



**Statens
strålskyddsinstitut**

Postadress
Box 60204
10401 STOCKHOLM

Gataadress
Karolinska sjukhuset
Solna

Telefon
08-729 71 00

Mats Holmberg

**Upptag från Cs-137
i jordbruksmark
1986-1989**



Statens
strålskyddsinstitut

ISSN 0282-4434

Dokumentets nummer

SSI-rapport 86-29

Datum

December 1986

Författare

Mats Holmberg

Avdelning

Strålskyddsmedicinskt laboratorium

Dokumentets titel

Upptag av Cs-137 från jordbruksmark (1986-1989)

En sammanfattning av resultat från forskning bedriven vid ekologiska institutionen, Ultuna av Åke Eriksson och Enok Haak.

Sammanfattning

En redogörelse för den forskning som bedrivits vid Ultuna på upptaget av Cs-137 till gräs, spannmål, oljevaxter, potatis osv. En beskrivning ges av de grundläggande mekanismerna för detta upptag och i tabellform redovisas upptaget av Cs-137 till de vanligaste växterna som odlas på jordbruksmark. Vidare redogörs för upptaget i gräs och spannmål som funktion av tiden efter deponeringen.

Den vidare transporten av Cs-137 till livsmedel som mjölk, nötkött och fläsk beskrivs. På grundval av de uppskattade halterna i foder görs en prognos på halterna av Cs-137 i livsmedel för de närmaste två åren. Enligt denna prognos bör halterna i mjölk (gårdsmjölk) och nötkött sjunka med närmare en faktor under de två närmaste åren.

Nyckelord (valda av författaren)

Upptag av Cs-137, rotupptag, växtbas absorption, livsmedel, gräs, spannmål, upptagskoefficienter

Antal sidor

20

INLEDNING

Tjernobyli-nedfallet av radioaktiva ämnen över Sverige 27-30 april innebar att aktiviteten deponerades i ett ytskikt över de höstplöjda åkerjordarna och över vallar och betesmarker, där växtligheten delvis börjat i de södra delarna av landet.

Ett nedfall av radioaktiva ämnen på jordbruksmark under sommartid innebär att dessa ämnen direktdeponeras på växande grödor. I ett senare skede när de radioaktiva ämnena är fördelade i matjordsskiktet exempelvis genom plöjning sker ett markupptag via växternas rotsystem. Mark-växt upptaget via rotsystemet är då för det första året några storleksordningar mindre än direktupptaget. Eftersom upptaget via rotsystemet kommer att fortgå under många år kan emellertid detta upptag summerat över alla efterföljande år uppgå till något eller några tiotal procent av direktupptaget (för cesium-137). Strontium-90 har ett ca 10 gånger så stort upptag via rotsystemet som cesium-137 och det summerade upptaget kan bli 1-3 gånger så stort som upptaget vid en direktdeponering under sommartid.

Det finns ytterligare en upptagsmekanism som är av betydelse under depositionsåret och de närmaste åren efter detta, framförallt om deponitionen har skett på betesmarker. Denna upptagsmekanism brukar särskiljas från upptaget via rotsystemet och kallas växtbas absorption (plant base absorption) och den är av betydelse framförallt för upptaget i gräs. Som framgår av namnet upptas de radioaktiva ämnena via växtbasen och upptaget blir högt om de radioaktiva ämnena är lättillgängliga och belägna i markens ytskikt. Eftersom såväl gräsets rotmatta som organiskt material från delvis förmultnat gräs hindrar deponerat cesium

från att fixeras till mineralpartiklar, kommer detta cesium att delvis absorberas av växande gräs.

Tjernobyli-nedfallet av radioaktiva ämnen på jordbruksmark gav upphov till en mycket begränsad direktdeponering. Ett undantag är direktdeponering på vissnat fjolårsgräs (förrna), som i viss utsträckning har följt med vid höskördarna. I stort sett kommer emellertid halterna av radioaktiva ämnen i gräs för depositionsåret och de närmaste åren efter detta att bestämmas av växtbas absorptionen och därefter av upptaget via rotsystemet. För jordar där aktiviteten plöjts ned i matjordsskiktet kommer halterna att bestämmas av upptaget via rotsystemet.

En omfattande svensk forskning har utförts vid Ultuna beträffande mark-växtupptaget. Man har vid Ultuna under en följd av år undersökt hur cesium-137 (Cs-137) och strontium-90 (Sr-90) upptas i växter genom att i fältförsök deponera dessa ämnen på experimentmark som simulerar olika typer av jordbruksmark. Dessa forskningsresultat ger således information om hur mycket av de radioaktiva ämnena som upptas av olika växter och hur halterna förändras år från år.

Följande är en kort redogörelse över upptaget av Cs-137 med avseende på gräs, spannmål, potatis, oljeväxter osv men även den vidare transporten av Cs-137 till mjölk, kött, fläsk osv. behandlas. Redogörelsen omfattar endast Cs-137 eftersom deponeringen för detta ämne varit 50-100 ggr högre än för Sr-90. I Tjernobyli-nedfallet deponerades förutom Cs-137 (fysikalisk halveringstid: 30 år) även Cs-134 med en halveringstid av 2 år. Förhållandet Cs-137 : Cs-134 var 1 : 0,6. Eftersom aktiviteten av Cs-134 minskar med en faktor två under de närmaste två åren här

för enkelhetens skull Cs-134 utelämnats från redogörelsen.

