

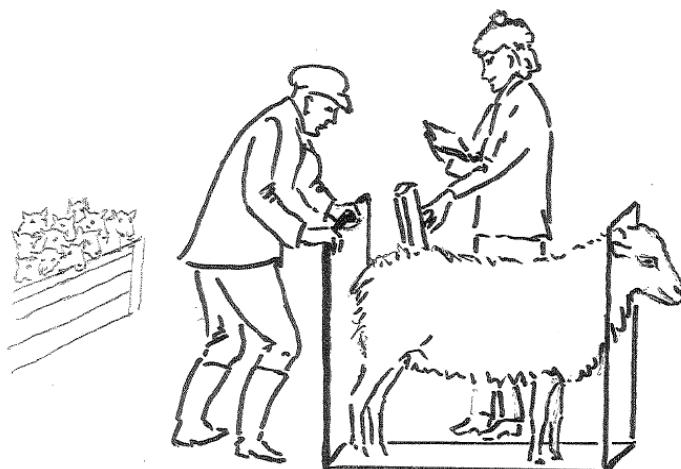


# Sveriges lantbruksuniversitet

## Erfarenheter och motåtgärder inom jordbruket i Jämtlands län efter Tjernobylnedfallet, 1986-1992

*Experiences and countermeasures in Jämtland  
county after Chernobyl fallout, 1986-1992*

Inger Bjäresten, Klas Rosén och Birger Jönsson



**Institutionen för mark och miljö**  
**Department of Soil and Environment**

**Rapport 3**  
**Report**

**Radioekologi Radioecology**  
**Swedish University of Agricultural Sciences**

**Uppsala 2009**  
**ISBN 978-91-86197-66-7**

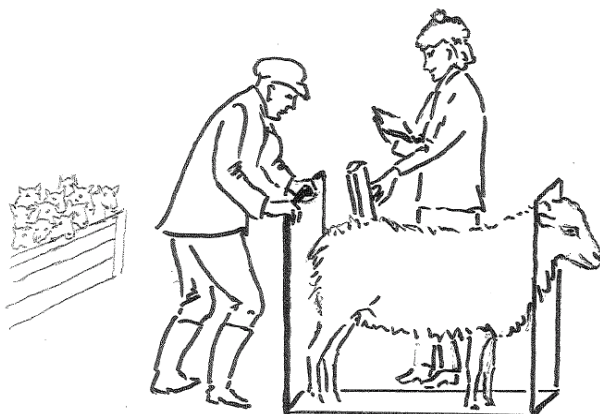


# Sveriges lantbruksuniversitet

---

## Erfarenheter och motåtgärder inom jordbruket i Jämtlands län efter Tjernobylnedfallet, 1986-1992 *Experiences and countermeasures in Jämtland county after Chernobyl fallout, 1986-1992*

Inger Bjäresten, Klas Rosén och Birger Jönsson



---

**Institutionen för mark och miljö**  
*Department of Soil and Environment*

**Rapport 3**  
**Report**

**Radioekologi *Radioecology***  
**Swedish University of Agricultural Sciences**

**Uppsala 2009**  
ISBN 978-91-86197-66-7

---



## Förord

Reaktorhaveriet i Tjernobyl 26 april 1986 påverkade Sverige mer än vad man då förväntade sig av en olycka långt bort från våra gränser. Den förorsakade allvarlig beläggning med radioaktiva ämnen i stora delar av Europa. Väderbetingelserna de närmaste dagarna efter haveriet, särskilt vindriktningarna och nederbördsförhållandena, medförde att nedfallet inom Sverige blev relativt stort, främst i vissa områden av Gävleborgs, Jämtlands, Västernorrlands och Uppsala län. Statens Strålskyddsinstitut (SSI) och Statens Kärnkraftsinspektion (SKI) som slogs ihop till Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) 2008, informerade om den inträffade olyckan i TV och radio samt senare i samråd med Statens livsmedelverk (SLV) och Lantbruksstyrelsen (LBS), nuvarande Statens Jordbruksverk (SJV), om åtgärder som kunde bli aktuella i den extraordinära situation som förelåg.

Länsstyrelserna, som normalt har ansvaret för beslutade åtgärder vid svåra olyckor, fick därför uppdraget att informera om de ingrepp och insatser i jordbruksdriften, som kunde bli nödvändiga med anledning av den inträffade kärnenergiolyckan. Tjänstemän vid lantbruksnämnderna, senare länsstyrelsernas lantbruksenheter, blev oftast de som direkt tog kontakt med drabbade jordbrukare. I denna rapport redogör två konsulenter för de åtgärder som ålades eller rekommenderades att vidta i jordbruket inom Jämtlands län, i syfte att minska överföringen av radioaktiva ämnen till jordbruksprodukter och därmed till förädlade vegetabilier och animalier, avsedda för humankonsumtion.

I rapporten redovisar husdjurkonsulent Agr. Dr. Inger Bjäresten ett unikt material om situationer och åtgärder från Jämtlands län som delvis inte varit publicerat tidigare. Rapporten ger en detaljerad berättelse av de åtgärder som vidtogs, såväl akut som på längre sikt, på basis av myndigheters beslut med anledning av den inträffade kärnkraftsolyckan. Värt att notera är att samarbetet, såväl inbördes mellan ansvariga tjänstemän som mellan dessa och drabbade jordbrukare, synes ha varit tillfredsställande i det oväntade och delvis svåra och stressade läget efter kärnenergiolyckan 1986 liksom på längre sikt. Bjäresten har på många sätt deltagit i det samarbete som krävdes i den uppkomna situationen.

I de tre inledande avsnitten ges information om reaktorhaveriet i Tjernobyl. Dels om flygkartering av det med regnskurar deponerade våta nedfallet över Sverige av jod-131 (I-31), Cesium-134 (Cs-134) och Cesium-137 (Cs-137), och dels om lagar för strålskydd i Sverige. I ett appendix (bilaga A) anges facktermer för radioaktiva ämnens egenskaper, enheter för överföring av nedfallsprodukter till

växt- och djurprodukter, doser mSv per år, från olika strålkällor i vår miljö och högsta acceptabla doser, för personer yrkesverksamma med strålningsarbete respektive för allmänheten. Läsning av denna bilaga underlättar förståelsen av denna rapport.

I de två efterföljande avsnitten redogörs för initiativ och beslut som togs under 1986 av statliga myndigheter och olika jordbruks- och andra berörda organisationer. I kronologisk ordning anges olika direktiv, rekommendationer och praktiska råd till jordbrukare för såväl växtodling som husdjursskötsel inom förorenade jordbruksområden i Jämtlands län. Även underlag för beslut om ersättningsar till drabbade jordbrukare anges. Här redogörs även för det praktiska samarbetet mellan länsstyrelser, lantbruksnämnder, livsmedelsproducenter, analyslaboratorier, m.fl. organisationer samt egna kontakter med svenska och norska universitetsinstitutioner.

I avsnittet ”Radioaktivt nedfall i Jämtlands län, friklassning” finns uppgifter om det radioaktiva nedfallet i länet 1986. Dessutom ges underlag för friklassning av mjölkkor efter provtagning och analys av halt i betesväxter av Cs-137, Cs-134 och I-131. För fåbodar, som låg 800 – 1100 m över havet, ges uppgifter av halter för summan av Cs-137 och Cs-134. Detta avsnitt avslutas med data om jordbruket för Jämtlands län 1986.

Bjäresten redogör även för olika insatser i länets jordbruk för att minska överföringen av Cs-137 och till viss del även av Cs-134 och I-131, till husdjursprodukter och förädlade animalier, samt för sitt eget engagemang i detta arbete. I samverkan med forskare vid dåvarande Institutionen för radioekologi, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) genomfördes ett flertal försök under fältbetingelser på förorenade gårdar. På uppdrag av SSI genomfördes försök av transport av alla tre ovanstående radionuklider till mjölk på en mjölkkogård och till getost på två gethållande gårdar.

I tre försök undersöktes hur kaliumgödsel motverkade vall och betesväxternas upptag av Cs-137 i olika jordbruksmiljöer, hur halten av Cs-137 i gräs och örter på fjällbetesmark påverkade lammköttets halt av Cs-137. I Frostvikens kommun gjordes observationer av halten Cs-137 i nötkött vid betning på olika marker, odlad mark, skogsmark och fjällskogsmark.

I ett supplement i rapporten redovisar växtodlingskonsulent Agr. Birger Jönsson ”Tjernobylyolocken, en lokal katastrof i Frostviken”. Den utgör en redogörelse av de åtgärder som vidtogs i Ragunda och Frostviken under tidsperioden 1986-

1991. Supplementet visar resultat av vidtagna åtgärder och även en prognos av lämpliga framtida åtgärder för att minska överföringen av Cs-137 till livsmedel i dessa delar av Jämtlands län.

Denna rapport har tagits fram för att bevara lokala erfarenheter och kunskaper som användes efter att delar av Jämtlands län blivit kontaminerat med radioaktiva ämnen efter kärnenergiolyckan i Tjernoby 1986. Arbetet i denna rapport har gjorts till största delen ideellt av författarna. Ett stort tack till Inger Bjäresten som skrivit det mesta i denna skrift och Klas Rosén som skrivit om försöksverksamheten och gjort textbearbetningar i rapporten. Många av de erfarenheter som beskrivs i rapporten kan komma till nytta vid en framtida kärnenergiolycka och vid övningar av länsstyrelsens personal.

Uppsala november 2008

Enok Haak

# Innehållsförteckning

FÖRORD.....	3
INNEHÅLLSFÖRTECKNING.....	6
ABSTRACT.....	9
INLEDNING.....	10
Reaktorhaveri i Sovjetunionen drabbar Sverige.....	12
Strålskydd i Sverige.....	14
Initiativ och beslut tagna år 1986 av centrala myndigheter och jordbrukets organisationer.....	15
STATENS STRÅLSKYDDSINSTITUT (SSI).....	15
STATENS LIVSMEDELSVERK.....	15
LANTBRUKARNAS RIKSFÖRBUND.....	15
REGERINGEN.....	15
LANTBRUKSSTYRELSEN.....	16
ARBETARSKYDDSTYRELSEN.....	17
GETAVELSFÖRBUNDET.....	17
Samarbete och kontakter.....	18
LÄNSSTYRELSEN.....	18
LANTBRUKSNÄMNDERNA.....	18
RENNÄRINGSENHETEN.....	19
SAMARBETE MED VISSA INSTITUTIONER.....	20
NORSKA KONTAKTER.....	20
NEDRE NORRLANDS PRODUCENTFÖRENING (NNP).....	21
ANALYSLABORATIÖRET I STRÖMSUNDS KOMMUN.....	21
TELEFAX LÖSER KOMMUNIKATIONSPROBLEM.....	21
Radioaktivt nedfall i Jämtlands län, friklassning.....	22
FLYGKARTERINGAR.....	22
VEGETATIONENS FÖRORENINGAR MED CS-137.....	23
FRIKLASSNING.....	23
BETE PÅ FÄBODAR OCH FJÄLLBETEN I NORGE.....	25
Jordbrukets omfattning i Jämtlandslän.....	27
ANTAL JORDBRUK SAMT ANTAL NÖT, FÅR OCH GETTER I LÄNET.....	27
Uppdrag och medverkan i försök.....	28
FÖRSÖK 1.....	29
FÖRSÖK 2.....	30
FÖRSÖK 3.....	32
Vallskörden 1986.....	34
Analys av kött visar insatsbehovet.....	36
ANALYSRUTINER.....	36
SLAKTRESULTAT.....	37
OBSERVATIONER I FÄLT.....	38
SLUTSATS.....	39
Frostviken, fasetterat jordbruksområde.....	41
GAMLA FROSTVIKEN.....	41
NATUREN.....	41
FROSTVIKEN 1986.....	42
Information i Jämtlands län om det radioaktiva nedfallet.....	44

Åtgärder sommaren 1986 och budgetåret 1986/87.....	45
ÅTGÄRDSOMRÅDEN.....	45
SÄRSKILDA SKÅL FÖR YTTERLIGARE ERSÅTTNINGAR.....	45
<i>Ersättning för försenad betessläppning.....</i>	46
<i>Kasserad mjölk.....</i>	46
<i>Vallskörd med hög stubb.....</i>	46
<i>Plöjning och kaliumgödsling.....</i>	46
<i>Kaliumgödsling.....</i>	47
<i>Nötköttsproduktion.....</i>	47
<i>Lammköttsproduktion.....</i>	47
UTBETALDA ERSÅTTNINGAR TILL JORDBRUKARE T.O.M. BUDGETÅRET	
1986/87.....	48
Åtgärder 1987/88 - 1991/92.....	50
VALLARNA I FROSTVIKEN.....	50
SANERING AV VALLAR.....	51
MÅTNINGSFEL VID RADIOAKTIVITETSMÅTNING.....	52
BEDÖMNING AV CS-137-HALT I LEVANDE DJUR.....	52
1. Foder-nötkött.....	53
2. Provsakt av några djur.....	53
3. Blodprov.....	54
4. Måta aktiviteten utifrån.....	55
MÅTTEKNIK.....	56
NOLLSTÅLLNING.....	59
SANERINGSÅTGÅRDER KUNDE PLANERAS NÅR DJURETS CESIUMHALT VAR	
KÅND.....	59
ÖNSKEMÅL OM EN SÅKRARE GAMMADETEKTOR.....	60
SLUTSATS.....	60
CESIUMBINDARE.....	60
<i>Bentonit.....</i>	60
CESIUMBINDARE KRÅVER EXTRA MINERALFODER?.....	62
<i>Zeolit.....</i>	62
<i>Berlinerblått.....</i>	64
<i>Våmtabletter.....</i>	66
UTBETALDA ERSÅTTNINGAR 1987/88-1991/92 SAMT ÖVRIGA KOSTNADER.....	66
Vad hände sedan?.....	69
Utvärdering, frågor och förslag.....	71
KRISSTÖD.....	71
RIKTLINJER FÖR EKONOMISKT STÖD.....	71
KOSTNADER FÖR MÅTNING AV CS-137 I SLAKTKROPPAR.....	72
UTVECKLING AV GAMMADETEKTOR FÖR MÅTNING I FÅLT.....	73
BEHOV AV JONBYTARE VID GETOSTTILLVERKNING, RENING AV VASSLE.....	73
ANDRA ÅTGÅRDER.....	73
HANTERING AV FÅR PÅ NATURBETESMARKER.....	74
Supplement: Tjernobylylyckan, en lokal katastrof i Frostviken.....	76
INLEDNING.....	76
JORDBRUKETS OMFATTNING I FROSTVIKEN.....	76
<i>Jordartsförhållanden.....</i>	76
<i>Driftsinriktning.....</i>	77



Växtodling.....	77
FÖLJDER AV TJERNOBYLOLYCKAN OCH ÅTGÄRDER.....	78
Träffar, information och utskick.....	78
Kaliumgödsling.....	78
Plöjning och annan sanering.....	79
Bentonit/zeolitutfodring, mineralfoder.....	79
Kroppsmätningar.....	79
Rådgivning.....	80
”Karantän” för sanering av får.....	80
Platser för växtprovtagning.....	80
Summary.....	84
Litteraturförteckning.....	86
INTERNET.....	90
Bilaga A. Facktermer/nomenklatur.....	91
Bilaga B. Församlingar i Jämtlands län.....	99
Bilaga C1. Basmineralindex, jordartskarta över Jämtlands län	
Bilaga C2. pH, jordartskarta över Jämtlands län.....	100
Bilaga C2. pH, jordartskarta över Jämtlands län.....	101
Bilaga C3. K <sub>2</sub> O, jordartskarta över Jämtlands län.....	102
Bilaga D. Koncentration av Cs-137 i vanliga växter, Blomhöjden.....	103
Bilaga E. Koncentration av Cs-137 i svamp, Blomhöjden.....	104
Bilaga F. Exempel på information till allmänheten och lantbrukarna.....	105
Bilaga G. Bilageförteckning till ”Lägesrapport mars 1987, LBS” med komplettering fram till 1990.....	106
Bilaga H. Taxa för plöjning 1989, m.m. kostnad för traktor med förare och redskap, nya beräkningsgrunder.....	116
Bilaga I. Beräkning av saneringstidens längd hos får.....	117
Bilaga J. Mätning av Cs-137 med detektor på levande lamm.....	118
Bilaga K. Beräkning av dagsersättningar vid saneringsutfodring av nötkreatur och får.....	119
Bilaga L. Getmjölk-cesium-zeolit. Rening av vassle, studie.....	121
Bilaga M. Fårhjordens betesvanor i ett fjällområde.....	123

## Abstract

This report deals with various aspects, on countermeasures taken to diminish the impact of the Chernobyl accident, in critical fallout areas of Jämtland county, in order to reduce the contamination of the farmers produce and food stuff items with Cs-137 in the years 1986 – 1992.

