

# SSI-rapport 92-20



Statens  
smittskyddsinstitut

Postadress  
Box 60204  
104 01 STOCKHOLM

Gataadress  
Karolinska sjukhuset  
Solna

Telefon  
08-729 71 00

Jorma Suomela, Judith Melin

## Förekomsten av cesium och strontium-90 i mejerimjök för perioden 1955-1990

ISSN 0282-4434

Pris: 40 kronor

# Titelblad



Statens  
strålskyddsinstitut

Nummer: 92-20

ISSN: 0282-4434

Datum: 1992-11-27

**Författare:**

Jorma Suomela, Judith Melin

**Avdelning:**

Kemienheten

**Dokumentets titel:**

Förekomsten av cesium och strontium-90 i mejerimjolk  
för perioden 1955-1990

**Sammanfattning:1.**

Aktivitetskoncentrationer av cesium och strontium i mejerimjolk har kartlagts i Sverige sedan femtiotalet. Förhöjda halter av såväl strontium som cesium i mejerimjolk uppmättes i samband med provsprängningarna under mitten av 50- och 60-talen. Nedfallet över Sverige efter reaktorhaveriet i Tjernobyl ledde till en ökning av halten cesium i mejerimjolk från områden med hög belägningsgrad. Den genomsnittliga ackumulerade stråldosen per person i Sverige till följd av konsumtion av mejerimjolk har beräknats till 0.3 mSv för perioden 1955-1990. Beräkningen avser doser från cesium-134, cesium-137, strontium-89, strontium-90 och jod-131.

**Nyckelord:** (Valda av författaren)

Cesium-137, strontium-90, mejerimjolk, stråldos

Antal sidor: 15

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. Sammanfattning	2
2. Inledning	2
Historik	
Deposition av radiocesium och strontium över Sverige	
3. Mätprogram	3
4. Analysmetodik	4
5. Resultat och diskussion	4
Aktivitetskoncentrationer av Cs-137, Sr-90 och I-131 i mejerimjolk	
Geografiska variationer	
Årstidsvariation	
Effektiv halveringstid	
Latenstid från nedfall till detekterbara mängder i mjolk	
Doser till befolkningen	
6. Referenser	11
bilaga 1. Mejerier i mjölk-mättningsprogrammet sommaren 1986	13
bilaga 2. Aktivitetskoncentrationer av Cs-137 i mejerimjolk för perioden 1 juli 1986-31 december 1990	14
bilaga 3. Aktivitetskoncentrationer av Sr-90 i mejerimjolk för perioden 1 juni 1986-30 juni 1990	15

## 1. SAMMANFATTNING

Aktivitetskoncentrationer av cesium och strontium i mejerimjök har kartlagts i Sverige sedan femtio-talet. Förhöjda halter av såväl strontium som cesium i mejerimjök uppmättes i samband med provsprängningarna under mitten 50- och 60-talen. Nedfallet över Sverige efter reaktorhaveriet i Tjernobyl ledde till en ökning av halten cesium i mejerimjök från områden med hög beläggningsgrad. Den genomsnittliga ackumulerade stråldosen per person i Sverige till följd av konsumtion av mejerimjök har beräknats till 0.3 mSv för perioden 1955-1990. Beräkningen avser doser från cesium-134, cesium-137, strontium-89, strontium-90 och jod-131.

## 2. INLEDNING

Mjök utgör ett baslivsmedel i många länder. I samband med kärnvapenproven under 50- och 60-talet initierade därför flera länder, däribland Sverige ett mätprogram för att bestämma förekomsten av radioaktiva ämnen i mjök. De isotoper i mjök som framförallt bidragit till den interna dosen i människan efter kärnvapenproven och efter reaktorolyckan i Tjernobyl är radioaktiva isotoper av jod, cesium och strontium. Därtill kommer ett kontinuerligt bidrag från naturligt förekommande radionuklider i mjök (t ex kalium-40).

### Historik

Den första mätningen av förekomsten av gamma emitterande radionuklider i människokroppen genomfördes i Sverige i början av 50-talet av Rolf Sievert vid Radiofysiska institutionen i Stockholm (Sievert & Hultqvist, 1956). Vid denna tidpunkt var det ännu inte möjligt att identifiera de olika nukliderna. Sievert kunde dock i en senare undersökning visa att kalium-40 var den dominerande radionukliden (Sievert, 1956)

Mängden gammaemitterande nuklider hos personer i en kontrollgrupp vid Sieverts laboratorium steg oförklarligt 1955. Förklaringen gavs en artikel publicerad i Science 1956 (Miller & Marinelli, 1956) där författarna härledde förhöjda halter av fissionsprodukten cesium-137 i människor och livsmedel i Chicago till kärnvapenproven på Bikinatollen i Stilla havet.

En kartläggning av mängden cesium-137 i mjök, kött och spannmålsprodukter initierades i Sverige under senare delen av 50-talet (Sievert, 1957). För att detektera halten cesium-137 i mjök krävdes vid denna tidpunkt en provmängd på 20 kg tormjök. Detta motsvarade 170 liter färsk mjök.

### Deposition av radiocesium och strontium över Sverige

Kärnvapenproven under 1950- och 1960-talet resulterade i ett nedfall över Sverige av radioaktivt material innehållande bl.a strontium och cesium. Det radioaktiva stoftet från kärnvapenproven fördes upp på över 10 km höjd över jordytan varifrån det långsamt transporterades nedåt och slutligen tvätas ur med nederbörden (Lindell & Magi, 1965). De kortlivade isotoperna, jod-131, strontium-89 (Tabell 1), kunde endast uppmätas någon månad efter det att provsprängningarna upphört.

Transporten av radioaktivt stoft från de övre luftlagren till markytan är en långsam process. Depositionen av de mer långlivade isotoperna, strontium-90 och cesium-137, pågick därför under flera år efter det att provsprängningarna upphört. Den integrerade depositionen fram till 1980 av strontium-90 från provsprängningarna varierade mellan 3.2 och 1.7 kBq/m<sup>2</sup> i den del av norra hemisfären som omfattar Sverige (UNSCEAR, 1977). Den högre siffran representerar Sveriges södra delar. Förhållandet mellan cesium-137 och strontium-90 i nedfallet från provsprängningarna över Sverige har uppmätts till i genomsnitt 1.4 (Aarkrog, 1962). Storleken av den ackumulerade depositionen av cesium fram till 1980 från kärnvapenproven kan utifrån denna kvot uppskattas till mellan 4.5 och 7.4 kBq/m<sup>2</sup>. Skillnader i årsmedelnederbörden i olika delar av landet medförde att depositionsmonstret av cesium och strontium kunde variera regionalt.