UPPTAGET MARK-VÄXT

1. Allmänt

Upptaget mark-växt bestäms väsentligen av två faktorer:

A. Olika stort upptag för olika växter.

B. Jordens beskaffenhet.

A. Upptaget av Cs-137 från mark för olika växter i förhållande till upptaget i spannmål framgår av nedanstående tabell:

Tabell 1

Upptag av Cs-137 i olika växter relativt upptaget i spannmål

	Torrsubstansvikt	Färskvikt
Spannmål, kärna	1	1
Ärter, frön	4	4
Oljeväxter, frön	3	3
Potatis, morötter	9	2
Betor och rotfrukt - rötter	18	4
Betor och rotfrukt - bläst	46	9
Bladgrönsaker	46	9
Hö	8	8
Betesgräs, odlad mark	8	8
Betesgräs, naturbeten	23	23

Det relativa upptaget i ovanstående tabell avser upptag via växternas rotsystem. Som framgår av tabellen är de relativa halterna av Cs-137 i en del växter som potatis, rotfrukter och bladgrönsaker olika för torrsubstansvikt och färskvikt. Förklaringen är att vattenhalten är olika för olika växter. Vattenhalten i spannmål och gräs ligger kring 20 % medan vattenhalten i bladgrönsaker och rotfrukter (som potatis) är ungefär 80 %. Av flera skäl är det mest naturligt att ge halterna

av Cs-137 i torrsubatansvikt. Ett skäl är mättekniska fördelar med att utföra mätningar på torrsubatansprover, eftersom man då inte behöver bestämma vattenhalten i proverna. Ett annat skäl är att fodret till exempelvis mjölkkor dels kan vara ensilage med hög vattenhalt och dels hö med låg vattenhalt. Vill man då relatera halten av Cs-137 i fodret till motsvarande halt i mjölken är det praktiskt att ha halterna i fodret per kilo torrsubatansvikt. Däremot bör naturligtvis halterna av Cs-137 i livsmedel uttryckas per kilo färskvikt. I det följande kommer halterna av Cs-137 i fodret att uttryckas i torrsubatansvikt (ts) och halterna i livsmedel i färskvikt såvida inte annat anges. Det kan också nämnas att från Tabell 1 framgår, att det relativa upptaget för betesgräs på odlad mark är ca tre gånger lägre än för betesgräs på naturbeten.

B. De egenskaper hos jorden som påverkar upptaget är väsentligen följande (i betydelseordning för vanliga mineraljordar):

- (a) Lerhalt
- (b) Kaliumhalt
- (c) pH-värde
- (d) Mullhalt

(a) Upptaget av cesium bestäms huvudsakligen av jordens lerhalt, eftersom cesium binds starkt till leret. Detta innebär att upptaget minskar med ökad lerhalt.

(b) Jordens halt av utbytbart kalium påverkar också upptaget och en ökad kaliumhalt ger ett reducerat upptag av cesium. Det finns emellertid inte något enkelt samband mellan kalium och cesium i jordarna, medan dessa ämnen däremot följs åt med avseende på upptag i människa. På en del jordar ökar således halten av

utbytbar kalium med lerhalten medan ett sådant samband saknas på andra jordar. I bägge fallen kommer emellertid upptaget av cesium att väsentligen bestämmas av lerhalten. För låga lerhalter kommer emellertid kaliuminnehållet i jorden att starkare påverka upptaget av Cs-137 i jämförelse med jordar med höga lerhalter.

(c) Jordens pH-värde påverkar också upptaget av cesium och låga pH-värden ger ett ökat upptag. Kalkning av sura jordar minskar således upptaget av Cs-137. Kalkning minskar dessutom upptaget av Sr-90 eftersom strontium och kalcium följs åt med avseende på upptag.

(d) En hög mullhalt i jorden ger ett ökat upptag av cesium.

På grundval av ovanstående egenskaper har jordbruksmarken indelats i fyra olika klasser med avseende på upptag av cesium. Den mest betydelsefulla faktorn är då lerhalten som framgår av fig. 1, som dels visar upptaget av cesium som funktion av lerhalten och dels visar hur de olika jordklasserna har definierats. Som synes skiljer sig upptaget med ungefär en faktor två mellan två närliggande jordklasser.

2. Upptagskoefficienter

Mark-växtupptaget uttrycks som förhållandet aktivitet per kg skördad växtprodukt (torrsubstansvikt) till deponerad aktivitet per m^2 . Detta förhållande kallas här upptagskoefficient,

$T_{MV} = T_{\text{Mark-Växt}}$ och uttrycks i m^2 per kg. Detta innebär att om depositionen på de odlade jordarna (uttryckt i Bq/m^2)

multiplieras med upptagskoefficienten så erhålles aktiviteten per kg växtprodukt (ts). Exempel: för en deposition av $1 \text{ kBq}/m^2$

och en upptagskoefficient för vete på $0.04 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{kg}$ så blir aktiviteten i vete 0.04 Bq/kg (torrsubstansvikt).

Det bör påpekas att i denna redogörelse har använts uttrycket upptagskoefficient där Ultuna-forskarna har använt uttrycket transportkoefficient. Orsaken till denna ändring är att UNSCEAR ger en annan definition på transportkoefficient än vad Ultuna-forskarna har gjort.

Upptagskoefficienterna har bestämts experimentellt i Ultuna-försök genom att odla olika växtprodukter på jordar av olika beskaffenhet. Cesium-137 (eller strontium-90) har homogent blandats ned i matjordsskiktet (20-30 cm) för att simulera plöjda jordar. Försök har även utförts för upptaget i gräs på vallar och naturbeten och i dessa fall har beläggningen av de radioaktiva ämnena skett i ytskiktet (före gräsvegetationens början). Resultaten för Cs-137 sammanfattas i tabell 2 där upptagskoefficienterna för olika växtprodukter är givna dels för den lägsta jordklassen (klass I, hög lerhalt) och dels den högsta (klass IV, låg lerhalt). För att förenkla tabellen har upptagskoefficienterna inte getts för klass II och klass III jordar men däremot för det beräknade klassmedelvärdet i Uppsala län (C-län). Man har för detta län beräknat att ca 70% av jordbruksmarken är klass I jordar medan de övriga jordklasserna upptar ungefär 10% var. Upptagskoefficienterna i tabellen antages gälla året efter depositionsåret, med undantag för gräs där koefficienterna antages gälla två-tre år efter depositionen. Det kan vidare påpekas att potatis som regel inte odlas på klass I jordar och sådana jordar används vanligtvis inte heller till naturbeten. Man har tagit hänsyn till sådana faktorer när upptagskoefficienterna för C-län har beräknats.