At the time of the Chernobyl radioactive fallout in Sweden the growing season had not yet started in Jämtland county (middle east Sweden), where two mountainous agriculture areas were critically contaminated with Cs-137. There was thus time for consideration if these areas, sensible for transfer of Cs-137 to crops, could be used for further agricultural produce, or had to be excluded. Accordingly, the Swedish government delegated to Swedish radiation safety authority (SSI) to set up acceptable limits for contents Cs-137 in food stuff items, and to inform regional authorities (Agricultural boards) to facilitate the accomplishment of investigations and field research, which effectively could decrease the transfer of Cs-137 to agricultural crop and animal products.

In Jämtland county, agriculture animal and soil advisers were to take part in the direct information of the farmers. Agr Dr I. Bjäresten, animal adviser, is initiator and head author of the report. She was much engaged on all levels of developing and testing the countermeasures to be employed by the farmers, and especially so in the years 1986 and 1987. Agr B. Jönsson, soil adviser is author of the supplement, where he reports about soil conditions and experiences from the field contamination areas investigated in years 1986-1990. Docent K. Rosén, research scientist in radioecology and soil sciences, SLU, is a staff member of research teams on the Jämtland county. He was engaged to get the report published.

The report comprises a description of steps taken between the national authorities and the Jämtland county administration board in the unexpected situation after the Chernobyl serious fallout. The administration board made many delegations to the regional farming advisers, of which the latter in turn cooperated with the farmers concerned, of the “mysterious” radioactive fallout on their fields, and with university departments working with radioecology in Sweden. Their task was to estimate effective decrease of the different countermeasures recommended and to a great extent implemented by the farmers on field and animal levels. The report can be considered as a narrative or account of experiences obtained by Bjäresten during her work with suitable countermeasures to decrease contamination of plant and animal products from the contaminated area considered.

## Inledning

Inför 20-årsdagen av Tjernobylolyckan har jag tillmötesgått uppmaningen att sammanfatta lantbruksnämndens insatser i Jämtlands län de första åren efter olyckan. Glimtar av den erfarenhet som samlats under arbetets gång har jag också försökt nedteckna i denna rapport. En viktig del av arbetet var samspelet med olika myndigheter och institutioner samt kontakter lokalt och med Norge. Information om jordbruket i Jämtlands län ges som bakgrund och mer detaljerat förutsättningarna för jordbruket i det norra fjällområdet som drabbades särskilt svårt.

Olika åtgärder i det akuta skedet beskrivs och därefter motåtgärder och långsiktig planering, liksom kostnader för staten och upplevda svårigheter. Rapporten avslutas med en utvärdering och förslag till vidareutveckling av tekniska hjälpmedel, m.m.

En person som inte nämnts vid namn i rapporten, men som jag gärna vill uppmärksamma, är byråchefen Agneta Brasch vid Lantbruksstyrelsen, ansvarig för husdjursområdet och utsedd att vara lantbruksstyrelsens kontaktman i frågor rörande det radioaktiva nedfallet efter olyckan i Tjernobyl. Hon engagerade sig starkt i uppkomna problem och kunde fatta snabba, resoluta beslut med bibehållet gott humör.

Lokalt hade jag ett värdefullt samarbete med besiktningsveterinären Per Englund. Han hade god kännedom om de gårdar som levererade slaktdjur till NNP:s slakteri och de jordbruksområden som låg i riskzonen för cesiumförorening. Han arbetade outtröttligt med provtagningar av slaktkroppar för att garantera att godkänt kött hade låg nivå av Cs-137. Förutom allt detta extraarbete ställde han upp och tog blodprov på djur som ingick i utfodringsförsök och i andra studier. Alltid var han lika tillmötesgående och godmodig och hade glimten i ögat trots stress.

På lantbruksnämnden minns jag särskilt byråassistenten Barbro Andersson. Med engagemang och omsorgsfullhet såg hon till att jordbrukarna fick de ersättningar de beviljats på grund av det radioaktiva nedfallet. Det var tryggt att ha henne som medarbetare. Bland jordbrukarna hade jag ett särskilt värdefullt samarbete med Alvar Karlsson i Stora Blåsjön. Han ställde upp som försöksvärd, vägde fodergivor och registrerade foderåtgång och djurens tillväxt. Erfarenheterna användes sedan i rådgivningsarbetet.

Utkastet till denna rapport överlämnades hösten 2007 till sakkunniga vid Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) och Jordbruksverket för granskning. Även försvarsdirektören vid Länsstyrelsen i Östersund fick ta del av rapporten.

SLU-anslutna granskare har varit Docent Inger Andersson och medförfattare Docent Klas Rosén. Det kan nämnas att båda dessa forskare tidigare har disputerat på effekterna av Tjernobylyckan, nämligen hur husdjurskötseln drabbades respektive hur mark och växter påverkades av nedfallet. I avhandlingarna ingår även resultaten av försök med motåtgärder (Andersson, 1989a; Rosén, 1996a). En tredje person som ägnat tid åt granskning av rapporten är Agneta Brasch, senast anställd som biträdande avdelningschef vid Jordbruksverket.

Jag vill framföra ett stort tack till de personer som granskat rapporten för de värdefulla synpunkter och förslag till justeringar och kompletteringar till den slutliga utskriften. Ett särskilt tack framförs till Docent Klas Rosén, Lektor Enok Haak, Fil. Mag. Maja Larsson och Fil. Mag. Kristin Thored för arbetet med förbättring av manuskriptet till sin nuvarande form.

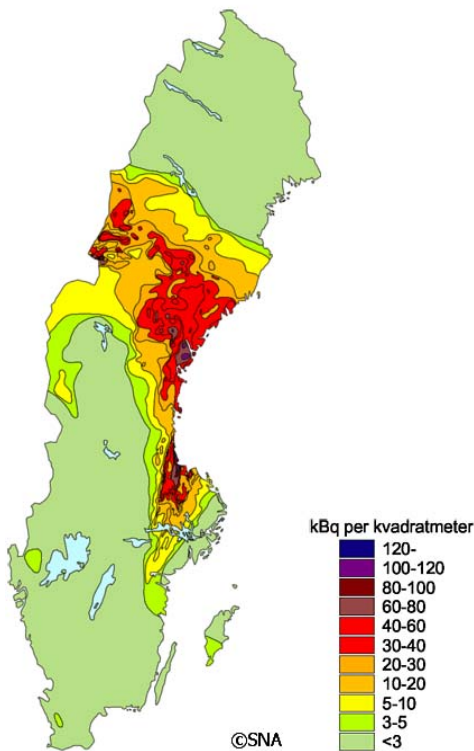
Rapporten har möjliggjorts genom ideellt arbete. Förutom jag själv är Inger Andersson och Agneta Brasch numera pensionärer. Klas Rosén är forskare vid Institutionen för mark och miljö vid SLU och en eldsjäl inom radioekologi, liksom Inger Andersson och Agneta Brasch.

Den slutliga versionen av rapporten har överlämnats till Institutionen för mark och miljö vid SLU för publicering. Den som vill fördjupa sin kunskap i ämnet radioaktivt nedfall rekommenderas att läsa boken "Livsmedelsproduktionen vid nedfall av radioaktiva ämnen" (Andersson m.fl., 2002). Den kan beställas hos Jordbruksverket i Jönköping. Den i rapporten benämnda "husdjurskonsulenten" är jag själv.

Inger Bjäresten

# Reaktorhaveri i Sovjetunionen drabbar Sverige

Natten mellan lördagen den 25 och söndagen den 26 april 1986 inträffade ett allvarigt haveri i en av reaktorerna i kärnkraftverket i Tjernobyl i Ukraina. Radioaktivt material förorenade luftrummet ovanför olycksplatsen och drev med vindarna bl.a. mot Sverige. Kvällen den 28 april drabbades Uppland och Gästrikland. På förmiddagen den 29 april passerade de radioaktiva gas- och stoftmolnen över södra och mellersta Norrland. Utsläppen av radioaktiva ämnen från reaktorn upphörde inte förrän den 6 maj. Radioaktivt nedfall registrerades i Sverige t.o.m. den 10 maj. Lokala skillnader i nederbörds mängder under tiden 28 – 30 april, medförde stora variationer i nedfall i olika delar av landet. Figur 1 visar nedfallet i olika delar av landet.



Figur 1. Nedfall av Cs-137 i Sverige efter Tjernobylolyckan. Kartan är baserad på mätningar från maj till oktober 1986 (Sveriges Nationalatlas hemsida, 2008).

*Figure 1. Fallout of Cs-137 in Sweden following the Chernobyl accident. The map is based on measurements from May to October 1986 (Sveriges Nationalatlas, 2008).*

Luftens innehåll av radioaktiva ämnen mäts rutinmässigt i Sverige. Det sker vid fasta mätstationer av Strålskyddsinstitutet och Totalförsvarets forskningsinstitut. De slog larm redan den 28 april, d.v.s. innan någon utanför Sovjetunionen kände till olyckan. Flygkartering genom mätningar utförda på uppdrag av Strålskyddsinstitutet (SSI) visade att det i nedfallet fanns tre radioaktiva ämnen som var speciellt intressanta från livsmedelssynpunkt, jod-131 (I-131), cesium-134 (Cs-134) och cesium-137 (Cs-137). I-131 sönderfaller mycket snabbt, efter åtta dagar finns bara hälften kvar, medan det tar två år för aktiviteten hos Cs-134 att halveras och 30 år för Cs-137. Det var alltså Cs-137 som var problemet på lång sikt.

## Strålskydd i Sverige

Det finns tre lagar som reglerar statens ansvar vid kärnkraftsolyckor: Atomskyddslagen (SFS 1960:331), Atomansvarighetslagen (SFS:1968:45) och Strålskyddslagen (SFS 1988:220), den senare omarbetad efter Tjernobylyolyckan).

Tillsynsmyndigheter är Statens Kärnkraftinspektion (SKI) och Statens Strålskyddsinstitut (SSI). SSI är central myndighet i strålskyddsfrågor och ger ut föreskrifter (SSI FS:5) om bl.a. gränser för hur mycket strålning som får släppas ut från kärnkraftverk. Socialstyrelsen bestämmer gränsvärden för radon i bostadshus och en del andra lokaler. Livsmedelsverket fastställer gränsvärden för radioaktiva ämnen i saluförda livsmedel.

En krisberedskapsmyndighet (KBM) inrättades år 2002 av regeringen, förordning (2002:472), om åtgärder för fredstida krishantering och höjd beredskap. Myndighetens uppgift är att samordna arbetet kring utveckling av krisberedskapen i samhället inom sex olika samverkansområden. De omfattar alla allvarliga olyckor inom CBRN-området, d.v.s. kemiska, biologiska, radiologiska och nukleära. SSI har särskilt ansvar för samverkansområdena Spridning av farliga ämnen (SFÄ) och Skydd, undsättning och vård (SUV). SSI skall samverka med andra berörda centrala myndigheter, landsting, kommuner, organisationer och näringsliv. För åtgärder på den regionala nivån skall SSI ge berörda länsstyrelser råd om lämpliga åtgärder.

För jordbrukets vidkommande är det Livsmedelsverket (SLV) och Jordbruksverket (SJV) som får råd och beslutsunderlag från KBM. Lagen om foder och animaliska biprodukter (SFS 2006:805) "syftar till att säkerställa en hög skyddsnivå för djurs och människors hälsa". Bl.a. redovisas gällande EG-bestämmelser.

# Initiativ och beslut tagna år 1986 av centrala myndigheter och jordbrukets organisationer

## **Statens strålskyddsinstitut (SSI)**

Strålskyddsinstitutet hade hela ansvaret för information och åtgärder i det akuta skedet efter Tjernobylylyckan. Den första åtgärden för jordbrukets del var att förhindra att mjölken förorenades av I-131. Samråd om detta skedde med lantbruksstyrelsen (LBS) och Svenska Mejeriernas Riksförening (SMR). Fr.o.m. 4 maj skickades prover från samtliga mejerier till SSI för kontroll. Samtidigt fastställdes nya gränsvärden för livsmedel (I-131 < 2000 Bq/kg; Cs-137 < 300 Bq/kg). För renkött, vilt, sötvattenfisk, vilda bär och svamp höjdes gränsen till 1500 Bq Cs-137 den 1 juli 1987. Efter analys av gräsprover och på vissa utvalda gårdar både gräs- och mjölkprover, friklassade SSI område efter område. Det innebar att mjölkarna kunde gå på bete när halterna av I-131 och Cs-137 var tillräckligt låga.

## **Statens livsmedelsverk (SLV)**

Livsmedelsverket utfärdade direktiv för provtagning av kött på slakterier. Direktiven ändrades i takt med att kassationen på grund av för höga värden på Cs-137 med åren minskade. Risken för strålskador från Tjernobylylyckan togs upp i SLV:s publikationer, t.ex. i Vår Föda (Lindell, 1986).

## **Lantbrukarnas Riksförbund (LRF)**

Den 15 maj uppuktades regeringen av lantbrukarnas Riksförbund angående ersättningskrav på grund av det radioaktiva nedfallet och de åtgärder som jordbrukarna måste vidta.

## **Regeringen**

Regeringen försäkrade, när omfattningen av Tjernobylylyckan blev känd, att de jordbrukare som drabbats skulle hållas ekonomiskt skadeslösa. Den 7 maj gav regeringen uppdrag åt ett utvidgat energiråd att göra en noggrann uppföljning och utvärdering av olyckan i Tjernobyl. En särskild statssekreterargrupp fick den 22 maj, i uppdrag av regeringen, att samordna och initiera nödvändiga åtgärder. En annan samordningsgrupp tillsattes den 29 maj, bestående av cheferna för LBS, SLV, Statens Naturvårdsverk (SNV) och Socialstyrelsen. Samma dag an-



slogs 25 miljoner kronor för budgetåret 1985/86 till förskottsutbetalningar till jordbrukare och 900 000 kronor till länsstyrelserna i de drabbade länen för ökad informationsverksamhet.

Den 18 juni kom en förordning (SFS 1986:621) om ersättning till jordbruks-, trädgårds- och renskötsel företag för kostnader och förluster på grund av radioaktivt nedfall. Ersättning får, enligt författningen, lämnas till företag som fått merkostnader eller inkomstförluster till följd av åtgärder som vidtagits i syfte att förebygga hälsorisker från livsmedel. Frågor om ersättning prövades av Lantbruksstyrelsen eller, efter bemyndigande, av lantbruksnämnden (LN). Lantbruksstyrelsen får meddela ytterligare föreskrifter om ersättningar.

### **Lantbruksstyrelsen (LBS)**

Lantbruksstyrelsen blev, som tidigare nämnts, tidigt inkopplad i SSI:s arbete. Inom LBS tillsattes den 5 maj en grupp för att samordna informationen till lantbruksnämnderna. Dessa uppmanades i sin tur att utse informationsansvariga personer. Den 16 maj beslöt LBS att tillsätta en arbetsgrupp med uppgift att ta fram riktlinjer för ersättningsanspråk från lantbrukare som drabbats av merkostnader till följd av det radioaktiva nedfallet. I gruppen ingick förutom LBS en representant för lantbruksnämnderna, en från LRF och en från SMR. Den 9 juni uppmanades gruppen att hålla nära kontakt med representanter utsedda av Statens jordbruksnämnd, SNV, SLV, SSI och Lantbruksuniversitetets (SLU:s) institution för radioekologi.

Lantbruksstyrelsen skickade ut rekommendationer den 21 och 27 maj om djurhållning, skörd och jordbearbetning samt information om eventuella arbetsmiljöproblem. Skrivelsen var undertecknad av LBS, LRF, MR, SSI och SLU:s institution för radioekologi.

Den 4 juli kom lantbruksstyrelsens föreskrifter (LSFS:19) om ersättning, bl.a. till jordbruksföretag, för kostnader och förluster på grund av radioaktivt nedfall. Det gällde kostnader för produkter som kasserats på grund av för hög radioaktivitet, utebliven eller minskad produktion, utebliven eller minskad skörd, sanering eller andra kostnader för åtgärder som drabbade jordbrukare företagit för att förebygga hälsorisker från livsmedel. Förädlingsföretagen, mejeri och slakteri, skulle begära ersättning för kasserad mjölk och kasserat kött direkt från lantbruksstyrelsen medan övriga ersättningar skulle sökas hos lantbruksnämnden.

Lantbruksstyrelsens föreskrifter kompletterades med utförliga anvisningar och informationer. Bl.a. utgavs en serie broschyrer "Praktiska Råd" för utdelning till jordbrukare. Skrivelser, PM, råd, anvisningar och föreskrifter finns publicerade i "Lägesrapport mars 1987" utgiven av LBS. Bilageförteckning till denna rapport finns i bilaga G (med komplettering fram till 1990). Detaljerade bestämmelser redovisas under avsnittet "Åtgärder sommaren 1986 och budgetåret 1986/87" samt "Åtgärder 1987/88 - 1991/92" i den mån de berör Jämtlands län. För att få underlag för ersättningsregler och för lantbruksnämndernas rådgivning uppdrog Lantbruksstyrelsen åt SLU och Jordbrukstekniska institutet (JTI) att ta fram skördemetoder som kunde minimera vallfoderskördens halt av Cs-137.