Tabell 1. Fysikaliska halveringstider\*) för nuklider av betydelse för dosen till människa från mjölk efter kärnvapenprov och efter reaktorolyckan i Tjernoby.

	fysikalisk halveringstid
cesium-134	2.1 år
cesium-137	30 år
strontium-89	50 dagar
strontium-90	28 år
jod-131	8.1 dygn

Den radioaktiva plymen efter *reaktorolyckan i Tjernoby!*, natten till den 26 april 1986 steg till en höjd av några kilometer. Plymen fördes sedan med svaga sydvästliga vindar mot östersjön (Persson, 1986). Det radioaktiva molnet nådde sydöstra Sverige den 27 april 1986. En förhöjd aktivitet av gammastrålning registrerades vid strålskyddsinstitutets fasta mätstation på Ölands södra udde (Kjelle, 1987).

I Sverige deponerades det radioaktiva materialet efter reaktorolyckan i Tjernoby i huvudsak vid nederbörd i mellersta Norrland och östra mellansverige under ett fåtal dagar i slutet på april 1986 (Bilaga 1). Kvoten mellan cesium-137 och strontium-90 uppmättes till 100 i nedfallet över Sverige (SSI-rapport 28, 1986).

### 3. MÄTPROGRAM

Rutinmässiga mätningar av Cs-137 i tormjölk påbörjades i augusti 1958 vid Försvarets forskningsanstalt och vid Radiofysiska institutionen i Stockholm.

Under 1962 utökades mätprogrammet till att omfatta mjölk från enskilda gårdar sam: från 32 av landets ca 300 mejerier. Mejerierna var fördelade över hela landet varav det nordligaste låg i Vittangi och det sydligaste i Malmö.

En kartläggning av halten cesium-137 och strontium-90 i mjölk från samtliga mejerier i landet genomfördes 1965, 1969 och 1970 (Magi & Swedjemark, 1966; Swedjemark, 1970; Swedjemark, 1971). Ur dessa data kunde kollektivdosen\*\*) till Sveriges befolkning från cesium och strontium beräknas.

I takt med att halten cesium och strontium i mejerimjölk avtog reducerades också mätprogrammet. Vid tidpunkten för Tjernobyolyckan omfattade mätprogrammet mjölk från fem av landets totalt ca 50 mejerier. I sambandet med olyckan utökades mätprogrammet till att omfatta samtliga mejerier (Bilaga 1-3).

Under 1989 reducerades institutets provtagningsprogram för mejerimjölk till att omfatta 32 av landets mejerier. På mjölk från mejerierna i Gävle, Lycksele, Skog, Sundsvall, Vilhelmina och Örnsköldsvik utfördes provtagningsarna en gång i månaden för övriga mejerier 1 gång var annan månad.

\*) Fysikalisk halveringstid = den tid det tar för hälften av antalet atomer i ett radioaktivt ämne att sönderfalla.

\*\*) Kollektivdos = summan av stråldoserna till en grupp individer. I regel beräknas kollektivdosen som antalet bestrålade personer i en grupp x individernas genomsnittliga stråldos. Enheten för kollektivdos är mansievert (manSv).

I samband med olyckan i Tjernobyl byggdes en beredskap upp hos de lokala miljö och hälsoskyddskontoren i landet för mätning av radioaktivitet i livsmedel. Ett undantag är mejerimjolk där Statens strålskyddsinstitut ansvarar för mätningarna.

Totalt har ca 10000 prover på mejerimjolk analyserats på cesium under åren 1962 till 1990. Under samma tid har ca 2000 strontium-90 analyser utförts på mejerimjolk. Provtagningen har genomgående utförts av mejerierna enligt ett av SSI fastställt program.

#### 4. ANALYSMETODIK OCH MÄTNOGRANNHET

Under mitten och slutet av 1950-talet utfördes mätningarna på torrmjolk. Sedan 1960 utförs analyserna på färsk mejerimjolk. Analysmetoderna har genom åren förbättrats och förenklats.

Aktiviteten av Cs-137 bestäms genom gamspektrometri utan förbehandling av provet. Provvolymer var fram till 1982 3.8 liter. Mättiden kunde uppgå till 80 minuter. Utvärderingen var manuell och minsta detekterbara aktivitetskoncentration var 0.4 Bq/liter (Hagberg & Möre, 1979). Från och med 1982 ändrades provvolymen till 2 liter och mättiden till 20 timmar. Nya detektorer och automatiserade mätdatorsystem medförde att minsta detekterbara aktiviteten kunde sänkas till 0.04 Bq/liter.

I samband med reaktorhaveriet i Tjernobyl, 1986, ändrades mätrutinerna igen. Provvolymer uppgick till 1 liter färsk mjölk. Mättiden uppgick till en timme. Minsta detekterbara aktivitetskoncentrationen för cesium-137 uppgick vid dessa betingelser till 1 Bq per liter mjölk.

1989 ökades mättiden till mellan 8-18 timmar, beroende på aktivitetskoncentration. Minsta detekterbara aktivitet av Cs-137 blev med detta mätförfarande 0.2 Bq per liter mjölk.

Bestämning av strontium-90 i mejerimjolk kräver en kemisk förbehandling. Mjolkprovet djupfrysas, frystorkas och inaskas. Därefter separeras yttrium-90 (bildat vid sönderfall av strontium-90) från provet genom extraktion. Mätningen utförs därefter i en låg-beta-vätskescintillationsräknare. Mättiden är 15 timmar per prov och minsta detekterbara aktivitet 20 mBq strontium-90 per liter mjölk (Suomela, 1978).