Tabell 2

Upptagskoeff., $\times 10^{-3}$ (m^2/kg , torrsubstans)

Växtprodukt	Jordklass		C-län
	I	IV	
Spannmål, kärna	0.02	0.18	0.04
Baljväxter, frö	0.07	0.70	0.16
Oljväxter, frö	0.05	0.45	0.11
Potatis, knölar	0.15	1.40	0.74
Grönfoder, ensilage, gräs (åkermark)	0.15	1.5	0.35
Gräs (naturbeten)	0.45	4.5	2.90

Av denna tabell framgår, förutom att upptaget varierar med närmare en faktor tio beroende på jordbeskaffenheten, att upptaget är lågt i spannmålsprodukter, ungefär 10 gånger högre i foder, slåttervall och vallåterväxt men allra högst på naturbeten. Av tabell 2 framgår exempelvis att halterna i potatis för en deponering av 50 kBq/m^2 av Cs-137 kommer att ligga i området 10-70 Bq/kg (torrsubstans) eller mellan 2-20 Bq/kg (färskvikt).

UPPTAG I BETES- OCH VALLGRÄS SOM FUNKTION AV TIDEN EFTER DEPONERINGEN

Det finns här anledning att referera speciella Ultuna-försök på Cs-137 upptag i gräs. Orsaken är att experiment-betingelserna i dessa försök i hög utsträckning reproducerar förhållandena vid Tjernobyl-nedfallet. I dessa Ultuna-försök deponerades Cs-137 i ytskiktet på dels naturbetesmark, klass IV (Lövsta) och dels på åkermark, klass I (vall) i Risslinge innan gräset börjat växa. Deponeringen skedde dels 1961 (ett år med kraftiga regn som 1986) och en ny deponering skedde 1964. Halterna i gräset följdes under perioden 1961-1981 (ingen plöjning av marken). Resultaten framgår

av Fig. 2 som visar:

(a) Upptagskoefficienterna är för depositionsåret ca 4 gånger högre på naturbetesmark jämfört med kulturbetesmark.

(b) Upptaget minskar snabbare med tiden efter depositionen på kulturbetesmark (åkermark) jämfört med naturbetesmark (hagmark), dvs första året efter depositionen har upptagskoefficienten minskat med en faktor 5-10 för kulturbetesmark (vall) men endast med en faktor 2-3 för naturbeten (hagmark). Detta förklaras av att cesium binds effektivare och för längre tid i rotmattan till den väl etablerade vegetationen på naturbeten.

Det bör också påpekas att upptagskoefficienterna i Fig. 2 är medelvärden. Experimentmarken i såväl Lövsta som i Risslinge uppdelades nämligen i mindre fält och varje sådant fält var föremål för olika gödslings- och kalkningsåtgärder (inklusive fält utan sådana åtgärder). Vidare är upptagskoefficienterna för depositionsåren (1961 och 1964) medelvärden över fyra olika skördar tagna vid olika tidpunkter. Den första tidiga skörden hade en avsevärt högre upptagskoefficient i jämförelse med de efterföljande skördarna.

UPPTAG I SPANNMÅL SOM FUNKTION AV TIDEN EFTER DEPONERINGEN

Långtidsförsök har även utförts på upptag i kärna av korn. I dessa försök har emellertid Cs-137 aktiviteten blandats homogent i matjordsskiktet före sådd. Detta innebär att resultaten från dessa experiment inte direkt kan jämföras med aktiviteten i årets spannmåls-skörd, vilken huvudsakligen skedde på jordar plöjda före Tjernobylnedfallet. Upptaget blir nämligen högre om aktiviteten ligger i jordens ytskikt. Resultaten i Fig. 3 är

medelvärden för 12 olika typer av matjordar och det bör påpekas att variationsbredden i värdena för upptagskoefficienten mellan de olika matjordstyperna är närmare en faktor 10 (jämför med tabell 2). Resultaten visar:

- (1) Upptagskoefficienterna är låga jämfört med motsvarande koefficienter för gräs men de minskar mycket långsamt med tiden efter deponeringen.
- (2) Upptagskoefficienterna uppvisar stora variationer mellan olika år. Detta beror väsentligen på att under regnfattiga somrar kommer rotupptaget av Cs-137 att bli särskilt lågt beroende på att rotsystemet i större utsträckning förläggs till alven, dvs rötterna kommer att gå ned till ett djup av någon meter.
- (3) Halterna i spannmål från Tjernobyli-nedfallet bör från och med 1987 ligga i området 1-5 Bq/kg för en deponering av 50 kBq/m². Halterna för 1986 års spannmålseskörd har uppskattats ligga högst 10 gånger dessa halter, dvs kring 10-50 Bq/kg.

UPPSKATTNING AV AKTIVITET I GRÄS 1986-1989

Man kan från Fig.2 göra ungefärliga uppskattningar av Cs-137 aktiviteten i årets höskörd och nästa års höskörddar genom att använda de experimentellt bestämda upptagskoefficienterna för olika typer av mark. Här har då antagits att Risslinge motsvarar klass I slåttervall och vidare att Lövsta motsvarar klass IV slåttervall. Det senare borde innebära en överskattning av upptaget, eftersom rotmattan på kulturbetesmark är tunnare än vad som gäller för klass IV naturbetesmark (Lövsta). För en deponering av 50 kBq/m² av Cs-137 har en uppskattning gjorts

enligt följande:

Från Fig. 2 framgår att klass I jordar för en deponering av 50 kBq/m^2 ger ca 500 Bq/kg (upptagskoefficienten för 1961 har använts) medan klass IV jordar ger ca 1500 Bq/kg (1964 års upptagskoefficient) under depositionsåret. Som tidigare påpekats (sid 8) är emellertid upptagskoefficienterna för depositionsåren 1961 och 1964 medelvärden för fyra skördar under året. Den första skörden under depositionsåret har en upptagskoefficient åtminstone två gånger medelvärdet. Detta innebär att upptagskoefficienten minskar med tiden under växtperioden. Eftersom vallarna i de av Tjernobyl-nedfallet värst drabbade områdena vanligtvis skördas 15 juni-15 juli kommer halterna åtminstone i de tidigaste skördarna att vara högre än medelvärdet för hela sommaren. Vidare kommer halterna att uppvisa en variation både uppåt och nedåt beroende på gödslingsförhållandena. På grund av dessa faktorer har variationsbredden för depositionsåret uppskattats till $250\text{-}1000 \text{ Bq/kg}$ för klass I jordar och för klass IV jordar till $750\text{-}3000 \text{ Bq/kg}$, dvs intervallet ligger mellan halva medelvärdet och dubbla medelvärdet. För enkelhetens skull har emellertid intervallet för klass I jordar satts till $250\text{-}500 \text{ Bq/kg}$ och för klass IV jordar till $1500\text{-}3000 \text{ Bq/kg}$. Detta innebär att halter högre än medelvärdet för klass I jordar och lägre än medelvärdet för klass IV jordar har hänförts till klass II-III jordar (avser depositionsåret). Däremot är för året (åren) efter depositionen variationen i upptagskoefficient relativt oberoende av tidpunkten för skörd varför intervallbredderna för klass I och klass IV jordar har uppskattats från spridningen i medelvärdena givna i Fig. 2. Man erhåller alltså (för en deponering av 50 kBq/m^2):