I sin information utgick LBS från att mjölkens halt av Cs-137 (Bq/kg) utgör 10 % av fodrets genomsnittliga halt (Bq/kg ts) Motsvarande relation när det gällde nötkött angavs till 50 % (LBS PM 1986-07-07; -07-29; -09-09). För att få ett underlag anpassat till rådande förhållanden, uppdrog LBS åt SLU att utföra utfodringsförsök med mjölkkor, köttjur, får, grisar, värphöns och slaktkycklingar. Försöksresultaten användes omedelbart av LBS i rådgivningsarbetet och resultaten har senare publicerats (Eriksson, 1987; Bertilsson m.fl. 1988; Andersson, 1989b).

### **Arbetarskyddsstyrelsen**

Den 3 juni Arbetarskyddsstyrelsen ut med särskilda rekommendationer rörande arbetsmiljörisker vid skördarbetet med de radioaktivt nedsmutsade grödorna.

### **Getavelsförbundet**

Getavelsförbundet lämnade den 9 augusti in begäran till LBS om medel till provtagning av getmese och gethö för att få bättre underlag för rekommendationer vid användningen av hö smittat med Cs-137.

# Samarbete och kontakter

## Länsstyrelsen

Länsstyrelsen har många funktioner. Den lyder direkt under regeringen som utser dess chef, landshövdingen. Länsstyrelsen är högsta polismyndighet och civilförsvarsenhet och skall samordna civila försvarsåtgärder och samråda med försvarsområdesbefälhavaren. Den har tillsyn över lantbruk, fiske, i de norra länen även rennäring samt livsmedelskontroll, hälsoskydd, djurskydd och miljövård dvs grenar som kan beröras av radioaktivt nedfall. Den skall leda och samordna befolkningsskydd, räddningstjänst, psykologiskt försvar och livsmedelsförsörjning. Bland de anställda finns bl.a. länsveterinären. Sedan 1991 är f.d. lantbruksnämnden en enhet inom länsstyrelsen.

När det blev känt att även Jämtlands län drabbats av radioaktivt nedfall i samband med Tjernobylolyckan, gav landshövdingen uppdrag åt civilförsvarsenheten att stå för samordningsuppgifter m.m. En informell krisgrupp bildades med representanter för länsstyrelsen, bl.a. länsveterinären, landstinget (radiolog), lantbruksnämndens växtodlings- och husdjurskonsulenter och alltefter problemens art inbjöds representanter för näringen och föreningsrörelsen. Alla åtgärder vad gällde jordbruk, trädgård och renskötsel hade landshövdingen redan i inledningskedet delegerat till lantbruksnämnden.

Både landshövdingen Sven Heurgren och lantbruksnämndens direktör Olle Nilsson, senare Jörn Svensson, följde verksamheten med stort intresse och deltog i krisgruppens möten. Försvarsdirektören Evert Fogelberg utförde den 16 och 20 – 24 maj mätningar på ett 60-tal platser i länet med Geiger-Muller-räknare, bl.a. på grästorv och identifierade områden som hade drabbats mest. En viktig uppgift var att informera allmänheten genom press och radio. Dessutom ordnades informationsmöten tiden 11 – 27 juni på nio platser i länet. Vid dessa möten deltog förutom försvarsdirektören, en veterinär, en radiolog samt växtodlings- och husdjurskonsulenter.

## Lantbruksnämnderna

Det blev ett nära samarbete mellan lantbruksnämnderna i de drabbade länen. Man samordnade insatser, utbytte erfarenheter och bistod varandra i rådgivningsarbetet. Bl.a. övertog Västernorrlands lantbruksnämnd ansvaret för rådgivning och sanering i fårbesättningar inom Fjällsjö och Bodums församlingar, d.v.s. områden som var knutna till slakteriet i Sollefteå. Rådgivning till getost-

producenter i Jämtlands, Västerbottens, Västernorrlands och Gävleborgs län sköttes av getspecialisten Bodil Cornell vid lantbruksnämnden i Jämtlands län.

Maskinkonsulenten i Västerbottens län tog fram förslag till ersättningar för de speciella maskinarbeten som krävdes vid sanering av vallar i fjällbygden. Lantbrukskonsulenten i jordbruks- och maskinteknik, Ingemar Jarlebring, i Gävleborgs län och husdjurskonsulenten i Jämtlands län tog fram riktlinjer för handel med hö förorenat med Cs-137, på begäran av NNP. Samordning skedde vid import av cesiumbindare och beställning av specialfoder med cesiumbindare vid lantbruksuniversitetets foderfabrik i Uppsala.

## **Rennäringsenheten**

I början av juni 1986 utfärdade livsmedelsverket ett förbud mot att saluföra nyslaktat renkött och avrådde från konsumtion av renkött som slaktats efter Tjernobylyolyckan. Den 19 juni samma år tillsatte LBS en "Renradiakgrupp" bestående av representanter för näringen, LBS och SLU. Livsmedelsverket höjde gränsvärdet för renkött från 300 till 1 500 Bq per kg kött den 1 juli 1987. I samarbete med rennäringsenheterna i Norrland genomförde SLU omfattande försök för att ta fram ett åtgärdsprogram som syftade till att klara gränsvärdet 1 500 Bq per kg renkött vid slakten.

Under februari – april 1988 genomfördes försök att med hjälp av en gammadektor bedöma levande renars halt i kött av Cs-137. Det var Gustaf Åhman (SLU) och Thomas Sjöström (Forsknings- och utvecklingsavdelningen vid Sveriges Geologiska ABEM AB, Malå) som utförde mätningar på 650 renar, testade utrustning, beräknade optimalt mätningssätt och tog fram matematiska funktioner. För ändamålet användes en GAMMA-GEOMAC GD08 med en talliumaktiverad NaI-kristall, 40,5 x 40,5 x 50 mm, utvecklad i Malå (Åhman, 1988).

Birgitta Åhman, som själv utfört många renförsök, gör i sin doktorsavhandling (1994) en total genomgång av olika åtgärdsprogram. Bl.a. visas att för varje "counts per second", cps, så ändras halten av Cs-137 i köttet med 32 Bq per kg, vid mätning mot renens bog med använd NaI-detektor, inom intervallet 600 – 3 600 Bq per kg.

I Jämtland slaktades årligen ca 20 000 renar. I Frostvikens norra sameby hade man under november – december 1986 i medeltal ca 30 000 Bq Cs-137/kg kött i provslaktade renar. Värdet steg ytterligare under vintern för att sedan sjunka kraftigt under sommaren. Lantbruksenheten fick låna rennäringsenhetens utrust-

ning, GAMMA-GEOMAC GD08/85028 hösten 1988 och under 1989 för mätning av lamm, men fick egen utrustning i oktober 1989.

### **Samarbete med vissa institutioner**

I det fortlöpande arbetet samarbetade lantbruksnämnden med institutionen för husdjurens utfodring och vård och institutionen för jordbrukets biosystem och teknik, SLU, Inger Andersson, Alnarp, flera forskare vid institutionen för radioekologi, SLU, Åke Eriksson, Hans Lönsjö och Klas Rosén och vid institutionen för klinisk veterinärmedicinsk kemi, Bernt Jones. Vidare togs kontakter med institutionen för kärnkemi vid Kungl. Tekniska Högskolan (KTH) samt Sveriges Geologiska ABEM AB i Malå, Thomas Sjöström.

### **Norska kontakter**

Lantbruksnämnden hade tidigt flitiga kontakter med forskare i Norge, t.ex. vid Kvithammar Forskningsstasjon i Stjørdal, för att inhämta kunskaper och erfarenheter. I Norge baseras en stor del av lammköttproduktionen på fjällbete. År 1986 saneringsutfodrades t.ex. mer än 300 000 får. Norska staten anslog stora summor för uppföljning och forskning. T.ex. utgavs Rapport NLVF (1987) och en slutrapport (Garmo & Gunnerød, 1992). Fylkeskontoret i Nord-Trøndelag var en värdefull informationskälla, liksom Namdal kjøtt- og næringsmiddelkontrol i Namsos. Den norske distriktsveterinären i Nordli, Per Nordland, arbetade även i Frostviken och deltog i arbetet, bl.a. med blodprovtagningar.

I Norge hade man helt andra gränsvärden för livsmedel än i Sverige. Gränsvärdet för radioaktivt Cs var 600 Bq per kg, men för mjölk och barnmat begränsat till 370 Bq, medan gränsen för ren- och viltkött var 6 000 Bq/kg från november 1986 och 3 000 Bq/kg från 1994. Observera att i Norge utgjorde gränsvärdet summan av Cs-137 och Cs-134.

I Norge började man hösten 1986 att utveckla en metod för att bestämma aktiviteten av Cs-137 och Cs-134 direkt på levande får, nötkreatur och renar. Man använde sig av en s.k. Lorokanustrustning bestående av en flerkanalanalysator Canberra typ S 10/1002 och en detektor med en 2" x 2" NaI-kristall och en med 3" x 3" (Strand & Brynildsen, 1986; Strand & Brynildsen, 1987a, 1987b). Rapportförfattaren reste till Norge och deltog vid mätningar av levande lamm ute på en gård sommaren 1988 och fick där värdefulla erfarenheter inför föresatsen av tillämpa metoden i Jämtlands län.

## **Nedre Norrlands Producentförening (NNP)**

En viktig samarbetspartner på såväl mjölk- och slaktsidan som på fodersidan var NNP. Ett av de första problemen var foderförsörjningen under den förlängda tid mjölkorna måste stå på stall. Ett mångårigt problem var kontroll av slaktkroppar och besiktningsveterinären var en speciellt viktig person vid utgallring av kroppar med för höga värden av Cs-137. Rapporteringen av mätvärden fungerade bra på slaktsidan. Mejeriet sände mjölkprover till SSI för analys men det var svårt att få ta del av de resultaten.

Jordbrukets blockorganisation visade sig vara till stor hjälp i inledningskedet. Deras medverkan möjliggjorde att på ett dygn få en klar bild av tillgången på hö ute på gårdarna. Som en följd av deras kontakter skedde en spontan förmedling av hö mellan gårdarna.

## **Analyslaboratoriet i Strömsunds kommun**

Energi- och miljöanalyser, "Torvcentrum" blev år 1987 förordnat till anvisningslaboratorium för undersökning av radioaktivt Cs i livsmedel. Därmed kunde de ta emot prover även från den offentliga livsmedelskontrollen. De analyserade en stor mängd fisk, vilt, bär och grönsaker m.m. som allmänheten lämnat in. I en stencil redovisar laboratoriets föreståndare Anders Jonsson, bl.a. analysvärden för öring och röding fångade 1987. I västra delen av Frostvikens församling var medeltalet för de två arterna av lax 3 400 Bq per kg (45 analyser) medan medeltalet i östra delen var 2 350 Bq per kg (64 analyser).

## **Telefax löser kommunikationsproblem**

I samband med Tjernobylyolyckan överbelastades telenätet vid de berörda myndigheterna. Genom att installera en telefax blev det möjligt för lantbruksnämnden att hålla kontakt med viktiga myndigheter. Både SSI och Studsvik Energiteknik AB, vilka analyserade Cs-137 i insända foderprover, meddelade resultaten till lantbruksnämnden via telefax. På lantbruksnämnden placerades telefaxen hos växeltelefonisten och det fungerade väl. I vissa fall reserverades telefonlinjer mellan handläggare.

# Radioaktivt nedfall i Jämtlands län, friklassning

## Flygkarteringar

I maj 1986 visade mätningar gjorda med flygplan att det radioaktiva nedfallet var ojämnt fördelat över länet och det framgår av tabell 1 hur stor markbeläggningen var per kvadratmeter i olika kommuner och församlingar. En karta över var de olika församlingarna är belägna presenteras i bilaga B.

Tabell 1. Markbeläggning enligt flygmätningar i maj 1986, Cs-137 per m<sup>2</sup> (SGAB, 1986)

*Table 1. Soil coverage according to flight measurements in May 1986, Cs-137 per m<sup>2</sup> (SGAB, 1986)*

Kommun <i>Municipality</i>	Församling <i>Parish</i>	kBq per m <sup>2</sup> <i>kBq per m<sup>2</sup></i>
Berg		0 – 3
Bräcke	Håsjö	20 – 30
	Hällesjö	10 – 20
	Övriga	2 – 5
Härjedalen		0 – 5
Krokom	Föllinge	5 – 20
	Laxsjö	10 – 20
	Offerdal	5 – 10
	Rönnöfors	5 – 10
	Övriga	2 – 5
Ragunda	Borgvattnet	20 – 40
	Fors	30 – 40
	Ragunda	20 – 40
	Stugun	5 – 30
Strömsund	Fjällsjö	20 – 40
	Frostviken	10 – 80
	Övriga	10 – 20
Åre	Kall	3 – 10
	Övriga	2 – 5
Östersund	Häggenås	5 – 10
	Övriga	2 – 5

Anm. 1 kBq = 1 000 Bq

## Vegetationens förorening med Cs-137

Vid nedfallet efter Tjernobyloolyckan hade växtsäsongen inte börjat i Jämtlands län. Det nedfall som föll med regnskurar fångades upp av det övervintrande växttäcket. När marken var snötäckt överfördes nedfallet från smältande snö till förna och stubb. På naturbeten med tjock, tät grässvål stannade föroreningarna kvar under lång tid i stubbhorisonten. Särskilt tuvbildande gräs visade sig ha hög halt Cs-137. Nedfallet bestod i varierande grad av partiklar och bränslefragment som lade sig utanpå växtdelarna. Rotupptaget under 1986 bedömdes däremot vara relativt litet.

### Friklassning

För att SSI skulle tillåta mjölkkor att beta ute våren 1986, måste området friklassas, d.v.s. halten av I-131, Cs-134 och Cs-137 vara så lågt i betesgräset att den producerade mjölken kunde användas som livsmedel. Den som ändå släppte ut korna fick inte leverera mjölk till mejeriet. Eftersom halveringstiden för I-131 är endast åtta dagar var förorening med I-131 ett snabbt övergående problem. I några områden var beläggningen av radioaktivt nedfall så låg att de kunde friklassas redan den 23 maj 1986, nämligen hela Härjedalen samt Bergs och Åre kommuner.

För övriga områden i länet uppdrog SSI åt lantbruksnämnden att ta två stycken gräsprover per församling vid den tidpunkt SSI bestämde. Med en timmes varsel åkte fältarbetare ut och klippte prover. Varje provyta var en kvadratmeter stor och platser valdes som var representativa för området. Proverna sändes med flyg till Studsvik AB i regel samma dag. När provtagningsområdena var avlägset belägna kom provtagningen att ske både kvällar och nätter. Vid första leveransen av prover till flyget uppstod ett problem, Frösö Flygplats vägrade ta emot proverna. De hade inte rätt att frakta radioaktivt förorenat material. Försvarsdirektören på länsstyrelsen ryckte in och löste problemet.

Som exempel på analysresultat av gräsprov, Bq Cs-137 per kg ts, från två olika områden i länet återges följande:

- Östersunds kommun den 29 maj  $360 \pm 325$  Bq
- Östra och norra länsdelen den 3 juni  $6\,950 \pm 3\,700$  Bq

Vid hög aktivitet i gräsprov, upprepades provtagningen vid senare tillfällen till dess att den var tillräckligt låg för att området skulle kunna friklassas. När gräset



med tiden växte till, späddes Cs-137 ut och aktiviteten per g ts minskade. Som exempel på förändringen visas några siffror från ett försök i länet som anger Bq per kg ts vid olika tidpunkter 1986:

	<u>I-131</u>	<u>Cs-134</u>	<u>Cs-137</u>
• omkr. 1 juni	440	555	1 025
• efter 3 veckor	0	290	635

I tabell 2 anges även antalet dagar för friklassning för hela länet och Bq Cs-137 inom respektive område, som medeltal av ett visst antal prover.

