjernobylolyckan. Senaste rön tyder också på att risken att få

sköldkörtelcancer bland de barn som var över 10 år vid tiden för olyckan inte längre ökar, medan risken för de som var yngre än 5 år 1986 fortfarande ökar. En viss ökning av antalet fall av sköldkörtelcancer har också rapporterats för vuxna.

Andra cancerformer

Baserat på nuvarande kunskap om strålningens effekter är leukemi (blodcancer) en cancerform som förväntas uppträda relativt snart (redan efter 2-3 år) efter strålningsexponering. De beräkningar som gjorts för olika grupper visar att antalet fall bland de röjningsarbetare som fick högst stråldos borde vara tillräckligt stort för att kunna observeras. De borde dessutom ha inträffat under de första tio åren efter olyckan. Tillgängliga data har emellertid inte kunnat påvisa någon ökning som är tillräckligt stor för att avvika från det naturligt förväntade antalet fall i samma grupp. Inte heller hos barn eller befolkningen i stort har man kunnat konstatera någon ökning av antalet leukemifall.

Andra cancerformer, tumörsjukdomar, förväntas inte uppträda förrän efter betydligt längre tid (10 år eller mer) efter olyckan, och man har inte heller observerat någon generell ökning av antalet cancerfall som kan kopplas till strålningsexponering.

Nuvarande kunskap om sena effekter till följd av strålningsexponering bygger till övervägande del på hög exponering under kort tid samt på djurförsök. Kunskapen om effekterna orsakade av utdragen exponering vid låga strålningsnivåer är mer begränsad. En betydande svårighet är att skilja mellan effekterna som beror på strålning och de som beror på andra orsaker. Som nämnts ovan är det framförallt gruppen röjningsarbetare (och då de som deltog första året) som fått stråldoser som är tillräckligt höga för att kunna ge en statistiskt detekterbar riskhöjning, och som också kan komma att bidra med ökad kunskap om strålningens risker.

Ärftliga skador

Strålskador på könsceller kan leda till skador på kommande generationer. Sådana skador har visats i djurförsök men har aldrig kunnat påvisas hos människor. Man förväntar sig att skador ska uppkomma men att ökningen är för liten för att kunna observeras bland de skador som förekommer av andra skäl.

Andra sjukdomar

Det finns idag inte något accepterat samband mellan strålning och många av de andra sjukdomar (ämnesomsättningsrubbingar, mentala störningar, nervsjukdomar och magsjukdomar men även indirekt självmord och olika former av våldsam död) som uppges ha ökat i områden kring Tjernobyl. Undersökningar av sådana samband pågår bland de överlevande efter Hiroshima och Nagasaki. Senaste data (epidemiologiska undersökningar) från dessa studier indikerar att vissa sjukdomar (stroke, hjärtsjukdomar, matsmältningssjukdomar, och luftvägssjukdomar) tycks öka till följd av strålningsexponering, men detta sker mycket lång tid (flera årtionden) efter exponering. Vilka mekanismer som skulle kunna orsaka detta är oklart.

För befolkningen runt Tjernobyl bedöms den stress och oro som många människor känt i kombination med den försämrade sociala och ekonomiska situationen i berörda länder och bristfällig information från myndigheter indirekt kunna ha bidragit till en ökning av andra sjukdomar.

Effekter på miljön

- Strålningen har medfört synbara effekter på miljön inom den avstängda tremilszonen som omger den havererade reaktorn. I de delar som utsattes för de högsta strålningsnivåerna dog tallskogen. Minskning i populationerna av sork och insekter kunde konstateras åren efter olyckan. Det tycks som om naturen till viss del återhämtat sig, men en fortsatt långsiktig uppföljning behövs.