Tabell 3

Hö, Bq/kg (ts) av Cs-137

	Klass I	Klass II-III	Klass IV
1986	250 - 500	500 - 1500	1500 - 3000
1987	25 - 75	75 - 350	350 - 750
1988	20 - 40	40 - 150	150 - 350

Om vallarna plöjs och insås på nytt, bör halterna sjunka med en faktor 2-3 jämfört med ovanstående värden på grund av att aktiviteten fördelas i ett tjockare matjordslager. De uppskattade värdena för 1986 kan jämföras med de uppmätta aktiviteterna i årets höskördar, se Fig.4. Av denna framgår att de uppskattade värdena stämmer tämligen väl med de faktiska. Som tidigare påpekats (sid.2) finns förna i viss utsträckning med i årets höskördar. Detta innebär att de uppmätta värdena bör vara högre än de uppskattade värdena, men hur mycket högre är svårt att avgöra. De uppmätta värdena för Uppsala län är mer än en faktor två högre än de uppskattade medan avvikelserna är min för Gävleborgs och Västernorrlands län.

HALTER I LIVSMEDEL 1987-1989

Utgående från dels halterna i spannmål och dels från halterna i hö och betesgräs kan halterna i våra vanligaste livsmedel (mjöl, mjölk, kött och fläsk) uppskattas. Halterna i mjöl kommer att vara ungefär som halten i spannmål. Halterna i fläsk kommer att vara ca 1,5 gånger halten i spannmål. Halterna i mjölk och nötkött kommer att bestämmas av kornas foderstater. På sommaren och hösten utgörs fodret väsentligen av betesgräs på vallar och naturbeten medan foderstaten under vinter och vår utgörs av hö

(från vallar) och kraftfoder. Halterna av Cs-137 i mjölk har i försök bestämts till ca 0,1 gånger halten i fodret (torrsubstansvikten) med en variationsbredd 0,05 - 0,15. Däremot bör halterna i nötköttet vara ca 0,5 gånger halten i fodret. Detta innebär att halten i nötkött bör vara ungefär 5 gånger mjölkvärdet. I nedanstående tabell ges uppskattade värden på halterna av Cs-137 i foder, mjölk och nötkött. Fodervärdena har uppskattats under antagandet att 60 % av foderstaten utgörs av hö (värden från tabell 3) och resterande 40 % av kraftfoder med en halt mindre än en tiondedel av halten i hö. Ingen plöjning av vallarna har förutsatts.

Tabell 4

Uppskattade värden i Bq/kg för en deponering av 50 kBq/m²

	Foder, Bq/kg (ts)	Mjölk, Bq/kg	Nötkött, Bq/kg
1986/87	150 - 1800	15 - 180	75 - 900
1987/88	15 - 400	2 - 40	10 - 200
1988/89	10 - 200	1 - 20	5 - 100

De uppskattade halterna i mjölk och nötkött visas i Fig. 5 för olika sammansättning av foderstaten (60 % hö och enbart hö) men där hö från klass IV jordar ej ingår i foderstaten. Värdena i Tabell 4 är uppskattningar väsentligen baserade på resultaten på gräs från Risslinge och Lövsta och dessa uppskattningar stämmer vanligtvis inom en faktor två med de uppmätta värdena på Cs-137 halterna i hö för 1986. Plöjning av vallarna skulle innebära att halterna under 1987-1988 minskar åtminstone med en faktor två.

SAMMANFATTNING

Allmänt

Nästa års höskördar bör ha 5-10 gånger lägre aktivitet än årets. Detta gäller för gödslade mineraljordar. Däremot kommer halterna i naturbeten under 1987 att sjunka med kanske endast en faktor två jämfört med 1986 års halter. Detsamma kan gälla för dåligt gödslade åkerjordar med höga mullhalter. När vallarna plöjs bör aktiviteten i gräs minska ytterligare med en faktor 2-3. Kaliumgivor till ofullständigt gödslade jordar kommer vidare att reducera mark-växt upptaget av Cs-137.

Halterna i livsmedel kommer att bestämmas ur halterna i fodret enligt följande relativa tal (ungefärliga):

Foder (torrsubstansvikt)	100
Fläsk (färskvikt)	150
Mjölk (färskvikt)	10
Nötkött (färskvikt)	50

Halterna i spannmål är för 1986 ca en hundraedel av halterna i gräs. Detta innebär att halterna i nötkött bör vara ca 20 gånger halten i fläsk.

Områden med hög deposition (50 kBq/m²)

Uppskattade halter av Cs-137 1986/87

Mjölk (från gårdar)	15 - 200 Bq/l
Nötkött	100 - 1000 Bq/kg
Fläsk	10 - 75 Bq/kg
Mjöl	5 - 50 Bq/kg

De uppskattade halterna för mjöl (se sid.9, punkt (3)) och följaktligen även för fläsk tycks vara överskattningar med åtminstone en faktor två att döma av hittills utförda mätningar. Halten i konsumtionsmjölk bör ligga kring den nedre nivån dels på grund av att mejerierna som regel även har upptagningsområden med lägre markbeläggning och dels på grund av att mjölk med höga halter som regel används till smör- och osttillverkning. Halterna i nötkött bör endast i undantagsfall nå den övre nivån, eftersom höpartier med höga halter som regel inte kommer att användas som foder till djur månaderna innan slakt.