Tabell 2. Datum för gräsprovtagning och friklassning av områden i Jämtlands län 1986 samt halt av Cs-137 i gräs, medeltal och variationsbredd

Table 2. Sampling date of grass and excluding from control of areas in Jämtland county 1986 and the content of Cs-137 in grass, average and range of variation

Kommun/Församling <i>Municipality/Parish</i>	Datum <i>Date</i>	Antal prov <i>Number of samples</i>	Bq/kg ts <i>Bq/kg dw</i>		
	Provtagning <i>Sampling</i>	Friklassning <i>Excluding from control</i>	Medeltal <i>Mean</i>	Variationsbredd <i>Range of distribution</i>	
<u>Bergs kommun</u>		23/5			
<u>Bräcke kommun</u>					
Håsjö, Hällesjö	2/6	5/6	4	2 388	750 – 3 200
Övriga församlingar	29/5	31/5	12	1 652	170 – 5 550
<u>Krokums kommun</u>					
Föllinge, Hotagen & Laxsjö	2/6	5/6	6	1 666	345 – 2 900
Övriga församl.	29/5	31/5	12	356	165 – 650
<u>Ragunda kommun</u>					
Stugun	11/6	14/6	4	6 075	2 350 – 14 000
Övr. församl.	11/6	19/6	9	7 062	1 450 – 12 500
<u>Strömsunds kommun</u>					
Gåxsjö, Hammerdal	2/6	5/6	6	1 640	340 – 3 600
Alanäs, Ström, Tåsjö	3/6	9/6	5	2 000	650 – 3 900
Bodum, Fjällsjö	3/6	14/6	4	5 725	650 – 8 500
Frostviken	14/6	19/6	11	3 427	44 – 10 000
<u>Åre kommun</u>		23/5			
<u>Östersunds kommun</u>	29/5	31/5	20	360	25 – 1 100

Anm. Platsen Ström provtogs den 2/6.

## Bete på fåbodar och fjällbeten i Norge

I nordvästra Jämtland var förhållandena på fjällbetesmarker liknande de inom norska fjällområdena. Redan 1986 togs i Norge gräsprov på odlade fåbodar och ute i fjällbetesmarker. Fåbodarna låg på 800 – 1 100 m ö.h. Det visade sig att den procentuella fördelningen av de två betesslagen, med hänsyn till deras halt av radiocesium per kg ts (Cs-137 och Cs-134) var följande:

- odlad fåbodvall under 600 Bq: 30 % över 4 000 Bq: 7 %
- fjällbete under 600 Bq: 16 % över 4 000 Bq: 30 %

De redovisar även halter i olika fjällväxter och betydelse som betesväxter. Förutom gräs ingår även blad från träd och buskar som betats, t.ex. asp och fjällbjörk (Garmo & Gunnerød, 1992).

# Jordbrukets omfattning i Jämtlandslän

## Antal jordbruk samt antal nöt, får och getter i länet

Jämtlands län är väl bekant för sitt kambrosiluumråde i de centrala och västra delarna. Även i den nordvästra delen av länet finns områden, där jorden har hög halt av basrika mineral, se karta i bilaga C1.

Vegetationsperioden varierar mellan 150 och 190 dagar (Atlas över Sverige, 1971). Enligt Statistiska Centralbyråns (SCB:s) statistik var arealen brukad åkermark 43 290 ha 2/6 1986. Enligt SCB var åkerarealens användning:

- 75 % gräsmark
- 18 % fodersäd
- 7 % övrigt

I fjällområdena utnyttjades stora områden fjällskogsmark till bete.

Antalet mjölkproducenter var 1 925 år 1986 och antalet nötkreatur, får och getter följande:

- |                     |        |
|---------------------|--------|
| • mjölkkor          | 15 080 |
| • dikor             | 490    |
| • nötkreatur totalt | 34 840 |
| • baggar och tackor | 4 080  |
| • lamm              | 8 490  |

Enligt utbetalt getstöd för 1985 fanns då 48 getostproducenter och antalet getter uppgick till 1 340.

## Uppdrag och medverkan i försök

I slutet av maj 1986 beslöt SSI att komplettera grönmassans aktivitet med mjölkens aktivitet på mjölkproducerande gårdar. Mjölkens halt av Cs-137, Cs-134 och I-131 skulle mätas när mjölkkor och mjölkgetter betade på nedsmittade beten. I Jämtlands län utsågs två mjölkkogårdar i Häggenås församling och en getostproducerande gård i Frostvikens församling.

På mjölkkogårdarna togs prover på bete och mjölk under tiden 24, respektive den 29 maj och t.o.m. 24 juni. På initiativ av länets husdjurskonsulent, som ansvarade för försökens utförande, registrerades även mängden producerad mjölk och mängden kraftfoder och hö som utfodrades. Därigenom kunde mängden konsumerat bete beräknas och ungefärlig foderstat bestämmas för korna. Inger Andersson vid SLU bearbetade materialet och publicerade resultatet (Andersson m.fl., 1986). En slutsats var att värdet på överföringskoefficienten (Bq per kg mjölk i procent av tillfört) var ca 1/10 av uppmätta värden i standardiserade utfodringsförsök. En förklaring kan vara att Cs-137 från Tjernobyolyckan var så hårt bundet till nedfallspartiklar och bränslefragment att det inte kunde absorberas i fodersmältningskanalen. I Norge fann man att hö skördat år 1986 hade en överföringskoefficient som var ca 1/3 av det förväntade värdet vid utfodring till mjölkgetter. Man påpekar att det är den joniserade formen av Cs som tas upp av tunnarmen liksom av växternas rötter. I figur 2 visas resultaten av försöken på gårdarna.

Försöksgården med getostproduktion låg omkring 4 mil ostnordost om Gäddede. Gårdens getter strövade under betesperioden fritt kring gården och i ett angränsande fjällskogsområde. Några representativa betesprov kunde därför inte tas. För gräsprov som togs på gårdens slåtter- och betesvall var halten av Cs-137, per kg ts, den 3 juni 2 215 Bq och den 14 juni 1 550 Bq, medan den för skördat hö var 960 Bq. Analyser på mjölkens halt av Cs-137 efter provtagning varje dag från den 29 maj och i 25 dagar visade i medeltal för de första 12 dagarna 390 Bq per kg mjölk och för de följande 13 dagarna 330 Bq. Getosten hade följande halt av Cs-137 per kg:

- vit getost 215 Bq Cs-137
- getmese (ca 30 % vatten) 1 960 Bq Cs-137

Enligt en intervjuundersökning på ett antal getgårdar, gav man mellan 0,25 och 2 kg hö per get och dag och mängden utfodrat kraftfoder varierade därför stort mellan gårdar. Med ledning av undersökningen konstaterade getspecialisten Bodil Cornell att getmjölk får hålla högst 50 Bq Cs-137 per liter för att mesen skall



hur mängden kaliumgödsel påverkar vall- och betesväxternas upptag av Cs i olika jordbruksmiljöer. Syftet var samtidigt att minska cesiumupptaget i växterna. Försöken pågick åren 1986 – 1994 varvid lantbruksnämndens personal hjälpte till i arbetet.

Redan den 14 juni 1986 togs de första jordproverna ut, på varje försöksplats från 12 st rutor 5 x 10 meter stora. I försöket deltog en gård i Frostvikens församling, fyra mil norr om Gäddede och två gårdar i Östjämtland, vid Hammarstrand. Gräsprov togs 2 – 3 gånger per år och Cs-137 bestämdes i proven. Resultatet visade att kombinationen plöjning och kaliumgödning sänkte cesiumhalten med 78 – 95 procent (Rosén, 1996b).

## **Försök 2**

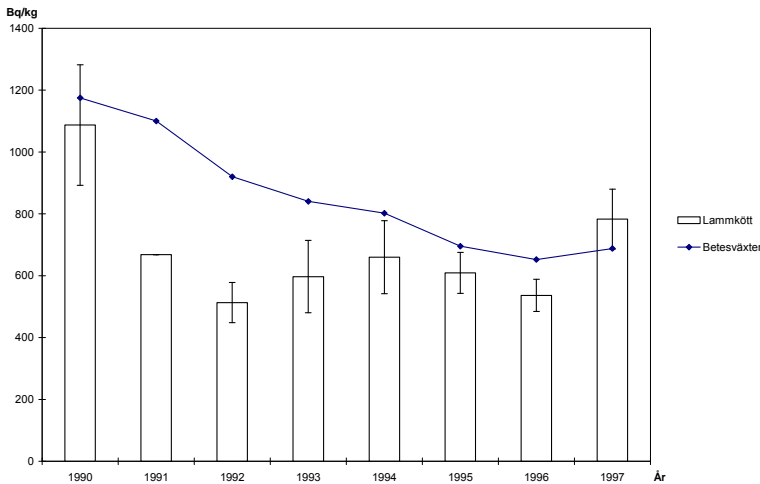
Institutionen för jordbrukets biosystem och teknologi, SLU, utförde tillsammans med Institutionen för radioekologi, SLU, under 1990 – 1997 en studie av hur halten av Cs-137 i betesvegetationen (gräs, örter, bärris m.m.) på fjällmark påverkar lammköttets halt av Cs-137. Studien utfördes i ett område ca tre mil ost-nordost om Gäddede på mark 570 – 770 m över havet. Betesområdet var ungefär tio kvadratkilometer stort och markdepositionen av Cs-137 låg mellan 12,4 och 17,6 kBq per kvadratmeter. Betesperioden varade från midsommartiden till slutet av augusti, ibland längre. I medeltal slaktades tio lamm per år. Resultaten från undersökningen har publicerats av Rosén m.fl. (1995) och av Andersson m.fl. (2001).

Av de undersökta gräsen låg blåtåtel högst i medelhalt för 8-årsperioden 1 720 Bq Cs-137 per kg ts och halvgräsen (starrarter) hade omkring 1 800 Bq. Bland örterna hade ängssyra den högsta medelhalten på 1 400 Bq per kg torrsubstans. Gruppen bärris och blad från dvärg- och fjällbjörk samt vide låg på 375 Bq per kg torrsubstans. Under de åtta åren sjönk medelhalten i betesvegetationen av Cs-137 från 1 175 Bq till 690 Bq per kg ts.

Resultaten visade att den effektiva ekologiska halveringstiden för Cs-137 under perioden var:

- 19 år för jord
- 7 år för växter
- 16 år för lammkött

En stor variation i köttets halt av Cs-137 förekom mellan åren, se figur 3. Anledningen antogs bl.a. vara att tillgången på svamp varierade. Under åren 1994, 1996 och 1997 inventerades svampförekomsten på försöksområdet. De olika svamparternas halt av Cs-137 bestämdes. Högsta halt hade vissa spindelskivlingar och rynkad tofsskivling. Höga halter hade också grå kamskivling.



Figur 3. Koncentration av Cs-137 i betet med standardavvikelse samt koncentration av Cs-137 i lammköttet. Försöksplats: Blomhöjden, Jämtlands län (Andersson m.fl., 2001).  
 Figure 3. Concentration of Cs-137 in the pasture including standard deviation and concentration of Cs-137 in the lamb meat. Sampling site: Blomhöjden, Jämtland county (Andersson et al., 2001).

För att påvisa eventuell svampkonsumtion analyserades fårens träck med avseende på svampsporer. Det visade sig att antalet sporer i träcken varierade mellan svamparter. T.ex. varierade antalet sporer år 1966 mellan 30 och 280 per 0,3 mg torkad träck, år 1977 mellan 36 och 3 000. I bilaga D och bilaga E redovisas cesiumvärden för olika arter av gräs, örter och svampar.

Studien med lamm på fjällbete beläget på sura näringsfattiga marker visade att ett nedfall av ca 15 kBq Cs-137 per m<sup>2</sup> omöjliggjorde produktion av lammkött under många år om gränsen 300 Bq per kg kött skulle kunna underskridas. Speciella motåtgärder, t.ex. utfodring med cesiumbindande preparat eller saneringsutfodring skulle i så fall behövas.



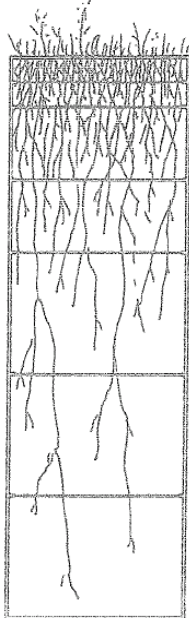
Studierna utfördes inom forskningsprogrammet för organisationen Nordisk kärnsäkerhetsforskning (NKS). De nämnda institutionerna vid SLU svarade för den svenska delen av programmet. Motsvarande studier gjordes i övriga nordiska länder, Danmark, Norge, Island, Färöarna och delvis även i Finland.

### **Försök 3**

Institutionen för radioekologi vid SLU gjorde på lantbruksnämndens begäran en studie på åtta gårdar i Frostvikens västra del. Växtodlingskonsulenten Birger Jönsson vid LN medverkade i studien, se hans supplement. Första året, 1986, undersökte man jordarnas egenskaper på 13 ställen, varvid man konstaterade att det var mineraljordar rika på skiffersten. Jordens surhetsgrad (pH) låg mellan 5 och 6. Kaliumhalten var tämligen låg och kalciumhalten var också relativt låg. Depositionen av Cs-137 varierade mellan 14 och 32 kBq per kvadratmeter.

Många av vallarna hade vid nedfallet legat i 20 – 30 år. Under åren 1986 – 1989 hade 16 procent av vallarna plöjts. Ett 40-tal gräsprov togs sommaren 1989. Medeltalet för proven i Stora Blåsjön och Ankarvattnet var 605 Bq Cs-137 per kg ts (variation 110 – 2 145) och medeltalet för Jormvattnet och Jormlien var 290 Bq (variation 55 – 1 085) om man inte räknar med de nyanlagda vallarna. De gamla betesvallarna hade en kompakt, vältäckande ört- och gräsvegetation och Cs stannade till stor del kvar i ett ytlager av den förorenade marken, se figur 4.

Betesmarken i Stora Blåsjön hade i runda tal följande sammansättning: tuvtåtel 10 %, klöver 10 %, svingel 10 %, timotej 5 %, smörblomma 10 %, midsommarblommor 10 %, daggekåpa 5 % och maskros 5 %. Resten bestod av mossa, som inte var med vid mätningen av radioaktiviteten. Under åren 1987 och 1989 prövades olika typer av mineralgödsel på vallförsöket i Stora Blåsjön. För att få en god effekt mot Cs krävdes relativt höga gödselgivor. För att få bukt med Cs-137 var det nödvändigt att plöja ned vallarna skulle det visa sig. Med hjälp av resultaten från de här beskrivna studierna kunde LN grunda sina rekommendationer om växtodling och utfodring av husdjur till lantbrukarna i området.

Djup cm	Cs-137 kBq/m <sup>2</sup> jord	% av Cs i varje skikt	Rotfördel- ningen i profilen	Markskiktens K-innehåll:			
				mg/100 g jord		g / m <sup>2</sup>	
				K-AL	K-HCl	K-AL	K-HCl
0 - 2	29.5	75.7		95.0	128	3.2	4.4
3 - 5	9.2	23.6		8.5	65	0.9	6.5
5-7.5	0.3	0.7		3.8	35	1.0	8.8
7.5-10	spår	spår		2.6	41	0.7	10.3
10 - 15	spår	spår		2.2	54	1.1	27.0
15 - 20				2.0	49	1.0	25.2
20 - 25				1.9	50	1.0	25.8

Figur 4. Skiss som visar radiocesiums och kaliums fördelning med djupet i markprofilen. Försöksplats: Stora Blåsjön, Jämtlands län. Den genomsnittliga markdepositionen på betesmarken är ca 39 kBq per m<sup>2</sup> (Rosén m.fl., 1989).  
 Figure 4. Sketch showing distribution of radiocaesium and potassium along with the depth of the soil profile. Sampling site: Stora Blåsjön, Jämtland county. The average ground deposition on the pasture is about 39 kBq per m<sup>2</sup> (Rosén et al., 1989).

## Vallskörden 1986

LBS uppdrog (1986-06-25) åt lantbruksnämnden att ta prov på årets vallskörd vid två tillfällen. Prov togs med foderborr på höskullar eller i ensilagesilor och ibland ur rundbalar. Totalt togs 121 prover, varav 31 var ensilage. Resultatet visas i tabell 3.

SLU studerade stubbhöjdens betydelse för halt av Cs-137 vid vallskörd (Bertilsson m fl., 1988). Försöket utfördes inte i Jämtland, men resultaten användes i rådgivningen i Jämtland och som underlag i LBS:s ersättningsregler. När vällen skördades med normal stubbhöjd, 5 cm, var halten av Cs-137 vid studien, 6 600 Bq per kg ts. När stubbhöjden ökades till 15 cm sjönk cesiumhalten till 385 Bq per kg ts, d.v.s till 6 % av det föregående värdet. Mjölakens cesiumhalt sjönk i genomsnitt från 85 Bq till 18 Bq per kg mjölk, d.v.s. till 21 % med denna åtgärd.