Strålningens skadliga verkan på olika djurarter och växter är bäst känd för mycket höga stråldoser erhållna under kort tid, men det är stora skillnader i känslighet mellan olika arter. En större del av kunskapen baseras på experiment som genomförts i laboratoriet eller i miljön. Dödliga doser sträcker sig från några få sievert för de mest känsliga däggdjuren till nästan 10.000 sievert för de mest motståndskraftiga bakterierna och primitiva växter. Det är också stor spridning inom varje taxonomisk grupp (däggdjur, fåglar, fisk, reptiler etc). Vid lägre stråldoser, vilka inte leder till en snar död, uppträder andra skador som reproduktionsstörningar, sterilitet, mutationer mm. Kunskapen om vad som händer vid mycket låga strålningsnivåer, som fortgår under en längre tid, är mycket begränsad.

Tjernobylolyckan inträffade på våren under en period av tillväxt och fortplantning dvs. under en tid då växter och djur är som mest strålningskänsliga. Strålningsexponeringen var mycket hög under de första veckorna efter olyckan, och under sommaren och hösten 1986 var den fortfarande hög. Idag är strålningsexponeringen någon procent av den ursprungliga.

Efter olyckan har direkta skador på miljön observerats inom det område runt reaktorn, tremilszonen, som evakuerades dagarna efter olyckan. Barrträd, särskilt tall, är känslig för strålning. Skog i närområdet utsattes för mycket höga (dödliga) strålningsnivåer under de första veckorna efter olyckan. Uppskattningsvis 25-40 procent av skogen dog inom ett område på ungefär 3000 ha och 90-95 procent av tallarna uppvisade tydliga skador på skott och barr. Tallens frö och pollen uppvisade störst känslighet för strålning. Några år senare hade skogen till stor del återhämtat sig, men möjligheten till genetiska skador på sikt behöver studeras.

Ökad dödlighet och reproduktionsstörningar har rapporterats på vissa djurarter (exempelvis möss, insekter) som lever nära marken eller i översta jordlagret där koncentrationerna av radioaktiva ämnen var högst. Det finns inte några tillgängliga uppgifter om att någon växt eller djurart skulle ha blivit permanent utplånad. Några år efter olyckan tycks en återhämtning ha ägt rum men en fortsatt långsiktig uppföljning behövs för att visa om det blir bestående (genetiska) effekter till följd av kronisk exponering. Det tycks också som om frånvaron av jordbruk och annan mänsklig påverkan inom tremilszonen har inneburit en ökning av antalet individer bland flera djurarter också beroende på immigration av djur från mindre kontaminerade områden. Det är viktigt att observera att det finns metodologiska svårigheter att studera förändringar i den naturliga miljön, särskilt vad avser djur som rör sig över större områden.

Uppgifter har förekommit om missbildningar på husdjur utanför tremilszonen. Noggranna undersökningar har dock visat att antalet missbildningar har varit ungefär desamma i områden med högt nedfall som i kontrollområden.

Källor

(Detta är ett urval av källor som använts som underlag för denna sammanfattning.)

Dreicer M m.fl. (1996) Consequences of the Chernobyl accident for the natural and human environments. Proceedings International Conference One Decade after Chernobyl. Vienna 8-12 April 1996 (IAEA) pp 319-366.

Johanson K-J. Underlag till figur om koncentrationer av Cs-137 i älg

Moberg L och Persson Å. (1996) Tio år efter kärnkraftsolyckan i Tjernobyl. SSI information i96:01.

Mould R F (2000) Chernobyl Record. The definitive history of the Chernobyl catastrophe. Institute of Physics Publishing.

Pierce D A m.fl. (1999) Radiation Research vol. 152, pp 374-89

Sandberg E, Moberg L, Brasch A, Bengtsson Å, Johansson J-Å och Holmgren S (1996) Tjernobyl. Effekterna av det radioaktiva nedfallet i Sverige tio år efter haveriet. Vår Föda Nr 3, 1996

SSI. Frågor och svar kring kärnkraftsolyckan i Tjernobyl (1999).

SSI:s policy för biobränslen (dnr 822/504/99)

SSI:s bedömning av krav på utformningen av deponier som innehåller Cs-137 haltiga biobränsleaskor (dnr 822/172/00)

Åhman B (2000) Radiocesium i ren slaktsäsongerna 1998/99 och 1999/2000. Rapport till SLV och SJV.

UNSCEAR 1996 Report. Sources and Effects of ionizing radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation.