#### 5. RESULTAT OCH DISKUSSION

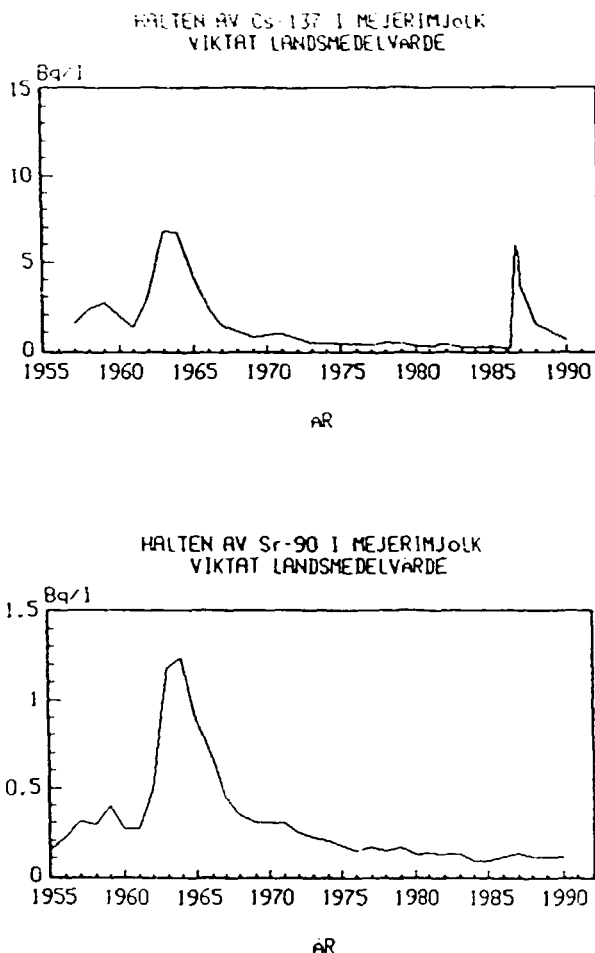
Sammanställningen i denna rapport grundar sig dels på tidigare redovisade mätningar utförda vid Radiofysiska institutionen i Stockholm och vid Statens strålskyddsinstitut, Stockholm (Lindell & Magi 1965; Swedjemark, 1970; Swedjemark, 1971; Suomela, 1978; Hagberg & Möre, 1979) samt resultat från mätningar utförda vid Statens strålskyddsinstitut efter olyckan i Tjernobyl.

##### Aktivitetskoncentrationer av Cs-137, Sr-90 och I-131 i mejerimjolk

Provsprängningarna under 50- och 60-talet resulterade i förhöjda halter av cesium-137 och strontium-90 i mejerimjolk (Figur 1). Maximala landsmedelvärden, som ett resultat av provsprängningarna, uppmättes i Sverige under 1963 och 1964 på 7 Bq/liter och 1.3 Bq/liter för cesium-137 respektive strontium-90. Detta stämmer väl överens med observationer gjorda i England och Tyskland där högsta landsmedelvärden i mejerimjolk på 5 Bq/liter och 1 Bq/liter för cesium-137 respektive strontium-90 rapporterades under motsvarande tidsperiod (UNSCEAR, 1977). Året före reaktorolyckan i Tjernobyl, 1985, hade halterna av cesium-137 och strontium-90 i svensk mejerimjolk sjunkit till 0.15 respektive 0.10 Bq/liter.

Kärnkraftsolyckan i Tjernobyl medförde att radioaktivt material spreds över stora delar av Europa med förhöjda halter av Cs-137 i mejerimjolk som följd (UNSCEAR, 1988). Från södra Tyskland rapporterades cesium-137 halter i mejerimjolk på upp till 100 Bq/liter under maj månad 1986 (ISH-Heft 135). Landsmedelvärdet för mejerimjolk i Finland uppgick till 20 Bq/liter Cs-137 under tredje kvartalet 1986. I Sverige rapporterades de högsta viktade landsmedelvärdena för cesium-137 under åren 1986 och 1987, 3.5 Bq/liter. Depositionen av strontium efter olyckan i Tjernobyl var betydligt

viktade landsmedelvärdet för strontium i mejerimjök ökade därför endast marginellt, från 0.10 till 0.13 Bq/liter, till följd av olyckan i Tjernoby.



Figur 1. Viktat landsmedelvärde av Cs-137 och Sr-90 i mejerimjök, Bq/lite

Under tidsperioden september-oktober 1962, i anslutning till provsprängningarna av kärnvapen vid Novaja Zemlja, kunde jod-131 uppmätas i mjök från hela Sverige (Medicinalstyrelsens strålskyddsnämnd, 1963). Den högsta halten i mejerimjök uppmättes då till 15 Bq per liter. I mjök från enskilda gårdar i Norrbotten kunde halter på upp till 75 Bq/liter observeras.

Jod-131 kunde också detekteras i mjök efter kärnkraftsolyckan i Tjernoby. De högsta halterna i Sverige uppmättes på Gotland under månadsskiftet april-maj 1986. Mjök från enskilda gårdar kunde vid denna tidpunkt innehålla upp till 600 Bq/liter av jod-131. Halten jod-131 i mejerimjök var betydligt lägre och uppgick till 200 Bq/liter. Motsvarande halter i mejerimjök från Uppsala och Gävle uppgick som högst till 60 Bq/liter (SSI-rapport 12, 1986). Jod-131 har en fysikalisk halveringstid på 8.1 dygn. Detta medförde att halten jod-131 i mjök några veckor efter olyckan i april 1986 inte längre kunde detekteras.

### Geografiska variationer

Geografiska variationer av aktivitetssinnehållet i mjölk kan klart urskiljas (Figur 2a, 2b, 3). Orsakerna är flera. En är givetvis skillnader i beläggningsgraden av radionukliderna. Beläggningsgraden av cesium och strontium under 50 och 60 talet var starkt korrelerad till årsmedelnederbörden i de olika områdena i Sverige (Lindell & Magi, 1965). Beläggningsgraden av radionuklider efter olyckan i Tjernobyl är däremot korrelerad till nederbörden vid själva tidpunkten för olyckan.

Skilda betesförhållanden för mjölkproducerande kor är en annan orsak till variationer av halten radionuklider i mjölk. Betesförhållandena bestäms av faktorer såsom vegetationsperiodernas längd, nederbördsmängd, jordmån, ev skogsbete etc. Uppsamlingsområdena vilka karakteriseras av långa vegetationsperioder, relativt låg årlig nederbörd och goda jordmåner, tex Malmö, Visby, Stockholm, Västerås (Figur 2a), uppvisade under 50- och 60-talen något lägre koncentrationer av cesium och strontium i mjölk än mejerier vilka representerar uppsamlingsområden med sämre jordmån, högre nederbörd och kortare vegetationsperioder, tex Göteborg, Nässjö och Vittangi (Figur 2b). Mejeriet i Tärnaby utgör extremen av mejerier i denna sammanställning med ett uppsamlingsområde som karakteriseras av den högsta nederbörden den kortaste vegetationsperioden och där kor under sommarmånaderna i stor utsträckning sätts på skogsbete. Aktivitetskoncentrationen i skogsvegetation är i regel högre än vall. Mejeriet i Tärnaby uppvisar därför också de högsta aktivitetskoncentrationerna under 50- och 60-talen.

Den dominerande faktorn för aktivitetssinnehållet i mjölk efter olyckan i Tjernobyl var beläggningsgraden (Figur 3).