Tabell 3. Halt av Cs-137 i skördat vallfoder år 1986, Bq per kg ts, och denna halt i procent av den i tidigare gräsprov (Procentandel)

Table 3. Cs-137 content in harvested forage 1986, Bq per kg dw, and this content in per cent of the content in former grass samples (Percentage)

Kommun/Församling <i>Municipality/Parish</i>	Hö och ensilage Hay and silage				
	Antal prov <i>Number of samples</i>	Halt Cs-137 (Bq per kg ts) <i>Content of Cs-137 (Bq per kg dw)</i>	Medeltal <i>Mean</i>	Variationsbredd <i>Range of distribution</i>	Procentandel <i>Percentage</i>
<u>Bergs kommun</u>	9	45		10 – 91	-
<u>Bräcke kommun</u>					
Håsjö, Hällesjö	3	262		101 – 563	11
Övriga församlingar	9	121		58 – 193	7
<u>Krokoms kommun</u>					
Föllinge, Hotagen, Laxsjö	5	173		92 – 345	10
Övriga församlingar	12	38		13 – 108	11
<u>Ragunda kommun</u>					
Stugun	2	1177		154 – 2 200	19
Övriga församlingar	11	785		108 – 2 214	11
<u>Strömsunds kommun</u>					
Gåxsjö, Hammerdal	5	209		49 – 548	13
Alnäs, Ström, Tåsjö	4	126		85 – 219	6
Bodum, Fjällsjö	6	1099		95 – 2 500	19
Frostviken	7	1251		640 – 2 180	37
<u>Åre kommun</u>	12	87		19 – 400	-
<u>Östersunds kommun</u>	17	64		12 – 200	18

## Analys av kött visar insatsbehovet

Med flygkartornas hjälp kunde man avgöra ungefär var i landet de högsta radioaktiva nedfallen fanns. Genom mejeriernas provtagning på mjölk fick man en mer detaljerad bild av problemen med Cs-137 på mjölkkogårdar. Information om tillståndet på marginella jordbruksmarker och inom fjällområdena fick man genom att analysera köttet från slaktade renar och betande husdjur.

### Analysrutiner

SLV utfärdade 1986 direktiv (Analysrutiner, PM 25) till berörda kontrollslakterier om hur provtagning på slaktade djur skulle ske och hur urvalet skulle göras. På kroppar som testades för Cs-137 tog man ut 200 g kött från framläggen. Proven skickades med ilpost till SLV eller laboratorium som SLV hänvisat till. Analysresultatet meddelades till besiktningsveterinären per telefon och bokfördes. Lantbruksnämnden fick en kopia av protokollen och tog kontakt med problemgårdar.

Ytterligare direktiv kom från SLV 1986-08-19 rörande provtagning i samband med får- och lammslakt. Besiktningsveterinären fick ansvaret för att dela in slakteriets upptagningsområde i tre klasser beroende på nivån av Cs-137 i utförda provtagningar. En klass var områden mindre än 250 Bq, nästa klass var områden inom 250 – 1 500 Bq och i en tredje klass kom områden med djur som visat halter över 1 500 Bq per kg kött. Om möjligt skulle indelningen göras för varje besättning men om uppgifter saknades kunde indelningen ske per församling.

Från vecka 17 år 1987 ändrade SLV provtagningsfrekvensen till att vart 100:e slaktat nötkreatur skulle testas för Cs-137. Besiktningsveterinären fick senare hela ansvaret för s.k. riktad provtagning, d.v.s. veterinären skulle själv bestämma i vilken omfattning det var nödvändigt att kontrollera slaktkropparnas halt av Cs-137 för att gränsen, 300 Bq Cs-137 per kg, inte skulle överskridas. Detta gällde även för får, get och häst.

Vid kontrollslakteriet i Östersund var Per Englund besiktningsveterinär och det etablerades ett mycket nära och givande samarbete mellan honom och lantbruksnämndens husdjursrådgivare.

## Slaktresultat

År 1986 blev en hel del djurkroppar kasserade på grund av att köttets halt av Cs-137 låg vid eller över 300 Bq per kg, se tabell 4. I tabellen ingår inte de ca 200 får och lamm som hade så höga värden att de sändes direkt till destruktion. En destruktionsanläggning i Stenstorp tog emot kasserade slaktkroppar varav en del användes som foder till pälsdjur.

De djur som kasserades kom från området norr, väster och söder om Jormsjön i Frostviken där fåren gått på fjällbete under sommaren och hösten. En provslakt den 19 augusti på 12 djur från sex olika besättningar visade  $1\ 700\ \text{Bq} \pm 259$  med en variation från 1 400 – 2 200 Bq per kg kött av Cs-137. En av gårdarna slaktade 11 st lamm den 4 november. Dessa lamm hade då  $1\ 130 \pm 305$  Bq per kg kött och resultatet ingår i tabell 4.

De slaktkroppar som kasserats, d.v.s. haft 300 Bq Cs-137 per kg kött eller mer, kom från 43 besättningar. Sju av dessa fanns på gårdar i Håsjö, Hällesjö, och Kälarne samt tre på gårdar i Bodums församlingar. Rådgivare på lantbruksnämnden tog personligen kontakt med samtliga djurägare och diskuterade åtgärder. Det visade sig att de som fått tackor och lamm kasserade i nämnda församlingar hade haft fåren på skogsbete. Eftersom det enligt förordningen 1946:178 inte var tillåtet att låta får beta i skogen i Jämtlands län, informerades djurägarna om detta.

Tabell 4. Cesiumhalt i prov tagna 1986 på kontrollslakterierna i Östersund och Sollefteå. Nötkreatur och får uppfödda inom Jämtlands län. Antal djur (N) och medeltal (M), standardavvikelse (Std) och variationsbredd (Var.bredd) för aktiviteten i köttet  
*Table 4. Caesium content in samples taken at the control slaughterhouses in Östersund and Sollefteå in 1986. Cattle and sheep bred within the Jämtland county. Number of animals (N) and mean (M), standard deviation (Stdv) and range of distribution (RoD) of the activity in the meat*

Kommun/församling <i>Municipality/Parish</i>	Nötkött Beef			Får- och lammkött Meat of lamb and sheep			
	N	M	Var.bredd	N	M	Std	Var.bredd
	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>RoD</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>Stdv</i>	<i>RoD</i>
	Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg
Bräcke/Hällesjö, Hå- sjö, Kälarne	2	208	36–380	83	324	232	79–881
Härjedalen	3	33	18–49				
Krokom/Föllinge, Ho- tagen	8	31	0–76	28	153	139	9–383
Ragunda/Stugun, Ragunda	2	56	47–64	10	203	191	39–681
<u>Strömsund/Frostviken</u>							
Samtliga prov	47	410	119–1519	73	867	545	92–2200
> 1 000 Bq/kg	5	1161	1005–1519	30	1411		1005–2200
< 300 Bq/kg	24	190		14	194		
Bodum, Fjällsjö							
≥ 300 B/kg				52			350 – 1 316
< 300 Bq/kg				253			

## Observationer i fält

1) Ett resultat som var av intresse för andra djurägare kommer från en gård i Kälarne församling. Djurägaren ändrade delvis under 1987 betesgången från bete på skogsmark till bete på inägor av odlad mark som gav nedanstående resultat:

- 1986 bete på skogsmark 10 djur slakt 17/9 725 ± 144
- 1987 ” ” ” 14 ” ” 22/9 417 ± 57
- 1987 ” ” odlad mark 9 ” ” ” 37 ± 10
- 1988 ” ” skogsmark 6 ” ” 19/10 437 ± 102
- 1988 ” ” odlad mark 12 ” ” ” 28 ± 28

2) I trakten av Stora Blåsjön fanns en gård med dikor och ungtjurar. Korna gick på ett 800 ha stort fjällskogsområde medan en grupp ungtjurar fick beta på ett 90 ha stort hägn med fjällskog. På hösten fick ungtjurarna även beta återväxt på vall. Gårdens hö höll 2 260 Bq Cs-137 per kg torrsubstans. Två tjurar fick stå inne på stall med enbart hö som foder. Vid slakten den 13/10 1986 blev resultatet i medeltal för de olika grupperna

• fjällskogsbeta	3 kor	1 055 Bq/kg kött
• fjällskogsbeta och återväxt	3 tjurar	530 Bq/kg kött
• hö på stall, 8 kg/dag	2 tjurar	600 Bq/kg kött

3) I samma område i Stora Blåsjön gick 10 st får på fjällbeta. De slaktades 15 - 19/9 samma år som nötkreaturen och hade vid slakten 985 Bq  $\pm$  234 Bq Cs-137 per kg kött.

### Slutsats

Att döma av antalet kasserade kroppar var Frostviken den församling i Jämtlands län som var hårdast drabbad av det radioaktiva nedfallet, vilket även styrks av de växtprov som tagits. Det faktum att man i området använde sig av fjällbeta under sommaren utgjorde problemet och orsakade hög halt av Cs-137 i betesvegetationen.

En detaljerad flygkarta över nedfallet visas i figur 5. Inom området är Ankarvattnet och det ca 5 km NNV liggande Leipikvattnet markerat att ligga mellan 40 – 60 kBq Cs-137 per m<sup>2</sup>. Därefter kommer Stora Blåsjön och även ett område söder om Jormsjöarna och kring Gäddede. Höanalyser visade över 2 000 Bq per kg ts i både Ankarvattnet och Stora Blåsjön år 1986.





Figur 5. Markbeläggning av Cs-137 i Frostvikens församling enligt flygmätningar 1986-11-07 (SGAB, 1986).

Figure 5. Ground deposition of Cs-137 in Frostviken parish according to flight measurements 1986-11-07 (SGAB, 1986).

## Frostviken, fasetterat jordbruksområde

Om Frostvikens ursprungliga bebyggelse har det forskats med hjälp av kyrkböcker, jordeböcker och församlingens räkenskaper (de Brun, 1925, 1928). Den första kartan upprättades i mitten av 1600-talet och i mitten av 1700-talet reglerades gränsen mot Norge.

### Gamla Frostviken

Byarna i Frostvikens västra del bebyggdes under senare delen av 1700-talet, de östra omkring 1820. När lantmäteriet avslutat sitt arbete med Frostviken år 1849 fanns det 46 hemman, nybyggen och kronotorp. Fyra av fastigheterna ägdes av norrmän. Jordbruksbefolkningen år 1849 bestod av 673 personer fördelade på 80 hushåll och antalet samer var 208 personer på 47 hushåll. Man kan läsa i boken *Bebyggelse och folkliv* (Johansson, 1947) att antalet husdjur på jordbruk i Frostviken år 1849 uppskattades till 140 hästar, 900 nötkreatur och 1 000 höns eller andra tamfåglar.

Frostviken blev ett eget pastorat 1861. Det hade tidigare hört till Föllinge. I en beskrivning av Frostviken 1819 (Rickman, 1819) omtalas att det fanns ett "förträffligt tegelstensbrott som varit orört" och ett kvarnstensbrott där folk från Strömsund högg kvarnstenar. Stenarna fraktades sjövägen med båt i 15 – 18 mil. Man måste passera två eden under vägen och då gå till fots och dra båten över land, först vid Gäddedet (Gäddede) 2000 alnar och sedan vid Bogadet (Bågede) ca 1000 alnar.

Jordbruket förde med sig ett hårt arbete för att skaffa foder till djuren. Växterna på inägorna bestod av självsådda gräs och örter. Höskörden räckte inte till djurens behov. Man skördade därför även foder ute i naturen, i gläntor och på röjningar. Nöt, får och getter fick under vintern klara sig på starrhö. Starren lades efter skörden i stora stackar som sedan kördes hem på vintern. En viktig del av boskapskötseln var betesgången på fjället. Flera gårdar hade ofta en eller flera sätrar gemensamt där de tillverkade smör och ost. En del av sätern var i regel inhägnad och där skördades hö. Huvudsakligen låg fjällbetena på 500 – 700 m höjd ö.h.

### Naturen

Väster om de stora sjöarna i Frostviken, på den norska sidan, finns två stora sjöar, Limingen och Tunnsjön. Avståndet från deras västra strand till närmaste fjord

är omkring fem mil. Det är låga berg från Frostviken till havet och trakten får känning av Golfströmmen vid långvarig västanvind.

Den västra delen av Frostviken har stora höjdskillnader. Leipikvattnet (Lebbievattnet) ligger 468 m och sjön Hetöglen i söder 294 m.ö.h. Området har också geologiskt komplicerad berggrund (Ångeby, 1947). När man betraktar bilden anar man att platsen en gång varit som en häxkittel. Såväl fjällkedjans veckning med krossat berg och kambrosilurlager, som magma uppträngande ur en spricka i jordskorpan har genom omblandning, tryck och hetta kristalliserats om och bildat nya mineral.

Frostvikens mjuka glimmerskiffrar har ett positivt inflytande på markens näringsinnehåll, liksom hornblände, ler- och alunskiffrar. Det förklarar att det finns en artrik och yppig vegetation i området "Blåsjöfjällen".

### **Frostviken 1986**

Det fanns enligt Statistiska Centralbyrån (SCB) 40 stycken lantbruksföretag med mer än 2 ha brukad åker. Totalt var arealen 326 ha 1986. Antalet husdjur, räknat i början av juni var 56 mjölkkor, 40 dikor, 158 kalvar och ungnöt, 179 baggar och tackor samt 283 lamm. Enligt 1985 års getstöd fanns det 141 mjölkgetter och fem gårdar. Medelskörden under 1982 – 1986 var 3 860 kg bärgad vall med 16,5 procent vatten.

Av de 40 lantbruksföretagen hade lantbruksnämnden kontakt med 31 företag som hade husdjursskötsel. De brukade tillsammans 43 ha åker och utnyttjade 63 ha kulturbetesmark. Storleksmässigt fördelade sig de 31 företagen på följande sätt:

- 2,1 - 5 ha 14 företag
- 5,1 - 10 ha 11 ”
- 10,1 - 20 ha 5 ”
- > 20 ha 1 ”

Många brukade mer mark än de ägde eftersom det var ganska lätt att arrendera mark. I ett fall hade djurägaren ingen mark alls utan köpte istället hö och lät djuren beta i fjällskogen på sommaren.

Det fanns många olika driftsformer. Några jordbruksföretagare hade en rationell jordbruksdrift och skötte gården med hjälp av moderna jordbruksmaskiner. Några hade investerat i om-, till- eller nybyggnad med avsikt att utnyttja det rikliga

fjällbetet för lammköttproduktion. Andra drev jordbruket traditionellt med både kor, får och getter och en extensiv jordbruksdrift. Det fanns några unga med alternativ odling som ville driva gården utan hjälp av konstgödsel eller andra kemiska tillsatsmedel. Många hade arbeten utanför jordbruket och hade några få husdjur för att hålla marken öppen kring gården.

Störst var problemen hos dem som nyinvesterat och utnyttjade fjällbeten samt hos getostproducenterna. De blev hårdast drabbade av det radioaktiva nedfallet.

## Information i Jämtlands län om det radioaktiva nedfallet

Från centralt håll gick tidigt information ut om Tjernobylyolyckan via press, radio och TV. Skriftlig information sändes ut i samarbete med jordbrukets organisationer.

Även lantbruksnämnden använde sig av press och radio, lokalt, samt meddelanden via masskorsband, se exempel i bilaga F. Informationen anpassades efterhand till olika grupper av jordbrukare, t.ex. de som hade mjölkkor, biffdjur, får eller getter. Slutligen fick jordbrukarna personliga besök av lantbruksnämndens rådgivare för planering av åtgärder på respektive gård.

Informationsmöten hölls för allmänheten i juni 1986 på följande platser: Hammarstrand, Gäddede, Strömsund, Sveg, Bräcke, Svenstavik, Östersund, Krokomb och Järpen. 500 personer deltog. Mötet hölls i samarbete med länsstyrelsen och som informatörer deltog en radiolog från landstinget, försvarsdirektören, en veterinär samt jordbruks- och husdjurskonsulenter i länet.

I Jormlien anordnades ett informationsmöte med medverkan av institutionen för radioekologi. Professorn och tre av hans närmaste medarbetare deltog. På husdjurssidan kom en annan specialist från SLU medan lantbruksnämnden ställde upp med lantbruksdirektören och två lantbrukskonsulenter. Detta skedde 13 juni 1988.

Resultaten av analyserade gräs- och höprover sändes ut till alla jordbrukare med masskorsband, likaså resultatet av slakten.

## Åtgärder sommaren 1986 och budgetåret 1986/87

Regeringens, SSI:s och LBS:s beslut med anledning av Tjernobylyolyckan har tidigare redovisats i stycke ”Initiativ och beslut tagna år 1986 av centrala myndigheter och jordbrukets organisationer” samt i bilaga G. Det radioaktiva nedfallens omfattning i länet samt en rad undersökningar och observationer har beskrivits i avsnittet ”Radioaktivt nedfall i Jämtlands län, friklassning”.

Det fanns inga färdiga planer i beredskap för jordbruket när Tjernobylyolyckan inträffade. LBS fattade beslut om åtgärder snabbt och kompletterade dem när nya problem identifierades. Som riktlinje för lantbruksnämndens arbete gav LBS ut ”Allmänna Råd 1986:3. Ersättning på grund av radioaktivt nedfall.” Fram till 1 juli 1987 hade sammanlagt nio tillägg meddelats.

LBS utsåg en kontaktman för växtodlingsfrågor och en för husdjursfrågor. Det medverkade till att samarbetet mellan LBS och lantbruksnämnderna blev effektivt och smidigt. Målet var att livsmedelsprodukternas, i första hand mjölkens och köttets, halt av radioaktiva ämnen skulle hållas på så låg nivå som möjligt.