Uppskattade halter av Cs-137 för 1987-1989

	1987/88	1988/89
Mjölk (från gårdar)	2 - 40 Bq/l	1 - 20 Bq/l
Nötkött	10 - 200 Bq/kg	5 - 100 Bq/kg
Fläsk	2 - 10 Bq/kg	2 - 10 Bq/kg
Mjöl	1 - 5 Bq/kg	1 - 5 Bq/kg
Potatis	2 - 20 Bq/kg	2 - 20 Bq/kg

Till sist önskar författaren tacka Åke Eriksson och Enok Haak, Ultuna för diskussioner och för kommentarer och rättelser.

LITTERATURFÖRTECKNING

Ake Eriksson (1977): Fissionsprodukter i svensk miljö
Rapport SLU-IRB-40

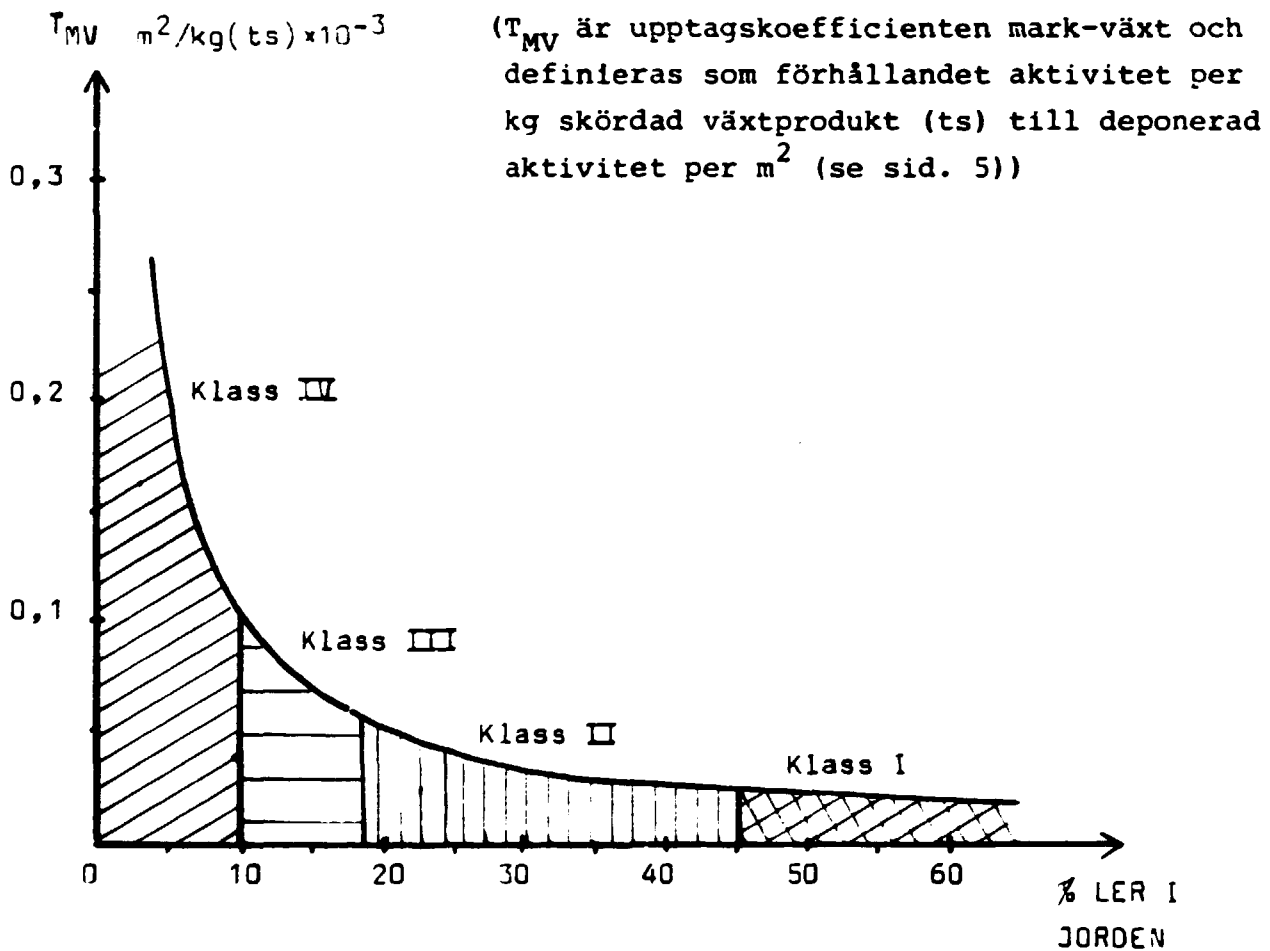
Ake Eriksson (Editor), 1983: Långsiktiga konsekvenser av
radioaktiv beläggning i jordbruket. I. Malmöhus län
Rapport SLU-REK-55

Ake Eriksson (Editor), 1986: 1st International Contact Seminar in
Radioecology
Rapport SLU-REK-61

E. Haak, A. Eriksson and F. Karlström (1973): Studies on plant
accumulation of fission products under Swedish conditions.
XIII. Entry of Sr-90 and Cs-137 into the herbage of contrasting
types of pasture
FOA 4 Rapport C 4525-A3

E. Haak (1983): Långsiktiga konsekvenser av radioaktiv beläggning
i jordbruket. II. Transport av Cs-137 och 90-Sr från mark till
jordbruksprodukter i olika län (M, L, N, O, Ps, H, F, B och C)
Rapport SLU-REK-57

UPPTAG AV Cs-137 TILL KÄRNA AV KORN.



UPPTAG AV Cs-137 I GRÄS.