### Årstidsvariation

Förutom de geografiska variationerna kan också regelbundet återkommande årstidsvariationer av aktivitetskoncentrationerna i mjölk observeras. En regelbunden säsongsvariation kunde iaktas under 50 och 60 talet. I regel observerades de högsta aktivitetskoncentrationerna under det tredje kvartalet på året vilket sammanfaller med de månader som har den högsta nederbörden. Det kan heller inte uteslutas att fodrets sammansättning under olika delar av året kan inverka på aktivitetskoncentrationen i mjölk. Säsongsvariationen är speciellt framträdande för mejeriet i Tärnaby. Det ska återigen påpekas att kor som levererar mjölk till detta mejeri i stor utsträckning sätts på skogsbete under sommarsäsongen.

En variation under året av aktivitetskoncentrationen i mjölk kunde också observeras efter olyckan i Tjernobyl. Denna var emellertid inte lika regelbunden och säsongrelaterad som variationen under 50- och 60-talen.

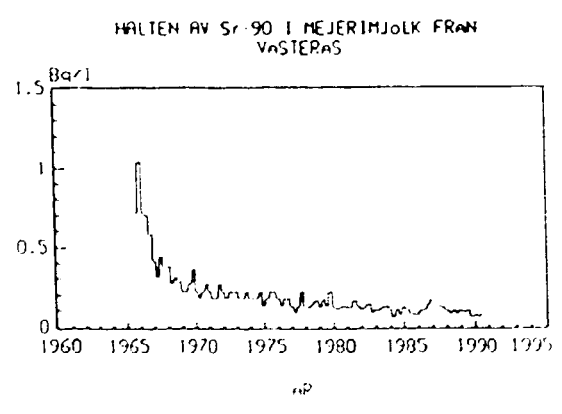
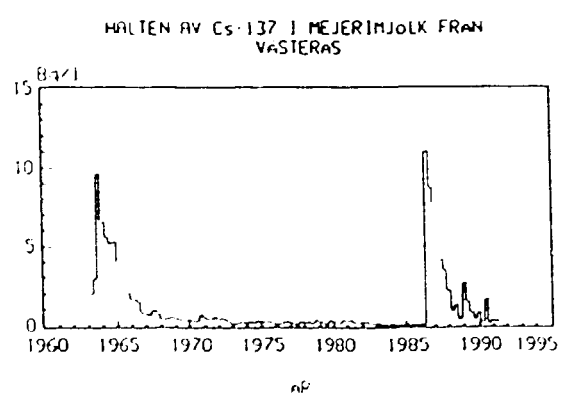
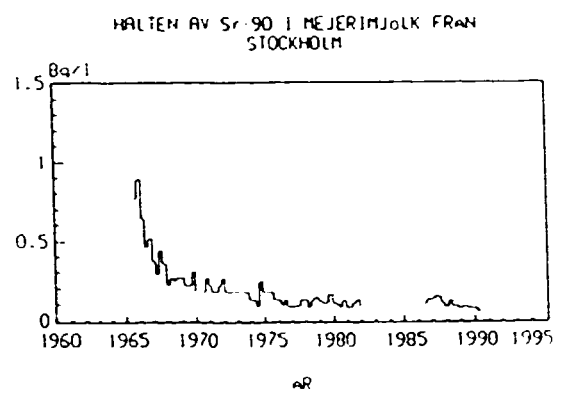
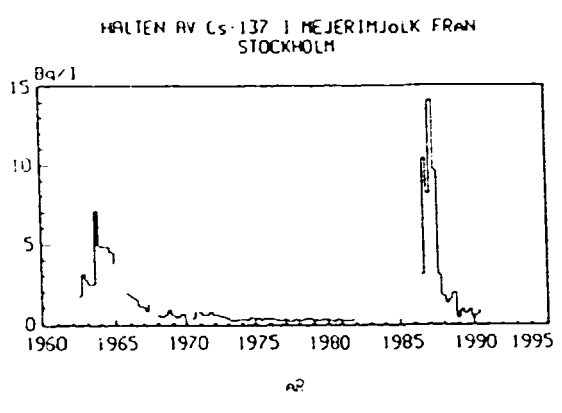
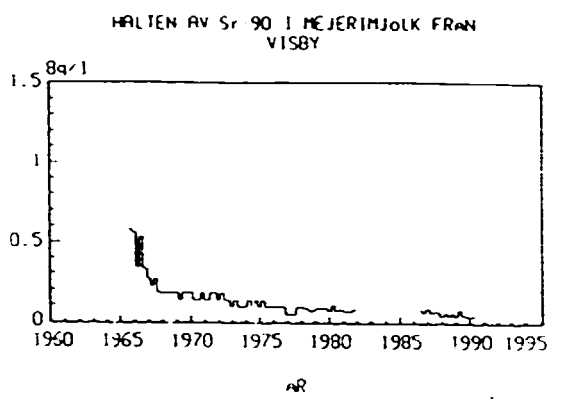
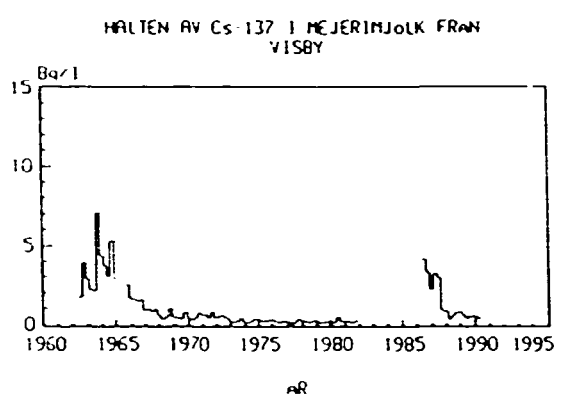
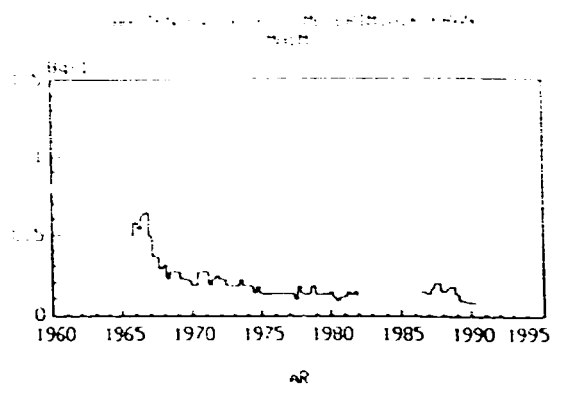
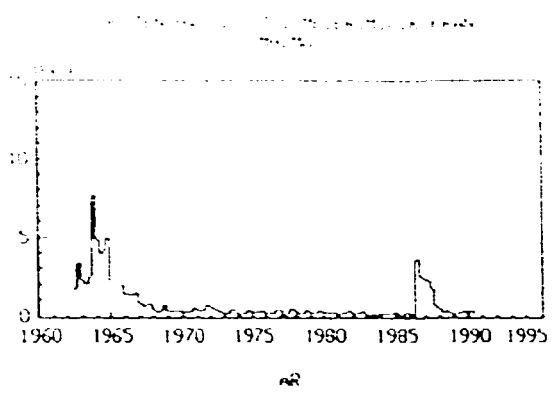
### Effektiv halveringstid\* av cesium och strontium i mjölk