### Åtgärdsområden

I kommunerna Bräcke, Ragunda, Strömsund och Östersund uppmanades mjölkproducenterna att hålla mjölkorna på stall till dess att respektive område friklassats av SSI. Ersättning för kostnaderna utlovades. Vallproducenter i Ragunda kommun samt i församlingarna Bodum, Fjällsjö och Frostviken i Strömsunds kommun friklassades den 12 juni. De erbjöds ersättning för gödsling med K i syfte att sänka vallfodrets halt av Cs-137. De som bedrev ungnöts- och lammköttproduktion i Frostviken och fått slaktdjur kasserade på grund av för högt halt av Cs-137 i köttet fick likaså ersättning av staten. LBS uppmanade lantbruksnämnden att utse en särskild person som skulle ansvara för utbetalningen av ersättningar.

### Särskilda skäl för ytterligare ersättningar

I varje bestämmelse om ersättning hade LBS en tilläggsparagraf om ”särskilda skäl till ersättning”. Den innebar att en jordbruksföretagare kunde ansöka om ersättning även om förutsättningarna enligt LBS bestämmelser inte uppfylldes. En sådan ansökan skulle bedömas av lantbruksnämnden och om nämnden ansåg den motiverad skulle den sändas vidare till LBS för beslut.

### *Ersättning för försenad betessläppning*

Ersättning på grund av försenat betessläpp utgick med ett visst belopp per ko och dag. Dessutom betalades ersättning för merarbete, t.ex. putsning av förvuxet bete. Ett problem var att SSI friklassade respektive område med mycket kort varsel, vilket gjorde att mjölkproducenterna hade svårt att planera inköp av hö. De som fick hö över kunde få ersättning. (Höet var ofta av mindre god kvalitet och minskade snabbt i värde.) Ersättning utgick även för lägre mjölkavkastning om korna stått på stall minst 8 dagar efter den dag då betessläppningen egentligen skulle ha skett.

Getostproducenter fick motsvarande ersättningar som mjölkproducenterna men med anpassning till getternas speciella krav. Som åtgärdsgräns satte LBS 300 – 500 Bq Cs-137 i gårdens vallfoder. Getproducenterna uppmanades att hålla getterna på stall till 1 juli. Ersättning betalades ut till dem som måste köpa cesiumfritt hö.

### *Kasserad mjölk*

De som trots rekommendationen från SSI släppte korna på bete måste hälla ut mjölken, t.ex. i urinbrunnen. Mejeriföreningen var skyldig att mäta mjölmängden dessförinnan och staten betalade ersättning för kasserad mängd mjölk.

### *Vallskörd med hög stubb*

De som följde rådet att skörda vallen med hög stubb fick ersättning med en summa per hektar för merarbete och minskad skörd samt slätter och bortforsling av stubben. Dessutom kunde ersättning utgå för ökade maskinkostnader, t.ex. hyra av maskiner, samt för extra foderinköp.

### *Plöjning och kaliumgödsling*

Sommaren 1986 fanns möjlighet till att sanera vallar med hög cesiumaktivitet genom att plöja dem före skörd och sedan anlägga nya vallar. Inga sådana ansökningar kom in i Jämtlands län. Inför 1987 års växtodlingssäsong rekommenderade LBS plöjning, omläggning av vallar och kaliumgödsling i åtgärdsområden som friklassats efter 12 juni 1986. Vid beräkning av ersättningar skulle hänsyn tas till det enskilda företagens kostnader och förluster samt till vallens eller betets ålder. Högsta ersättning för arbets- och maskinkostnad var 1 200 kr per ha och 600 kr för frö till nyinsådd per ha.

## *Kaliumgödsling*

Kaliumgödsel skulle ges som övergödsling under våren 1987. I Jämtland erbjöds företag inom åtgärdsområdet en generell ersättning för 100 kg K per ha. Ett 30-tal brukare ansökte om kaliumgödsling, varav sju i Frostviken. Totalt plöjdes 186 ha inom åtgärdsområdet varav 13 ha i Frostvikens församling 1986/87.

## *Nötköttsproduktion*

För att undvika kassation av nötkött ansåg LBS att vallfodret fick hålla högst 500 – 1 500 Bq per kg torrs substans, beroende på foderstatens sammansättning. De köttjursuppfödare som före slakten gav djuren sådant foder att köttets cesiumhalt sjönk till godkänd nivå, "saneringsutfodrade", kunde få ersättning per djur och dag, dock högst i 60 dagar. De flesta av de 24 nötkreatur som kasserades hösten 1986 kom från fjällskogsbete. Begränsat utrymme vid stall ning av djur och svårigheter att bedöma cesiumhalten i djurkroppen, försvårade saneringsåtgärderna. Däremot var det lättare att saneringsutfodra de djur som skulle slaktas under stallperioden.

Från Frostviken gick slaktbilstransporterna högst en gång per månad och saneringsperioderna fick anpassas därefter. Genom kontakt med slakteriet var det möjligt att gripa in vid behov för att vidta åtgärder före slakt eller skjuta upp slakten efter samråd med djurägaren.

## *Lammköttsproduktion*

Inför lammslakten 1986 provslaktades 12 av de lamm som betat i Frostvikenfjällen. Lammen slaktades den 19 augusti och slaktkropparna hade då mellan 1 500 och 2 200 Bq Cs-137 per kg. Den 5 september meddelade LBS att djur som beräknades ha över 1 500 Bq per kg skulle gå direkt till destruktion. De fårägare som utfodrade med cesiumfritt hö och spannmål (saneringsutfodrade) för att undvika kassation fick ersättning för merkostnader och merarbete samt försämrat slaktvärde på grund av uppskjuten slakt. Ett fåtal lamm saneringsutfodrades hösten 1986. Höga cesiumvärden hos lammen och platsbrist försvårade saneringsåtgärderna. Ersättningsperioden fick vara högst 60 dagar och räknades från den dag slakten egentligen skulle ha skett.

Inom Bräcke kommun, Fjällsjö och Bodums församlingar, kasserades sammanlagt 82 får och lamm hösten 1986. Vid en uppföljning visade det sig att de kasserade djuren gått på skogsbete. Enligt förordningen 1946:178 är det inte tillåtet att



låta får gå på bete i skogsmark i Jämtlands län. Djurägarna fick meddelande om detta. Inom Frostvikens församling kasserades 59 får och lamm vid slakten. Dessutom sändes omkring 200 djur direkt från fjällbetet till destruktion.

### **Utbetalda ersättningar till jordbrukare t.o.m. budgetåret 1986/87**

Från lantbruksnämnden i Jämtlands län utbetalades 4,6 miljoner kr till jordbruksföretagare t.o.m. budgetåret 1986/87, se tabell 5. Till kostnaderna i tabellen kommer de ersättningar som LBS betalade till slakteriet i Östersund för slaktkroppar med för hög halt av Cs-137. För 149 får och lamm, sju kor och 17 ungnöt betalades uppskattningsvis omkring 200 000 kr. Värdet på de lamm och får som gick direkt till destruktion låg kring 125 000 kr. Förutom detta fick slakteriet ersättning för organ som hölls kvar i avvaktan på analysresultat. Organen förstördes emellertid under väntetiden på besked. Slakteriet uppger en kostnad på ca 80 000 kr för förstörda organ under det första året.

Tillkommer gör även kostnader för analyser, försök och utvecklingsarbete samt för administration hos SSI, LBS, LN, slakteriet och mejeriföreningen, m.m.

Tabell 5. Ersättning till jordbrukare för åtgärder vidtagna 1986 t.o.m. 30 juni 1987, tusental kronor (kkkr)

*Table 5. Compensation paid to farmers for measures taken in 1986 until the 30<sup>th</sup> 1987, in thousands Swedish krona (kSEK)*

Åtgärd <i>Measure</i>	Antal utbetalningar <i>Number of payments</i>	Ersättning <i>Compensation</i> kkkr <i>kSEK</i>
Försenad betessläppning, mjölkkor	65	261
Minskad mjölkavkastning	153	923
Vallskörd med hög stubb I	103	1 444
" " " " II	4	39
Plöjning och omläggning av vallar I	39	346
" " " " " " II	4	24
Kaliumgödsling I	101	852
" " II	46	240
Getföretag, kasserade produkter, ersättningsfoder	17	376
Får och lamm, saneringsutfodring före slakt och I samband med lammningen	10	69
Nötkreatur, saneringsutfodring	3	10
" , kassation av hemslaktade djur	1	4
Summa	548	4 588

I: Ersättningen utbetald under budgetåret 1986/87

II: Ersättningen utbetald under budgetåret 1987/1988 men avser åtgärd 1986/87

## Åtgärder 1987/88 - 1991/92

I det första årets akuta åtgärdsprogram deltog all tillgänglig personal vid lantbruksnämnden och det med stor energi. Det saknades inte viljor, både LRF och kommunen i Strömsund deltog gärna i planeringen. Insatserna de följande åren koncentrerades och huvudansvaret till en person, husdjurskonsulenten, som hade god hjälp av växtodlingskonsulenten Birger Jönsson.

I en skrivelse (1988-07-06) framhåller LBS att åtgärderna de närmaste åren skulle ses som ett led i ett långsiktigt saneringsprogram. Lantbruksdirektören Jörn Svensson (med forskarbakgrund) engagerade sig i åtgärdsprogrammets planering, i beslut och gav stöd åt personalen vid arbetets genomförande.

### Vallarna i Frostviken

En hel del gräs- och höprov togs vid programmets början. Vid gräsprov taget den 13 juni 1989 blev resultatet i norra och nedre delen av Frostviken följande halter av Cs-137 per g ts:

- Ankarvattnet och Stora Blåsjön  $551 \pm 546$  Bq, 19 prov
- Jormlien och Jormvattnet  $274 \pm 222$  Bq, 18 prov

En undersökning av hur cesiumhalten varierade under sommaren utfördes av SLU. Resultaten uttryckt i Bq Cs-137 per kg torrsubstans visade följande medeltal samt lägsta och högsta värden vid olika tidpunkter

- 13/6 370 125 – 1 035, 10 prov
- 5-6/7 567 55 – 2 145, 15 prov
- 14/9 219 140 – 430, 5 prov

På en gammal fäbodvall bestämdes halten av Cs-137 i prov av gräs tagna 6 juli 4 630 Bq och prov på skogsbeta i Jormlien, bestående av blad från sly samt örter och gräs, 193 Bq. I tabell 6 redovisas höets halt av Cs-137 för åren 1986 – 1989.

Tabell 6. Halt i hö av Cs-137, Bq per kg ts. Proven uttagna med foderborr.  
 Table 6. Content of Cs-137 in hay, Bq per kg dw. Samples take using feed drill.

År Year	Cs-137 i hö, Bq/kg ts Cs-13 in hay, Bq/kg dw		
	Ankarvattnet	Stora Blåsjön	Jormlien & Jormvattnet
1986	1 770	2 260	545
1987	1 500	850	-
1988	1 030	520	170
1989	1 210	645	295

### Sanering av vallar

Tre grupper av jordbrukare, som hade problem med Cs-137, skulle aktivt påverkas för att mot ersättning sanera sina vallar. Det var

- getostproducenter som riskerade få ost kasserad,
- nöt- och lammköttproducenter med för hög av halt av Cs-137 i vallfodret,
- nötköttproducenter som normalt använde skogs- och fjällbeten och som måste utvidga sin areal av betesvallar för att inte behöva minska antalet djur.

Visserligen hade jordbruksföretagare i nordvästra Jämtland tidigare uppmanats att utöka plöjningen av åkrar och betesvallar men de fyra senaste åren hade i genomsnitt endast sex procent av vallarealen plöjts per år i Frostvikens församling. Det fanns flera orsaker till tvekan. Många saknade egna maskiner och kunskap. De som hade maskiner hade fullt upp med att plöja och så in den egna arealen. Några alternativodlare hade svårt att tänka sig att plöja ner de gamla art- och örtrika ängarna och få dem ersatta med odlade gräsvallar.

LBS riktlinjer för omläggning av vallar byggde på lantbruksnämndernas "vägle- dande prislista på maskinarbeten" i norra Sverige. Denna behövde kompletteras med hänsyn till särskilda försvårande förhållanden i Frostviken, t.ex.

- plöjning med enskärig plog
- små skiften och kuperad terräng
- stenplockning i stor omfattning

Många vallar hade legat oplöjda 20 – 30 år och senast plöjts med hästdragen plog, d.v.s. grunt. Många stenar hade frusit upp under åren. Lantbruksnämnden lyckades hyra plog i Hammerdal och stenplockningsmaskin i Norge. Vidare anordnades utbildning i plöjning i brant terräng.

De som beviljades ersättning för omläggning av vall måste förbinda sig att ha sått in den nya vällen senast år 1992. Eftersom plöjning av stor areal på kort tid medförde brist på vallfoder kunde ersättning utgå för inköp av hö i det hårdast drabbade området.

I bilaga H finns en prislista för år 1989 som tar upp alla moment i omläggning av vall. Hela kostnaden för vallfrö ersattes också. I LBS skrivelse 1987-07-09 medges att vid omläggning av vall; som man normalt aldrig brukar lägga om, kan ersättning utgå för upp till 100 kg K i form av kalisalt, kalimagnesia eller NK-gödselmedel. Lantbruksnämnden valde att i stället ersätta 50 % av kostnaden för max. 500 kg NPK 14:6:17 per ha, inkl. frakt, med tanke på de näringsfattiga jordarna och att mängden skörd var viktig.

### **Mättningsfel vid radioaktivitetsmätning**

Det radioaktiva sönderfallet sker slumpmässigt, man får alltså inga exakta värden när man mäter antalet sönderfall per sekund. En vanlig metod är att mäta radioaktiviteten med en NaI-detektor. Den kan inte särskilja aktiviteten från Cs-134 och Cs-137 från andra strålningskällor. Mätning med en Ge-detektor är mer noggrann men mätningen är tidsödande och därmed kostnadskrävande (Tandemacceleratorlaboratoriet, 1986). Om man t.ex. utgår från ett prov (0,5 kg) med aktiviteten 300 Bq per kg eller mer är noggrannheten under en bestämd tid 15 % i en NaI-detektor eller 7 % i en Ge-detektor. Ökad mättid ger större säkerhet.

År 1990 sändes t.ex. 14 köttprov från länet till Gammadata Mätteknik AB. De uppgav en noggrannhet på + 7 % när medeltalet för proverna var 260 Bq Cs-137 per kg. I regel angavs inte avvikelserna i provsvaren.

### **Bedömning av Cs-137-halt i levande djur**

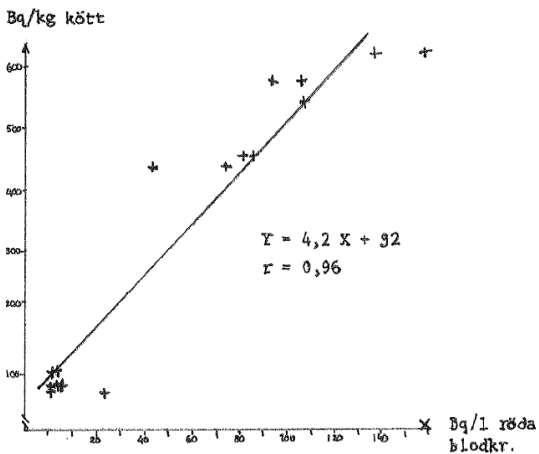
Man behöver kunna orientera sig om på vilken nivå ett djurs halt av Cs-137 ligger, så att man kan planera eventuella saneringsåtgärder. Det finns flera metoder att välja mellan, t.ex. 1) att utgå från fodrets halt av Cs-137, 2) provslakta några djur, 3) ta blodprov eller 4) mäta djurkroppens strålning utifrån.

Vet man djurets halt av Cs-137 kan man med hjälp av en mall räkna fram lämplig slakttidpunkt utifrån halveringstidens längd för Cs-137 i kroppen när man utfodrar med cesiumfritt foder, se bilaga I.

### 1. Foder-nötkött

Överföringskoefficienten, beräknad som kvoten mellan Bq per kg kött och Bq per kg foder, ger en vägledning vid planering av slakttidpunkt. SLU redovisade kvoter mellan 0,23 och 0,31 när kor och kvigor slaktades vintern 1986/87 (Alskog, 1992). Vid försök i Stora Blåsjön hade tjurar (2 st) vid slakten i oktober 1986 kvoten 0,26 och tjurar (4 st) med bentonittillskott 0,4.

I Stora Blåsjön beräknades kvoten mellan Bq/kg kött och Bq/kg ts i fodret med ledning av Bq/l röda blodkroppar enligt formeln i figur 6. Kvoterna för fyra grupper djur vintern 1986/87 låg mellan 0,17 och 0,23. Höet var skördat 1986, då halten av Cs-137 var hög.



Figur 6. Samband mellan koncentration av Cs-137 i blodet (x) och i köttet (y) hos ungnöt.