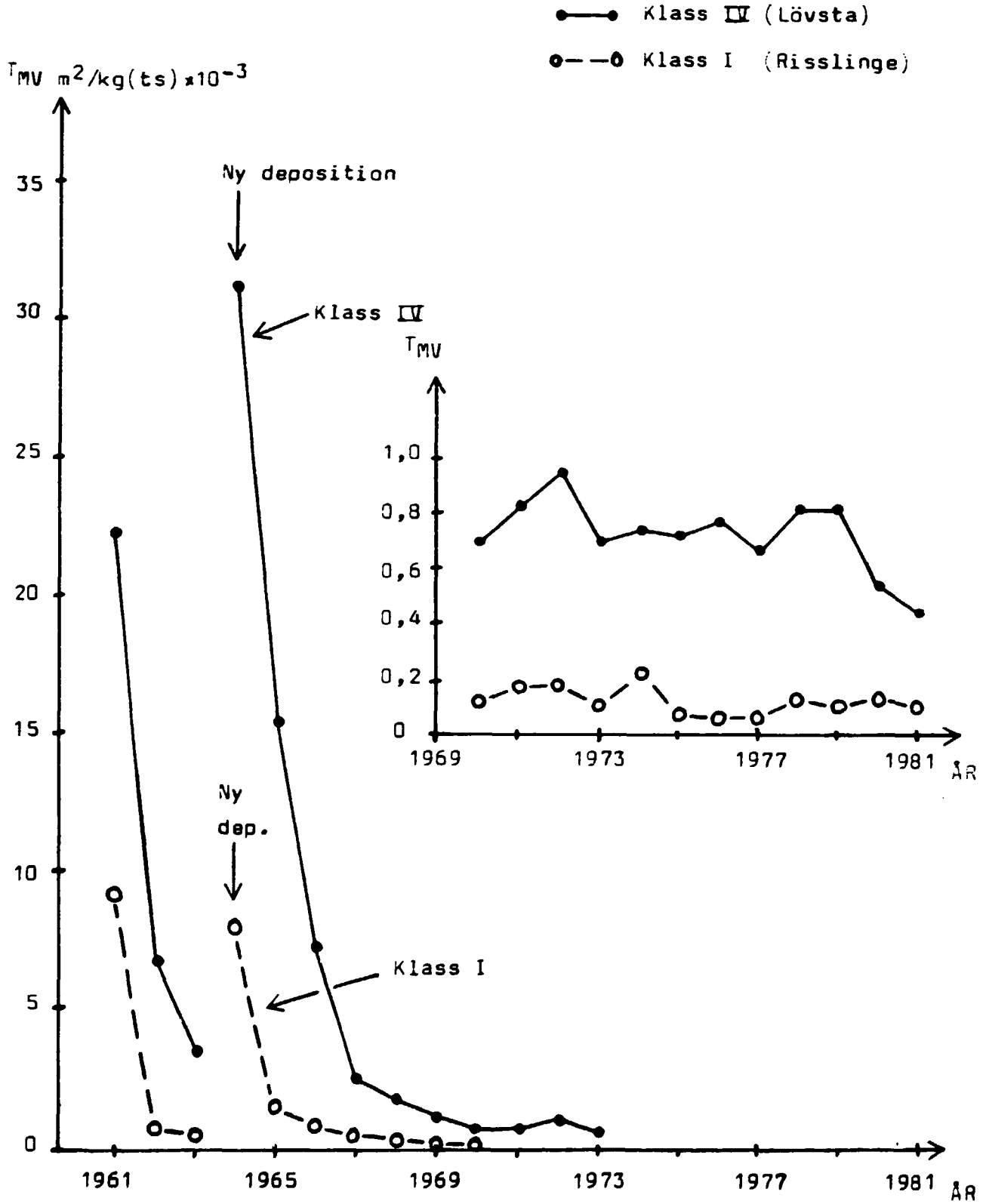


Fig. 2

UPPTAG AV Cs-137 TILL KÄRNA AV KORN

ALV : MOIG SAND

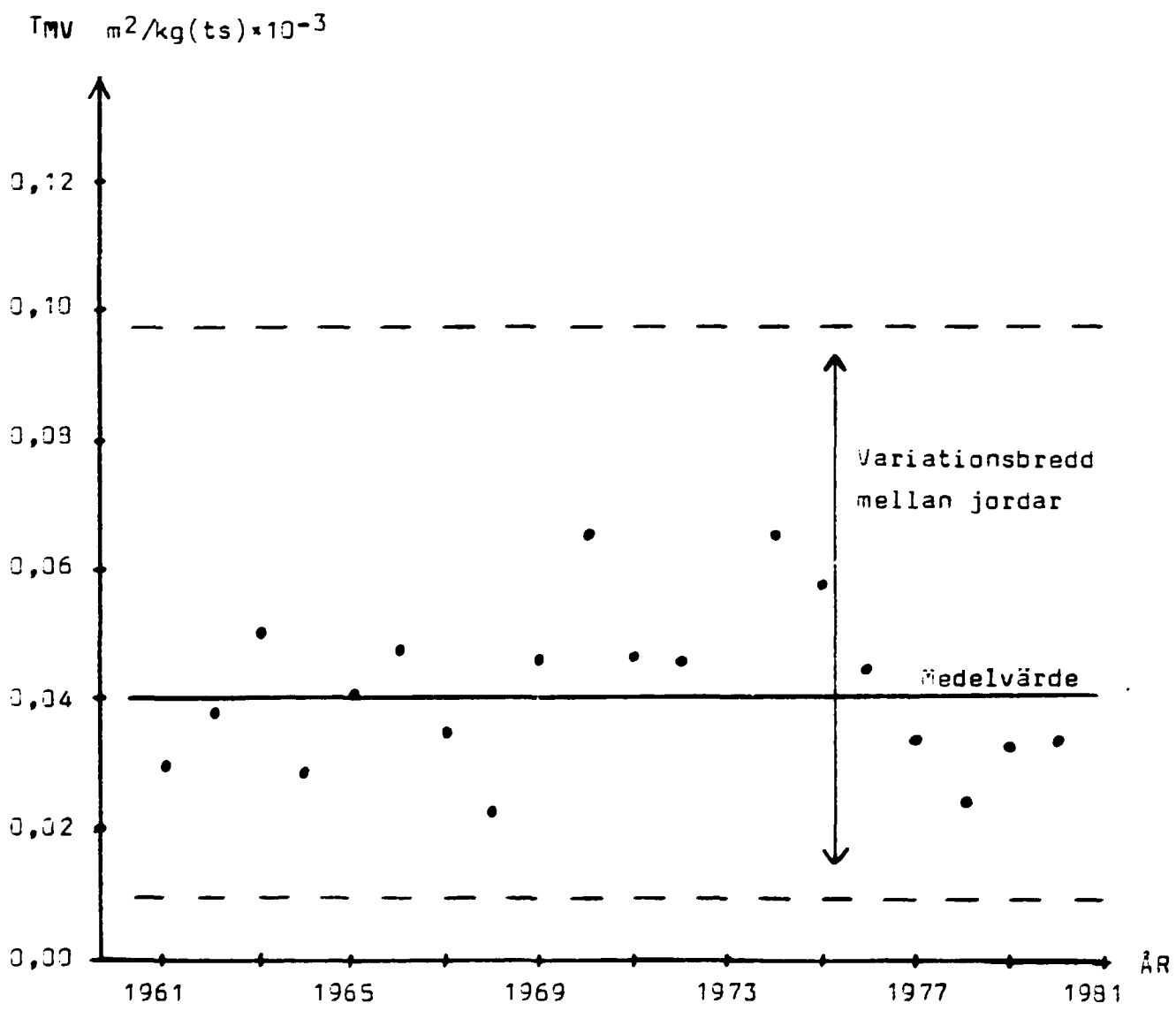


Fig. 3

PROCENTUELL FÖRDELNING AV Cs-137 HALTER I HÖPROVER (ts).

HEBY KOMMUN, VÄSTMANLAND.