Den effektiva halveringstiden för cesium-137 i mejerimjölk beräknades för 1964 och närmast påföljande år till i genomsnitt 1,5 år. Ett undantag utgör dock mejerimjölk från Tärnaby och Vittangi där det dröjde omkring 3,5 år innan halten av cesium-137 i mjölk hade halverats. Det skall dock påpekas att det skedde en kontinuerlig tillförsel av cesium under 50- och 60-talet. Den effektiva halveringstiden som uppskattas för tiden från bombsprängningarna kan därför inte användas för att uppskatta tidsförloppet för minskningen av cesiumhalten i mejerimjölk efter en engångs deponering.

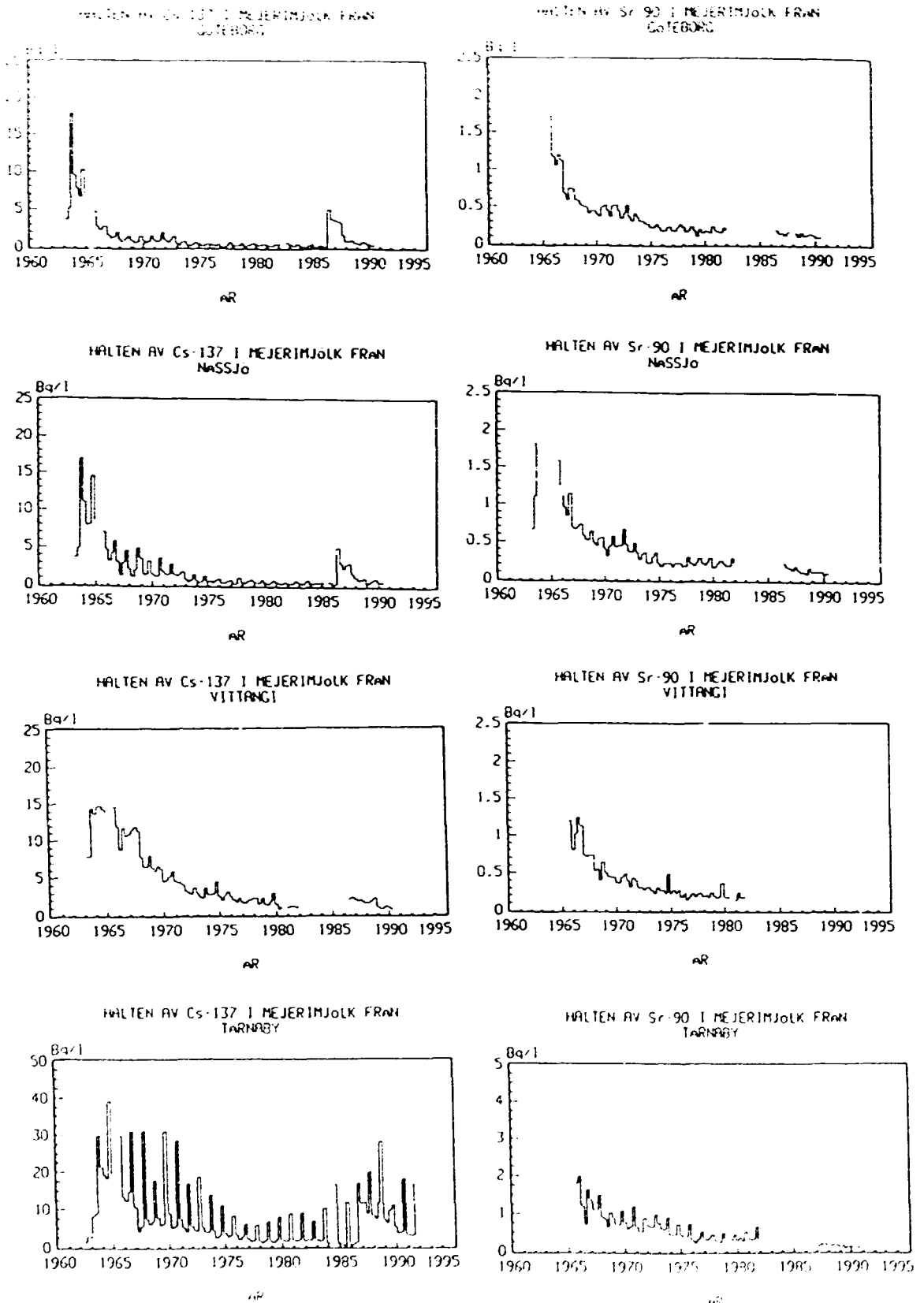
Den effektiva halveringstiden för cesium-137 i mejerimjölk efter olycka i Tjernobyl uppskattades till i genomsnitt 1 år. Undantag utgör i detta fall också mejerierna i Tärnaby och Vittangi där det i genomsnitt dröjde tre år innan halten Cs hade sjunkit till hälften. Den effektiva halveringstiden för strontium-90 under de första åren efter olyckan i Tjernobyl uppskattas till omkring 3 år. Halterna var dock mycket låga. Beräkningen av den effektiva halveringstiden för strontium-90 är därför något osäker. Beträffande Jod-131 kan den effektiva halveringstiden jämföras med den fysikaliska halveringstiden på 8 dygn efter det att nedfallet upphört. Den effektiva halveringstiden för Cs-134 efter det att nedfallet upphört kan uppskattas till någon månad.

\*) Effektiv halveringstid = den tid det i praktiken tar att reducera antalet atomer till hälften i ett radioaktivt kontaminerat material. Man inkluderar här effekten av såväl det fysikaliska sönderfallet som olika biologiska processer.





Figur 2a. Aktivitetskoncentrationer, Bq/liter, av Cs-137 och Sr-90 i mejerimjök från mejerierna i Malmö, Visby, Stockholm och Västerås.



Figur 2b. Aktivitetskoncentrationer, Bq/liter, av Cs-137 och Sr-90 i mejerimjolk från mejerierna i Göteborg, Nässjö, Vittangi och Tärnaby



Latenstid från nedfall till detekterbara mängder i mjölk

Latenstiden, dvs. tiden från att det radioaktiva nedfallet når marken till dess radionukliderna uppträder i mjölken är mycket kort för såväl jod-, cesium- som strontiumisotoper. Jodisotoper kan i regel detekteras inom ett dygn efter nedfallet, förutsatt att korna betar ute. Under samma betingelser kan ett nedfall av cesium och strontium detekteras i mjölk inom en vecka.