Figure 6. Connection between concentration of Cs-137 in blood (x) and in meat (y) of heifers.

### 2. Provsakt av några djur

Provsakt i t.ex. en fårhjord ger en god vägledning av halten när djuren går på bete. Det är emellertid en dyr metod om djurkropparna måste kasseras p.g.a. för hög halt av Cs-137.

### 3. Blodprov

I samarbete med Bernt Jones på Institutionen för klinisk kemi vid SLU utfördes en rad mätningar av de röda blodkropparnas halt av Cs-137 på tjurar på en gård i Stora Blåsjön. När fem av tjurarna slaktades hade de 526 Bq per kg kött medan de röda blodkropparnas aktivitet var i medeltal 102 Bq per liter. I medeltal blev kvoten eller regressionskoefficienten  $5,3 \pm 0,7$  (korrelationen  $r = 0,94$  i intervallet 70 – 150 Bq/l).

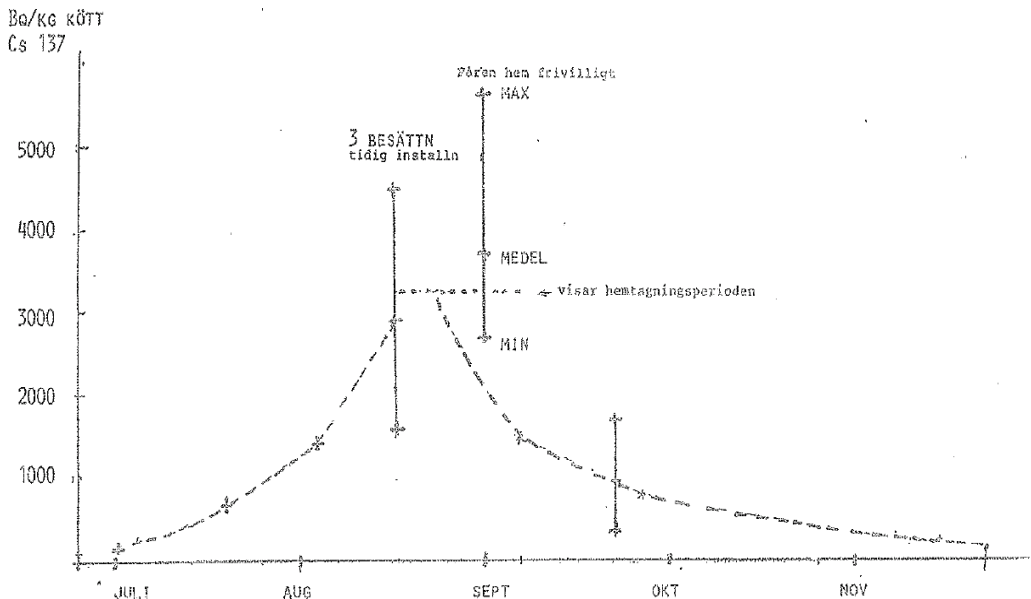
En grupp tjurar på samma gård slaktades när köttet innehöll 71 – 106 Bq per kg. Blodets halt av Cs-137 var då så lågt att det knappt var mätbart. Slår man ihop de två grupperna får man det resultat som visas i figur 6.

Mer omfattande undersökningar har utförts på får av Ekman m.fl., 1987 och Andersson, 1989a. De redovisar följande samband mellan aktivitet i röda blodkroppar (Bq/l) och köttets halt av Cs-137 (Bq/kg) när  $x$  står för Bq per liter röda blodkroppar hos lamm,  $r$  är korrelationskoefficient

- Bq/kg kött =  $4x - 16$                        $r = 0,70$                       (1987)
- Bq/kg kött =  $3,37x + 3$                        $r = 0,89$                       (1989)

Ekvationen från 1987 användes vid framtagningen av figur 7, den bygger på blodprov och provslakt åren 1986 och 1988.

Mätning av aktiviteten i röda blodkroppar är komplicerad jämfört med mätning av aktivitet i foder och kött. Att ta blodprov på stora djur som inte är vana vid en närgången hantering var ett riskfyllt arbete för den norske distriktsveterinären Per Nordland. Han hade både Nordli och Frostviken som veterinärdistrikt. Det finns behov av en enklare metod ute i fältet.



Figur 7. Illustration av hur köttets innehåll av Cs-137 ändras vid betesgång på fjället och under saneringsperioden. Köttets innehåll bestämt med hjälp av blodprov och provslakt.  
 Figure 7. Illustration of change of Cs-137 content while grazing on the mountain and during remediation period. The content in meat determined using blood samples and test slaughter.

#### 4. Mäta aktiviteten utifrån

Mäta aktiviteten, Bq per kg kött, utanpå levande djur kan ske med en bärbar detektor. I Norge var man redan år 1986 igång med att använda utrustning för att mäta gammastrålningen utanpå levande får, nöt och ren samt även på slaktkroppar, med samma bärbara NaI-detektor. Kvoten mellan Bq per kg kött (efter slakten) och detektorns uppmätta impulser (counts per second, cps) beräknades och kallades "geometrifaktor". Följande värden publicerades (Strand & Brynildsen, 1987b) för får, kor och tjurar

- levande får  $34,6 \pm 2,3$  Bq/cps
- levande kor  $12,9 \pm 1,8$  Bq/cps
- levande tjurar  $15,2 \pm 1,3$  Bq/cps

I "geometrifaktorn" ingår både Cs-134 och Cs-137. Vid mätningen senhösten 1988 stod Cs-137 för omkring 75 procent av gammastrålningen. Omräknat till Cs-137 blir värdet för får 26. Vid mätningarna i Norge klippte man bort ullen från mätplatsen på kroppen i förväg. Vid mätningarna i Frostviken och Öster-



sund klipptes ingen ull bort. Gammastrålningen räknades om till halt av Cs-137 per kg kött. Syftet med mätningarna var att kunna planera slakttidpunkt för varje lamm så köttet vid slakten skulle hålla mindre än 300 Bq per kg.

## Mätteknik

Vid mätning av strålningsaktiviteten hos lamm placerades detektorn över lammets korsben så att detektorns främre kant tangerade en tänkt linje mellan höftbensknölnarna. Före mätningen av lammen bestämdes bakgrundstrålningen genom att mäta på den plats där lammet skulle stå och i samma höjd. Tio mätningar om 10 – 20 sekunder utfördes till dess att ett tillräckligt säkert värde hade uppmätts. Detektorn var kopplad till en dator, som automatiskt drog bort värdet för bakgrundstrålningen.

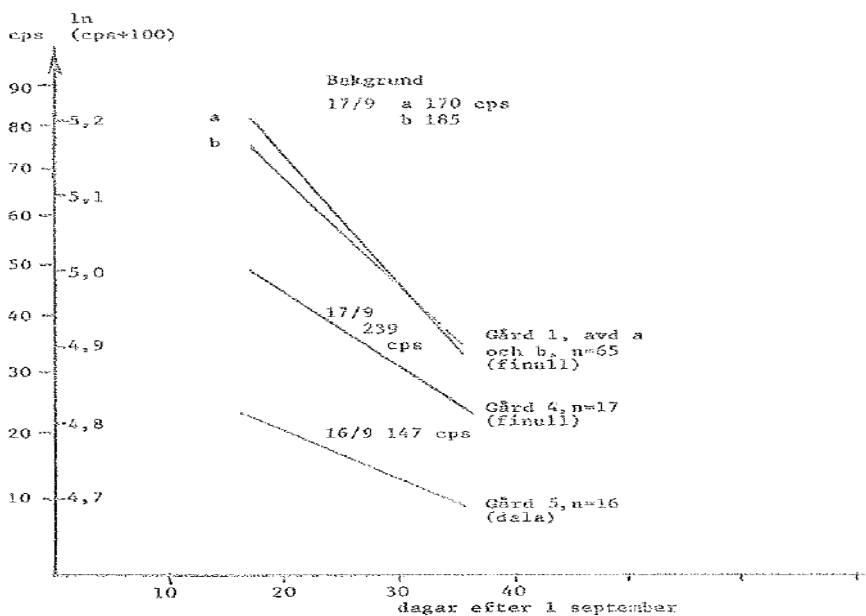
Samband mellan slaktkroppens halt av Cs-137 per kg kött och antal registrerade cps vid mätning på levande lamm, beräknades vid SLU:s försök med får på fjällbete (Försök 2). I detta försök skickades lammen direkt från betesmarken till slakteriet utan att saneringsutfodras. Strax före transporten till slakteriet registrerades lammens cps-värden. Halten av Cs-137 i prov av slaktkroppen, Bq per kg kött, bestämdes enligt SLV:s anvisningar. För praktiskt bruk var det viktigt att kunna skatta hur mycket köttets halt av Cs-137 ändrades när antalet cps sjönk vid saneringsutfodringen. På LN i Östersund gjordes därför en sådan beräkning.

År 1990 (den 29 sept.) slaktades 13 lamm från en försöksgård. Deras cps-värde var i medeltal  $67 \pm 10$ . Efter slakten hade de i medeltal  $1\ 087 \pm 195$  Bq per kg kött. År 1992 (den 15 okt.) slaktades återigen 13 lamm från denna gård. I detta fall hade sex av lammen betat i fjällen och sju betat på gårdens inäga hela sommaren. I medeltal för 13 lamm var antalet cps  $9 \pm 11$  och köttets halt av Cs-137 var i medeltal  $305 \pm 205$  Bq per kg

Ekvationen för sambandet  $Y = A + bX$ , där  $Y =$  Bq/kg kött,  $A$  intercept, och  $b$  regressionskoefficient, Bq/cps, var som följer

- 1990  $Y = 17,0 \pm 2,9$  Bq/cps  $r = 0,87$
- 1992  $Y = 18,7 \pm 1,3$  Bq/cps  $r = 0,97$

Gårdsspecifika skillnader är svåra att identifiera. Tre gårdar jämfördes år 1988 (figur 8). Enligt blodprov hade lammen på de tre gårdarna i medeltal samma värde på Bq Cs-137 per kg kött när de kom hem från betet. Den uppmätta nivån i cps var helt olika på de tre gårdarna, se figur 8. De hade gått på samma fjällbete på sommaren.



Figur 8. Resultat av aktivitetsmätningar, uttryckta i cps, från tre gårdar år 1988 (Bjäresten, Lantbruksnämnden, ej publicerat tidigare).

Figure 8. Results of activity measurements, expressed in cps, from three farms 1988 (Bjäresten, Lantbruksnämnden, previously unpublished).

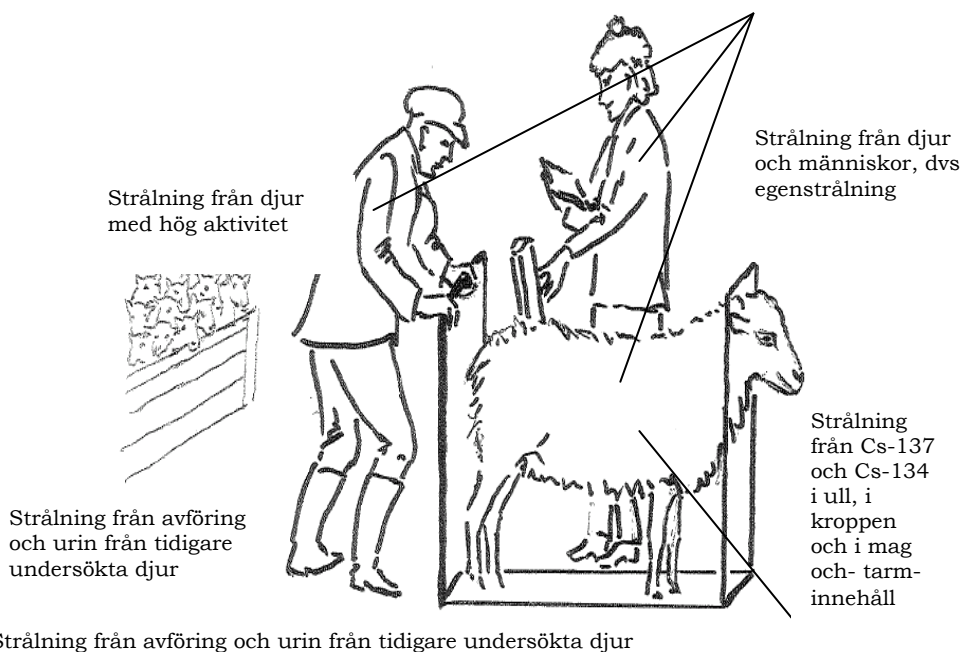
En serie studier med detektorn utfördes och många variationsorsaker identifierades.

- 1) Ullen hade inte klippts bort på mätplatsen. Ullen hade relativt lägre halt av Cs-137 än köttet (Andersson, 1989b). För en ras med mycket ull kan det bli för lågt mätvärde.
- 2) Om ullen är förorenad med fårgödsel kan mätvärdet påverkas beroende på halten Cs-137 i gödseln.
- 3) I stallar med gödselkällare under spaltgolvet ökade bakgrundsvärdet 10 – 50 cps på en månad.
- 4) När ett 90-tal lamm passerat mätplatsen hade bakgrundsstrålningen ökat med 7 cps vilket motsvarar ca 130 Bq i fåret. Orsaken var ökad mängd spillning på platsen.
- 5) Ändring av mätningssmiljön, t.ex. om en medhjälpare avlägsnade sig, medförde att bakgrundsstrålningen ändrades med nära 6 cps eller omkring 110 Bq

per kg i fåret. Med personen på plats var standardavvikelsen för bakgrundsstrålningen  $\pm 1,5$  cps och när denne gått, steg standardavvikelsen till 3,6 cps.

- 6) Radongaser i miljön spelar antagligen en stor roll. En 25-liters dunk med vatten från en gårdsbrunn gav t.ex. 20 cps högre värde än om man hade kranvattnet från Östersund i dunken, vilket tyder på att det fanns radongas i brunnsvattnet. Om mätplatsen avskärmades med en byggskiva sjönk bakgrundsvärdet, antagligen därför att luftcirkulationen hindrades och därmed flödet av gas.

En sammanställning av de olika strålningskällorna inne i ett stall där cesiumsmittade djur vistas, illustreras i figur 9.



Figur 9. Olika strålningskällor som påverkar resultatet vid mätning av får.

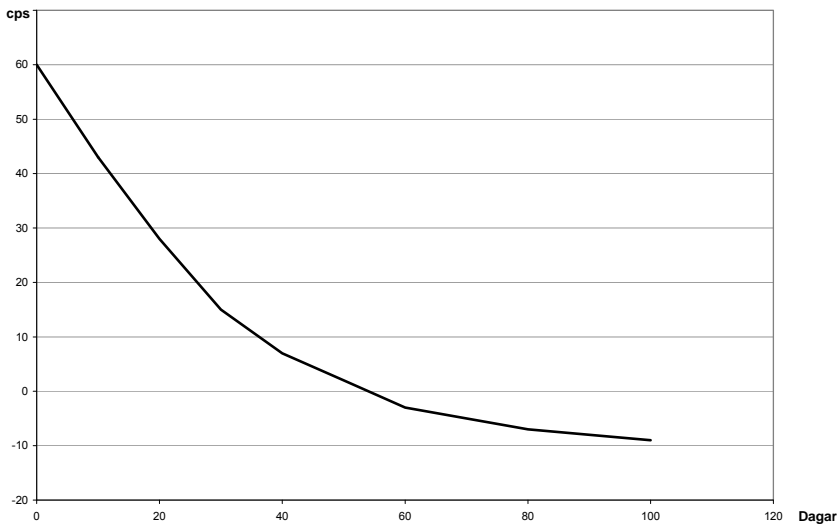
Figure 9. Different radiation sources that affect result, when measuring the activity in sheep.

## Nollställning

Några kalibreringspreparat följde inte med detektorn. För att få ett mått på antalet cps när det som skulle mätas inte gav någon joniserande strålning, användes en 25-liters plastdunk med dricksvatten från Östersund. Dunken placerades där lammen skulle mätas och i samma höjd över golvet, varefter bakgrundsstrålningen registrerades. Vattnet i dunken absorberade 7 – 15 procent av bakgrundsstrålningen. Fr.o.m. 1989 användes den metoden vid bestämning av bakgrundsstrålningen.

## Saneringsåtgärder kunde planeras när djurets cesiumhalt var känd

I bilaga J finns detaljerade uppgifter om mätningresultatet åren 1989 – 1991. Ett par hundra lamm samlades dessa år på en gård i Storsjöbygden och utfodrades med foder fritt från radioaktivt Cs. Genom att ha lammen på en och samma gård kom man ifrån problemet med gårdsskillnader och det var lätt att plocka ut och skicka iväg lamm till slakt när de bedömdes klara gränsen 300 Bq per kg kött. I figur 10 visas ett sammandrag av alla mätningresultat 1989 i en kurva som beskriver hur cps förändras med tiden när lammen utfodrades med "rent" foder, bl.a. betesgräs, d.v.s. saneringsutfodrades. Observera att cps är summan av strålning från Cs-134 och Cs-137 i figur 10.