(Jordklassning enligt Uposala län)

DEPOSITION AV Cs-137 : ca. 40 kBq/m²

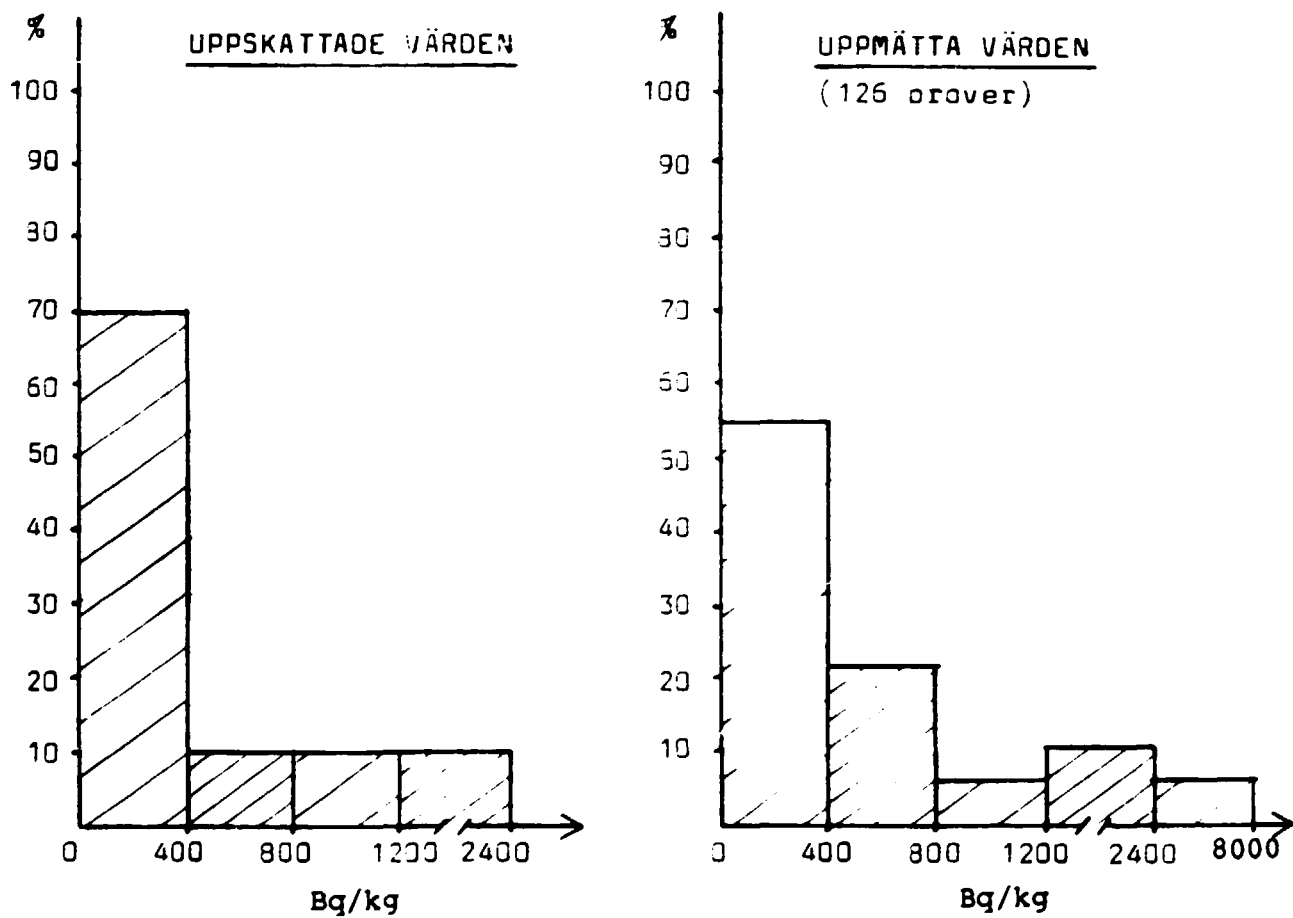


Fig. 4

Förväntade halter av Cs-137 i mjölk och nötkött
86/87 till 88/89 i områden med en deponering på
50 kBq/m² av Cs-137.