Doser till befolkningen

Med utgångspunkt från landsmedelvärdet av cesium och strontium i mejerimjölk under perioden 1955 till 1988 har den totala stråldosen från strontium-90, strontium-89, cesium-134, cesium-137 och jod-131 beräknats för en vuxen person som konsumerar 0.8 liter mjölk per dygn (Leggert & Eckerman 1984; Cristy & Eckerman, 1984). Motsvarande beräkningar har gjorts för vuxna och barn som konsumerar 0.8 liter mjölk/dygn från Tärnaby mejeri (Tabell 2).

Tabell 2. Stråldoser, mSv/person, från konsumtion av 0.8 liter mejerimjölk per dag. Siffrorna avser ackumulerad stråldos under perioden 1955-1990. Beräkningarna har gjorts för de av SSI uppmätta årliga landsmedelvärden av radionuklider i mejerimjölk samt för uppmätta radionuklidkoncentrationer i mejerimjölk från Tärnaby och Gävle.

<u>nuklid</u>	<u>ackumulerad stråldos (mSv)/peron</u>	
	totalt	från Tjernobyl
<b>Landsmedelvärde</b>		
Cs-134	0.02	0.02
Cs-137	0.15	0.06
Sr-90	0.10	<0.001
Sr-89	<0.005	
I-131	<0.005	
Summa	0.3	0.08
<b>Tärnaby mejeri</b>		
Cs-134	0.05	0.05
Cs-137	1.00	0.15
Sr-90	0.15	<0.001
Sr-89	<0.005	
I-131	<0.005	
Summa	1.2	0.2
<b>Gävle mejeri</b>		
Cs-134	0.10	0.10
Cs-137	0.40	0.20
Sr-90	0.10	0.003
Sr-89	<0.005	
I-131	<0.005	
Summa	0.6	0.3

I genomsnitt har en person i Sverige, under tidsperioden 1955 till 1988 erhållit en ackumulerad stråldos från konsumtion av mejerimjölk till följd av provsprängningarna under 50- och 60-talet samt till följd av nedfallet efter reaktorolyckan i Tjernobyl på 0.3 mSv. Under motsvarande tidsperiod, 33 år har en person i Sverige i genomsnitt erhållit en effektiv stråldos på 170 mSv från naturligt förekommande radioaktiva ämnen (kosmisk strålning, radon etc.). Bidraget från K-40 i kroppen uppgår till 7 mSv under dessa 33 år.

## 6. REFERENSER

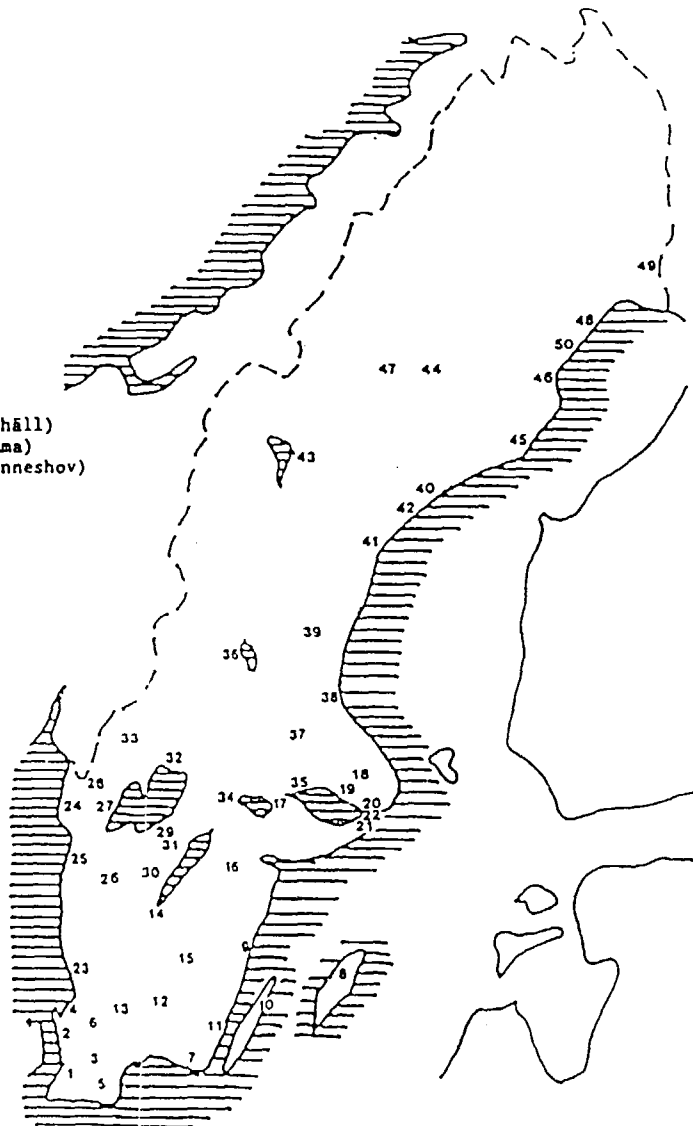
- Aarkrog A., Lippert J., Petersen J., 1962. Environmental Radioactivity in Denmark 1962. Risø Report No. 63.
- Christy M., Eckerman K.F., 1984 Specific Absorbed Fractions of Energy at various ages from Internal Photon sources (ORNL/TM-381, V1-V7).
- Hagberg N., Möre H.; 1979. Halten av cesium-137 i mejerimjolk 1978. SSI rapport nr 79-1, Statens strålskyddsinstitut; Stockholm, Sverige.
- ISH-Heft 135, 1984. Kontamination von lebensmitteln mit radiocäsium und die daraus resultierende strahlendosis als folge des unfalls im kernkraftwerk Tschernobyl. Institut für Strahlen Hygiene, des Bundesgesundheitsamt, Neuherberg, München, Tyskland.
- Kjelle P. E., 1987. Larmkriterier för SSI:s fasta mätstationer. SSI-rapport 87-04. Statens strålskyddsinstitut; Stockholm, Sverige.
- Legget R. W., Eckerman K.F., 1984. On estimating Dose Rates to organs as a function of Age Following Internal Exposure to Radionuclides (ORNL/TM-8265).
- Lindell B., Magi A., 1965. The occurrence of Cs-137 in Swedish food, especially dairy milk, and in the human body after the nuclear test explosions in 1961 and 1962. Arkiv för fysik 29.
- Magi A., Swedjemark G. A. 1966. Halten av cesium-137 i mejerimjolk i Sverige. Föredrag vid Nordiska sällskapet för Strålskydds möte i Stockholm 1966.
- Medicinalstyrelsens strålskyddsnämnd 1963. Radioaktivitetsmätningar på livsmedel 1962. Preliminär rapport av mätresultat från försvarets forskningsanstalt, radiofysiska institutionen, statens lantbruksförsök och Kungl. veterinärhögskolan. 12 januari 1963.
- Miller C E., Marinelli L D., 1956. Gammaray activity of contemporary man. Science nr 124.
- Persson C., 1986. Tjernobylolyckan. En meteorologiska analys av hur radioaktivitet spreds till Sverige. SMHI Meteorologi Nr 24.
- Sievert R., Hultqvist B. 1956. High Pressure Ionization Chambers. Some Swedish Investigations of the Radioactivity of the human body. The British Journal of Radiology : suppl 7.
- Sievert R., 1956. Measurements of low-level activity, particularly the gammaradiation from living subjects. International conference on the peaceful uses of atomic energy 13.
- SSI-rapport 86-12. Chernobyl-its impact on Sweden. Statens strålskyddsinstitut; Stockholm, Sverige.
- SSI-rapport 86-28. Projekt Tjernobyl-Lägesrapport 1. Statens strålskyddsinstitut; Stockholm, Sverige.
- Suomela J., 1978. Strontium-90 in dairy milk 1977 in Sweden. Rapport SSI:1978-002. Statens strålskyddsinstitut; Stockholm, Sverige.
- Swedjemark G. A., 1970. Landsmedelvärdet för cesium-137 och strontium-90 i mejerimjolk, våren 1969. Intern basrapport SSI 1970-009. Statens strålskyddsinstitut; Stockholm, Sverige.
- Swedjemark G. A., 1971. Landsmedelvärdet för cesium-137 och strontium-90 i mejerimjolk, sommare 1970. Intern basrapport SSI 1971-012. Statens strålskyddsinstitut; Stockholm, Sverige.