UNSCEAR 2000 Report. Sources and Effects of ionizing radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation.

2001:01 Patientdoser från röntgenundersökningar i Sverige – sammanställning av resultaten från sjukvårdens rapportering 1999

Avdelningen för personal- och patientstrålskydd.

Wolfram Leitz and Helene Jönsson 70 SEK

2001:02 SKI's and SSI's Joint Review of SKB's Safety Assessment Report, SR 97, Summary

2001:03 SKI's and SSI's Joint Review of SKB's Safety Assessment Report, SR 97, Review Report

2001:04 Personalstrålskydd inom kärnkraftindustrin under 1999

Avdelningen för personal- och patientstrålskydd.

Thommy Godås, Ann-Christin Hägg, Peter Hofvander, Ingemar Lund, Lars Malmqvist och Erik Welleman 60 SEK

2001:05 Kalibrerings- och normalieverksamheten vid Riksmätplats 06 under 2000

Avdelningen för personal- och patientstrålskydd.

Jan-Erik Grindborg, Karl-Erik Israelsson, Jan-Erik Kyllönen och Göran Samuelson 70 SEK

2001:06 Säkerhets- och strålskyddsläget vid de svenska kärnkraftverken 2000

Statens strålskyddsinstitut

2001:07 Kärnkraftsolyckan i Tjernobyli. En sammanfattning femton år efter olyckan

Avdelningen för Avfall och Miljö

Leif Moberg 60 SEK



STATENS STRÅLSKYDDSinSTITUT, SSI, är en central tillsynsmyndighet med uppgift att skydda människor, djur och miljö mot skadlig verkan av strålning. SSI arbetar för en god avvägning mellan risk och nytta med strålning, och för att öka kunskaperna om strålning, så att individens risk begränsas.

SSI sätter gränser för stråldoser till allmänheten och till dem som arbetar med strålning, utfärdar föreskrifter och kontrollerar att de efterlevs, bland annat genom inspektioner. Myndigheten informerar, utbildar och ger råd för att öka kunskaperna om strålning. SSI bedriver också egen forskning och stöder forskning vid universitet och högskolor.

Myndigheten medverkar i det internationella strålskyddssamarbetet. Därigenom bidrar SSI till förbättringar av strålskyddet i främst Baltikum och Ryssland. SSI håller beredskap dygnet runt mot olyckor med strålning. En tidig varning om olyckor fås genom svenska och utländska mätstationer och genom internationella varnings- och informationssystem.

SSI har idag ca 110 anställda och är beläget i Stockholm.

THE SWEDISH RADIATION PROTECTION INSTITUTE (SSI) is a government authority with the task of protecting mankind and the living environment from the harmful effects of radiation. SSI ensures that the risks and benefits inherent to radiation and its use are compared and evaluated, and that knowledge regarding radiation continues to develop, so that the risk to individuals is minimised.

SSI decides the dose limits for the public and for workers exposed to radiation, and issues regulations that, through inspections, it ensures are being followed. SSI provides information, education, and advice, carries out research and administers external research projects.

SSI participates on a national and international level in the field of radiation protection. As a part of that participation, SSI contributes towards improvements in radiation protection standards in the former Soviet states.

SSI is responsible for co-ordinating activities in Sweden should an accident involving radiation occur. Its resources can be called upon at any time of the day or night. If an accident occurs, a special emergency preparedness organisation is activated. Early notification of emergencies is obtained from automatic alarm monitoring stations in Sweden and abroad, and through international and bilateral agreements on early warning and information.

SSI has 110 employees and is situated in Stockholm.



Statens strålskyddsinstitut
Swedish Radiation Protection Institute

Adress: Statens strålskyddsinstitut; S-171 16 Stockholm;

Besöksadress: Karolinska sjukhusets område, Hus Z 5.

Telefon: 08-729 71 00, Fax: 08-729 71 08

Address: Swedish Radiation Protection Institute;

SE-171 16 Stockholm; Sweden

Telephone: + 46 8-729 71 00, Fax: + 46 8-729 71 08

www.ssi.se