Foderstat: Enbart hö / 60 % hö i foderstaten
(Ej klass IV jordar)

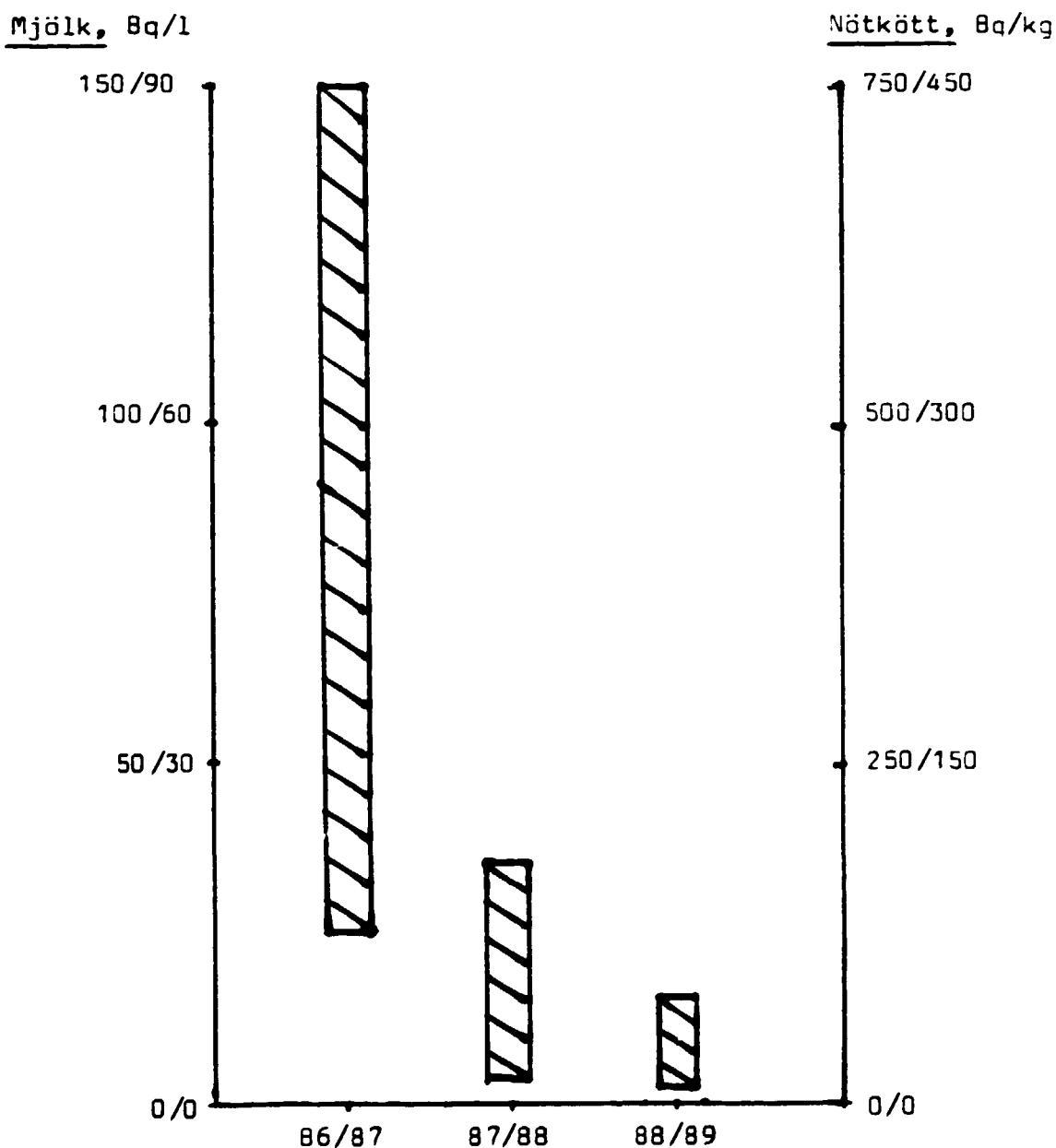


Fig. 5

HITTILLS UTGIVNA SSI-rapport 1986

Rapport- nummer	Titel (undertitel)	Författare
01	Limitation schemes to decrease the radon daughters in indoor air	Gun Astri Swedjemark
02	Radondöttrar och bildskärmsarbete Resultat av en förstudie	Rolf Falk Leif Nyblom
03	Cesium-137 och strontium-90 i mejerimjolk Årsrapport för 1985	Miljölaboratoriet
04	Isotopkommittérapporter 1984	Gunilla Hellström Ingemar Malmström
05	Det falska larmet vid Forsmark den 6 mars 1986	Örjan Hultåker
06	Cesium-137 i strålskyddsinstitutets kontrollgrupp 1985	Gunnar Eklund Rolf Falk
07	Nedfall från Tjernobyl Preliminär rapport	Per-Einar Kjelle
08	Nordisk jämförelsemätning av radioaktivitet i byggnadsmaterial	Hans Möre
09	Kärnkraftindustrins -aktivitetsutsläpp -yrkesexponeringar Fjärde kvartalet 1985	Huvudenhet för kärnenergi
10	Tjernobyl - nedfall, mätningar och konsekvenser	Torkel Bennerstedt Mats Holmberg Lennart Lindborg
11	Persondosmätningar Årsrapport 1985	Albert Kiibus
12	Chernobyl - its impact on Sweden	-
13	Chernobyl - fallout, measurements and consequences (Översättning 86-10)	T Bennerstedt, M Holmberg, L Lindborg
14	Vad kan vi lära av Tjernobyl?	Gunnar Bengtsson
15	Granskning av Ringhals kraftstation, block 1, 1986.	Huvudenhet för kärnenergi
16	Publikationer 1985	Informations- enheten
17	Recurrent analysis of radiation protection conditions at the nuclear power station (Översättning av 86-15)	Unit for nuclear energy

HITTILLS UTGIVNA SSI-rapport 1986

Rapport- nummer	Titel (undertitel)	Författare
18	Kontroll av strålskydd m m inom tandvården (KAST)	Klas Bergman Per-Göte Blomgren
19	Nedfall från Tjernobyl; Del I	Per-Einar Kjelle
20	Fallout in Sweden from Chernobyl; Part I (Översättning av 86-19)	Per-Einar Kjelle
21	Consequences in Sweden of the Chernobyl accident	J O Snihs
22	Samband mellan gammastrålning i bostaden och individuell gammastråldos	Lars Mjönes
23	Tjernobyl Mätdata	Per Andersson Kjell Nyholm
24	Nedfall från Tjernobyl; Del II	Per-Einar Kjelle
25	Fallout in Sweden from Chernobyl; Part II (Översättning av 86-24)	Per-Einar Kjelle
26	Strontium-90 content in reindeer meat, 1965-1975, 1979-1980	Irena Gudowska Inger Östergren
27	Inställning till beredskapsplaner, information och arbetsuppgifter	Örjan Hultåker
28	Projekt Tjernobyl - Lägesrapport 1	
29	Upptag av Cs-137 från jordbruksmark (1986-1989)	Mats Holmberg



**Statens
strålskyddsinstitut**