UNSCEAR 1977. Sources, effects and risks of ionizing radiation.

UNSCEAR 1988. Sources, effects and risks of ionizing radiation.

## Bilaga 1. Mejerier i mjölkmätningsprogrammet sommaren 1986

1. Malmö
2. Helsingborg
3. Eslöv
4. Båstad
5. Tomelilla
6. Örskälljunga
7. Karlskrona
8. Visby
9. Västervik
10. Borgholm
11. Kalmar
12. Växjö
13. Ljungby
14. Jönköping
15. Vetlanda
16. Linköping
17. Eskilstuna
18. Uppsala
19. Enköping
20. Stockholm(Kallhäll)
21. Stockholm(Bromma)
22. Stockholm(Johanneshov)
23. Halmstad
24. Dingle
25. Göteborg
26. Borås
27. Hellerud
28. Ed
29. Götene
30. Falköping
31. Skövde
32. Karlstad
33. Arvika
34. Örebro
35. Västerås
36. Mora
37. Grådö
38. Gävle
39. Bollnäs
40. Örnköldsvik
41. Sundsvill
42. Skog
43. Östersund
44. Lycksele
45. Umeå
46. Skellefteå
47. Vilhelmina
48. Luleå
49. Hedenäset
50. Piteå



Bilaga 2. Aktivitetskoncentrationer av Cs-137 (Bq/liter) i mejerimjök  
för perioden 1 juli 1986 - 31 december 1990

MEJERI	År 1986		År 1987				År 1988				År 1989				År 1990			
	kvartal 3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Malmö	<2	2	<2	<2	<2	<2	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1
Helsingborg	<2	3	3	2	2	<2			<0,5	<0,5								
Båstad				<2	<2	<2	<0,5											
Tomelilla	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,1	0,1	0,1	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	
Karlskrona	3	<2		<2	2	<2	<0,5	1	0,9	0,6	0,3	0,4	0,5	<0,1	0,2	0,2	0,5	0,1
Visby	3	4	3	3	<2	<2	<0,5	0,5	0,7	1	0,6	0,4	0,5	0,5	0,4	0,3	0,4	0,4
Västervik	3	2	2	2	<2	<2	<0,5	0,6	0,7	0,5	0,2	0,3	0,6	0,3	0,2	0,4	0,2	0,2
Borgholm	2	<2	2	2	<2	<2	<0,5	<0,5	0,6	<0,5	0,3	0,2	0,4	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2
Kalmar	2	2	2	<2	<2	<2	<0,5	0,8	0,7	<0,5	0,3	0,8	0,4	0,4	0,1	0,5	0,2	0,2
Vaxjö	2	2	2	2	<2	<2	0,5	0,7	0,6	<0,5	0,2	0,6	0,5	0,3	0,2	0,4	0,2	0,2
Ljungby	<2	<2	<2	<2														
Jönköping	2	2	<2	<2	<2	<2	<0,5	0,7	0,6	<0,5	0,3	0,4	0,6	0,3	0,1	0,2	0,4	0,2
Vetlanda	3	2	3	3	2	<2	0,7	0,8	1	<0,5	0,2	0,7	1	0,5	0,4	0,5	0,8	0,3
Linköping	2	2																
Eskestuna	12	11		11	5		4	2	2	2	4							
Uppsala	16	18	20	15	9	4	6	3	3	3	2	4	1	2	5	1	2	0,8
Enskede Sthlm	5	4	5	3	2	<2	0,9	0,7	0,8	<0,5	0,4	0,6	0,5	0,1	0,3	0,4	1	0,3
Kallhäll Sthlm	8	8	11	9	3	2	1	2	2	1	0,9	0,6	1	0,4	0,5	0,9	0,7	0,3
Bromma Sthlm	4	4	4	3	2	<2	0,6											
Halmstad	3	2		2	<2	<2	0,7	0,6	0,8	<0,5	0,2	0,5	0,5	0,3	0,4	0,9	0,7	0,3
Dingle	3	3	4	3	<2	<2	0,7	0,8	0,8	<0,5	0,2	0,4	0,6	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2
Göteborg	2	3	3	3	2	<2	0,7		1	<0,5	0,4	0,7	0,5	0,2	0,3	0,1	0,4	0,2
Mellerud	3	3	3	3	2	<2	<0,5		<0,5	<0,5	0,2							
Ed	5	7	6	7														
Göteborg	<2	<2	2	<2	<2	<2	<0,5		0,7	<0,5								
Skövde	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<0,5		0,5	<0,5	0,1	0,1	0,3	0,3	0,1	0,2	1	0,2
Karlstad	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<0,5		0,5	<0,5	0,2	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1	3,3	0,1
Örebro	2	2	2	<2	2	<2	<0,5		0,5	<0,5	0,2	0,8	0,8	0,2	0,1	0,7	0,4	0,2
Västerås	10	8		4	4	2	0,9	1	<0,5	3	2	0,8	0,4	0,6	0,2	2	0,1	0,5
Mora		2	2	2	3													
Grådö	2	3	2	2	<2	<2	<0,5	<0,5	0,7	<0,5	0,2	0,4	0,6	0,1	0,3	0,2	0,2	0,2
Gävle	2,9	2,7	2,8	2,3	1,3	1,2	8	9	7	6	5	6	5	4	4	3	2	2
Bollnäs	6	5	5	3	3	2	1	1	1	0,8	0,8	0,7	1	0,5	0,4	0,7	0,6	2
Örnsköldsvik	2,7	2,8	2,3	2,3	1,6	8	8	9	9	5	4	6	5	3	3	3	4	2
Sundsvall	1,8	1,9	1,8	1,7	9	5	4	4	5	2	2	3	4	1	2	2	3	2
Skog	2,7	3,0	2,2	2,0	1,5	1,0	8	6	10	5	5							
Östersund	2	3	3	4	2	<2	0,8	1	4	3	0,4	0,9	1	0,4	0,1	0,4	1	0,6
Ljcksele	12	12	11	12	18	8	8	10	28	6	6	10	11	5	4	3	18	2
Umeå	1,7	1,9	1,9	2,0	1,3	1,0	7	10	7	6	5	7	4	4	3	3	3	3
Skellefteå	4	4	5	3	2	<2	3	2	1	1	1	1	0,8					0,5
Vilhelmina	2,4	1,7	2,1	1,7	1,8	1,0	10	10	22	7								
Luleå	<2	<2	<2	<2	<2	<2	0,7	0,8	0,7	<0,5	0,5	0,4	0,3	0,2	0,5	0,3	0,2	0,2
Hedenäset	<2	<2	<2	2	<2	<2	2	2		1	0,8	1	0,9	1	0,8	0,9	0,7	1,1
Piteå	<2	<2	<2	<2	<2	<2	0,5	0,8	1	0,5	0,4	0,8	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,8



Bilaga 3. Aktivitetskoncentrationer av Sr-90 (Bq/liter) i mejerimjök för tiden 1 juni 1986 - 30 juni 1990

MEJERI	år 1986			år 1987				år 1988				år 1989				år 1990	
	kvartal 2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
Malmö	0,14	0,14	0,13	0,16	0,20	0,20	0,14	0,15	0,17	0,18	0,13	0,09	0,09	0,08	0,07	0,07	0,07
Visby	0,07	0,05	0,08	0,05	0,06	0,06	0,03	0,05	0,03	0,05	0,03	0,07	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
Kalmar	0,23	0,18	0,17	0,13	0,19	0,15	0,11	0,11	0,09	0,17	0,11	0,12	0,11	0,12	0,08	0,10	0,09
Uppsala	0,14	0,18	0,14	0,15	0,15	0,16	0,09	0,11	0,11	0,09	0,06	0,06	0,15	0,07	0,06	0,05	0,06
Kallhäll Sthlm	0,10	0,13	0,13	0,15	0,14	0,11	0,08	0,12	0,09	0,09	0,07	0,09	0,08	0,07	0,07	0,05	0,06
Göteborg	0,19	0,14	0,15	0,11	0,16	0,18		0,14	0,10	0,16	0,11	0,12	0,13	0,12	0,09	0,10	0,09
Västerås	0,11	0,14	0,17		0,13	0,12	0,10	0,08	0,10	0,08	0,10	0,09	0,10	0,06	0,07	0,06	0,06
Gävle	0,08	0,22	0,14	0,19	0,19	0,22	0,21	0,21	0,15	0,17	0,15	0,14	0,11	0,13	0,10	0,09	0,09
Sundsvall	0,13	0,26	0,25	0,22	0,23	0,23	0,15	0,16	0,14	0,19	0,22	0,11	0,07	0,17	0,13	0,11	0,10
Lycksele	0,14	0,14	0,13	0,16	0,20	0,20	0,14	0,15	0,17	0,18	0,13	0,15	0,08	0,13	0,13	0,13	0,11

## Utgivna SSI-rapporter 1992

Rapport-nummer	Titel (undertitel)	Författare
01	Publikationer	Informationsenheten
02	Skärm-film systems känslighet	M. Sandborg, G. Nilsson Gunilla Holje
03	Vad är rimligt att betala för att förhindra ett cancerdödsfall	Curt Bergman
04	Harmonisering av spridnings- och dosberäknings- modeller vid SSI och kärnkraftverken	Olof Karlberg
05	Studie av besiktningrapporter från röntgen- installationer inom sjukvården	Per-Göte Blomgren Britt Hedberg Vikström
06	Swedish Radon Programme Invited paper for Radon 2000, a national conference on radon exposure, 26-27 March 1992, London	Jan Olof Snihs
07	SFR-1 — Granskning av SKB:s Fördjupade Säkerhetsanalys	Arbetsgrupp SKI och SSI
08	Bilaga till SFR-1 — Granskning av SKB:s Fördjupade Säkerhetsanalys	Arbetsgrupp SKI och SSI
09	Kontrollmätning av låg- och medelaktivt avfall avsett att slutförvaras i SFR-1	Olof Karlberg Ann-Christin Sandin
10	Vad får skydd mot strålning och andra risker kosta	Gunnar Bengtsson
11	Om kärnavfallets historia	Lars Persson
12	LENA_Win 1.0 Users guide	Ulf Bäverstan
13	Kvalitetssäkring av scintigrafisk metod i Sverige	Stig A. Larsson et al
14	Forskningsplan för utlagd strålskyddsforskning 1992/93	Forskningssekretariatet
15	Kärnkraftindustrins -aktivitetsutsläpp -yrkesexponeringar 1991	Huvudenheten för kärnenergi
16	Biologiska effekter av lågfrekventa elektriska och magnetiska fält	Prof. Gunnar Ahnström

## Utgivna SSI-rapporter 1992

Rapport- nummer	Titel (undertitel)	Författare
17	Non-Ionizing Electromagnetic Exposure Assessment and Dosimetry	Lars-Erik Paulsson
18	Persondosmätningar      Årsrapport 1991	Lars Bergman
19	Kvalitetssäkring av egenkontrollen vid svenska kärn- kraftverk och Studsvik AB. Vattenburna utsläpp 1989	Kernienheten
20	Förekomsten av cesium och strontium-90 i mejerimjolk för perioden 1955-1990	Jorma Suomela Judith Melin