Figur 10. Den radioaktiva strålningens avtagande, hos lamm, under saneringstiden.  
*Figure 10. The decreasing of the radioactive radiation in lambs, during the decontamination time.*

## Önskemål om en säkrare gammadetektor

Den detektor som användes vid mätning av husdjur i Frostviken var framtagen för mätning av renar. Gränsvärdet för renar var 1 500 Bq per kg kött och mätningen skedde utomhus. Vid mätning av husdjur inomhus var detektorn alltför känslig för strålningskällor i omgivningen. Det ställs även andra krav vid mätning av så låga aktiviteter som mindre än 300 Bq per kg kött.

Detektorn bör vara isolerad med bly på sidorna. Med hjälp av 3 – 4 kalibreringspreparat borde man kunna ta fram ett värde på bakgrundsstrålningen som ligger på rätt nivå och som kan programmeras in i tillhörande dator. Datorn bör också kunna räkna ut halten av Cs-137, Bq per kg kött.

Det var svårt att mäta slaktfärdiga ungtjurar inne i ett stall byggt av betong, under trängsel med andra djur, p.g.a. ojämn bakgrundsstrålning. Att mäta tjurarna utomhus ansågs alltför riskabelt och arbetskrävande, om det inte fanns en samlingsfälla och en behandlingsbur för mätning.

### Slutsats

Med hänsyn till den ekonomiska förlust varje kasserad slaktkropp innebär borde resurser satsas för att utveckla ett pålitligt och lätt användbart mätsystem.

### Cesiumbindare

Vid användningen av cesiumförorenat foder kan man blanda in bindemedel för att minska upptaget av Cs. Det finns två lermineral, bentonit och zeolit, som används som cesiumbindare samt färgämnet berlinerblått. De fungerar som jonbytare. I fodersmältningskanalen fixeras cesiumjoner till bindemedlet som följer med ut i avföringen.

#### *Bentonit*

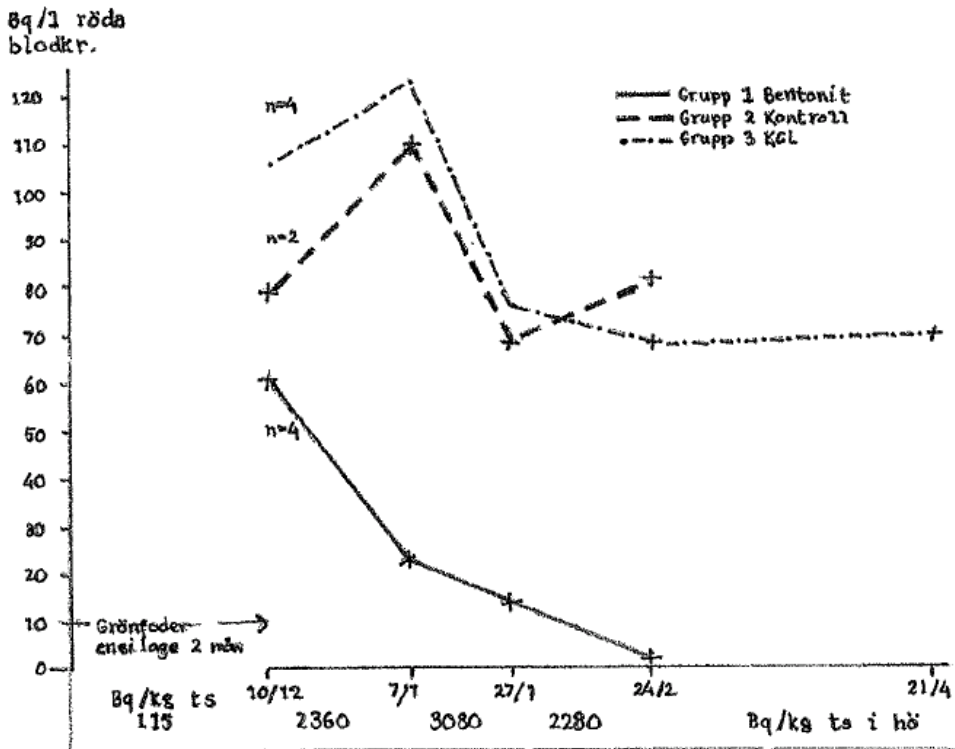
Bentonit är bildat genom förvittring av vulkanisk tuff. Redan på 1950-talet godkändes den som fodertillsats. Vidare används bentonit inom byggindustrin och är därför lätt att få tag på.

Vintern 1968/69 prövades bentonit i ett utfodringsförsök i Stora Blåsjön. I samarbete med Bernt Jones, Klinisk Kemi, SLU, bestämdes Cs-137 i blodprov vid provutfodring med bentonit. Figur 11 beskriver resultatet. På 19 dagar halvera-

des blodkropparnas halt av Cs-137 och den beräknade formeln när  $X$  står för antal dagar och  $Ery$  står för erythrocyter, d.v.s. röda bloddroppar blir

$$\log \text{Bq/l Ery} = 1,8 - 0,0168 X \quad r^2 = 0,98$$

De tjurar som användes i försöket var omkring 21 mån. gamla. De fick 8 kg hö per tjur och dag samt 1 liter melass med 200 g bentonit i. Grupp nr 3 i figur 11 var 11 månader yngre och fick 7 kg hö per dag.



Figur 11. Förändringen i de röda blodkropparnas halt av Cs-137 när tjurarna utfodrades med hö och ett tillskott av bentonit. Fr.o.m. 28 jan. fick både grupp 1 och 3 även kaliumklorid.

Figure 11. The change of Cs-137 content in the red blood cells when the bulls were fed hay and a supplement of bentonite. From the 28<sup>th</sup> of January group 1 and 3 were given potassium chloride as well.

Nackdelen med bentonit är att den är mycket hygroskopisk och när den blivit fuktig stelnar den och blir stenhård. Den är dammig att hantera och jordbrukarna tröttnade i längden på att röra ihop den med melass före utfodringen. (Bentonit kan också blandas med blötlagd betfor). Observera Bentonit skall först vispas ned i vattnet! Bentonit i kraftfoderpellets har med framgång testats vid SLU av Inger Andersson (1989a).

### **Cesiumbindare kräver extra mineralfoder?**

Det kan misstänkas att cesiumbindare även binder en del K och andra mineralämnen under passagen genom fodersmältningskanalen. I det nyss redovisade försöket gavs tillskott av både mineralslicksten och kalislicksten. Tjurarna i försöket ökade konsumtionen av både mineral- och kalislicksten och åt till slut tre gånger så mycket som det beräknade behovet, d.v.s. 190 g mineralslicksten och 190 g kalislicksten per djur och dag.

### *Zeolit*

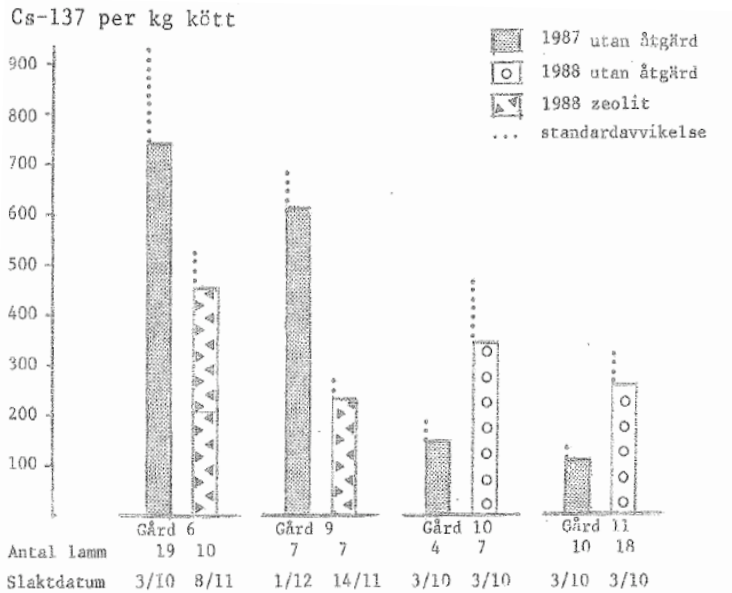
Det finns många varianter av mineralet zeolit. Mordenit är den zeolit som binder Cs effektivast (Forberg m.fl., 1989). Mordenit förekommer i varierande grad i en del zeoliter och kan framställas syntetiskt (till högt pris) och har formeln,  $\text{Na}_8(\text{Al}_2)_8(\text{SiO}_2)_{40} \times 24 \text{H}_2\text{O}$  med hålrum 0,29 – 0,70 nm (Cs 0,33 nm). Lantbruksnämnden köpte zeolit och fick den blandad på SLU:s foderfabrik i Uppsala med koksalt m.m. Zeoliten var av märket Clinolit.

Till får användes en blandning bestående av 60 procent zeolit och 40 procent koksalt. Till en tacka med lamm beräknades det gå åt 20 g zeolit-saltblandning per dag och dessutom 30 g av ett mineralfoder till får under betesperioden. Till nötkreatur gavs en blandning som bestod av 59 procent zeolit, 19 procent mineralfoder och 22 procent koksalt. Till en diko med kalv beräknades 130 g per dag och till ett ungnöt 60 g per dag året runt.

Sammanlagt 25 jordbrukare fick zeolitsalt-blandning till betesperioden 1988. Det gick åt 2 000 kg. Det var ett tungt arbete att bära ut zeolitsalt-blandningen till djur som gick på naturbeten och där markvägar saknades. Får som gick på fjällbete hittade antagligen inte utfodringsplatsen att döma av blodprov som togs på hösten. Figur 12 visar slaktresultatet på några gårdar.

Gård nr 10 och 11 i figur 12 låg i södra delen av Frostviken. De förväntades klara gränsen 300 Bq Cs-137 vid lammslakten. Men som framgår av figuren hade lammen dubbelt så hög halt i köttet av Cs-137 år 1988 än året innan. Samma

fenomen uppmärksammades av Garmo & Gunnerød (1992) med följande kommentar " i 1988 da cesiumverdiene i husdyrproduktene ble svært høye på grunn av mye sopp i beitet." När det är gott om svamp letar fåren ivrigt efter den och strövar vida omkring. De glömmar lätt bort saltstenen.



Figur 12. Cs-137 i lammkött vid utfodring med zeolit under betesperioden 1987 och 1988.

Figure 12. Cs-137 in meat of lambs while feeding with zeolite during grazing season 1987-1988.

År 1989 kompletterades salt-zeolitblandningen till fåren på betet med kraftfoder-zeolitpellets på stall före slakt. Djuren gavs samma mängd zeolit per dag i form av kraftfoder som de fått på sommaren i salt-zeolitblandningen. Jämfört med år 1988 sjönk lammens halt av Cs-137 till en tredjedel 1989. Även om man tillskriver årsmånen 50 procent av sänkningen finns det genomgående en effekt av zeolit blandad med kraftfoder jämfört med enbart zeolit-saltblandning. Om man betecknar år 1988 som grupp A och år 1989 som grupp B är resultatet för fyra gårdar med sammanlagt 61 lamm,  $\pm$  standardavvikelse:



	A	B
• gård 6	454 ± 65	94 ± 34
• gård 7	198 ± 39	66 ± 10
• gård 8	224 ± 37	94 ± 16
• gård 12	343 ± 17	43 ± 10

Obs. gård 12 hade inte fått någon salt-zeolitblandning

Tyvärr meddelade man från foderfabriken att zeoliten med sina skarpa kristaller, ibland i fibrig form skadade pelleteringsmaskinen. Att det dessutom var svårt att få en zeolit med hög halt mordenit, gjorde att slutomdömet blev ett man borde finna ett bättre medel.

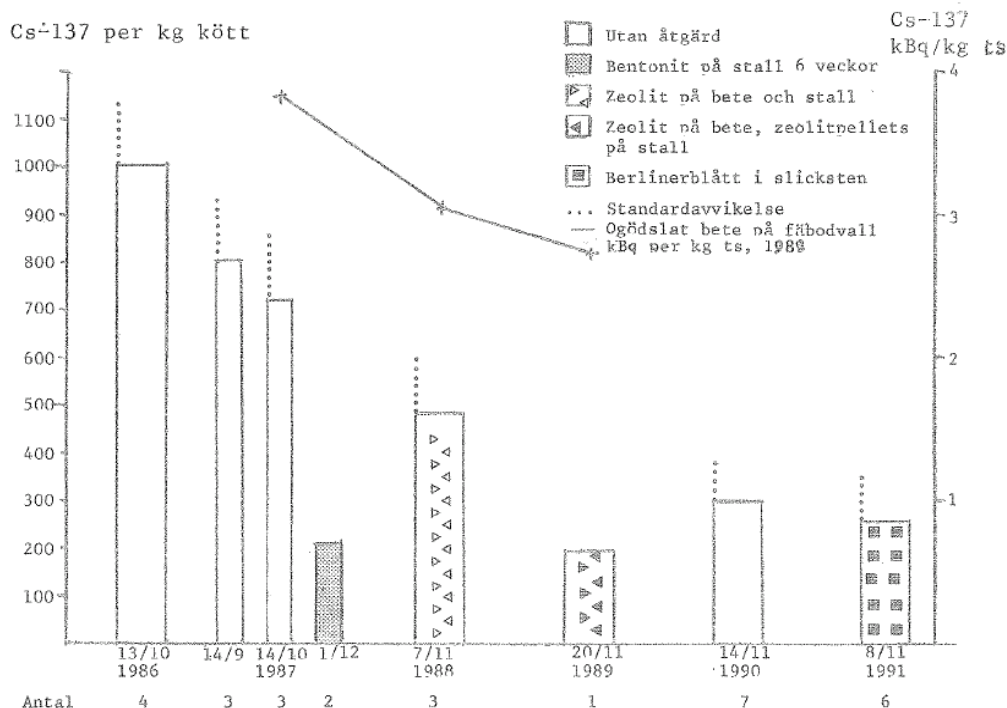
### *Berlinerblått*

Berlinerblått är ett färgämne, även kallat pariserblått, preussiskt blått, som består av ammoniumferrihexacyanoferrat (AFCF) med formeln,  $\text{NH}_4\text{Fe}^{3+}(\text{Fe}^{2+}(\text{CN})_6)$ , som i försök visat sig vara mycket effektivt som cesiumbindare, vid både mjölk- och köttproduktion när fodret innehåller radiocesium (Giese, 1989). Giese konstaterar att i jämförelse med bentonit måste man ge 100 – 150 gånger så stor mängd för att få hälften så bra resultat. AFCF binder inte så som bentonit viktiga mineralämnen. Till nötkreatur är rekommenderad dos 3 – 5 g per dag och till get och får 0,25 g per djur och dag. Till får på fjällbete ger man AFCF i slicksten innehållande 2,5 procent AFCF.

Den praktiska effekten av en sådan slicksten, är en minskning av Cs-137 i getmjölk och lammkött med 50 – 80 procent (Jones, 1990). AFCF var tillåtet som cesiumbindare redan år 1987 i Norge och användes även i Tyskland och Österrike (Ekern m.fl., 1987). Lantbruksnämnden i Jämtlands län planerade använda slicksten med AFCF år 1990 men Statens Livsmedelsverk tvekade tills långt in på år 1991 med att ge tillstånd.

LBS köpte in ett parti AFCF-slickstenar till Norrlandslänen i juni 1991, varav 90 kg kom till Jämtlands län. Stenarna prövades på två gårdar med dikor och två gårdar med får. Problemet med slickstenarna var att de saknade hållare. Man lade dem direkt på marken och regnet gjorde att saltet flöt ut och blåfärgade marken i en vid cirkel runt stenen. Det saknades instruktion om hur stenarna skulle placeras vid utläggningen.

I figur 13 illustreras resultatet av insatserna 1986 – 1991 på en av gårdarna med dikor. Den sista stapeln visar resultatet år 1991 när saltsten med berlinerblått placerades på betet. Det ser inte ut att vara någon effekt. Man kan fråga sig om korna åt något av saltet? Den andra gården med dikor som fick AFCF slicksten visade desto större skillnad mellan året 1990 och 1991. Köttets innehåll av Cs-137 sjönk från 324 Bq per kg kött till 56 Bq år 1991.



Figur 13. Åtgärder och slaktsresultat på en gård med dikor i Stora Blåsjön 1986 – 1991.  
 Figure 13. Countermeasures and slaughter results at a farm housing suckling cows in Stora Blåsjön 1986 – 1991.

På den ena fårgården slaktades sex tackor år 1990. De hade 712 Bq per kg kött. Får slaktade 1991 sedan de fått AFCF-slicksten hade 90 Bq per kg kött. På den andra gården slaktades lammen sex veckor tidigare år 1991 jämfört med 1990 och resultaten kan därför inte jämföras. I Norge fann man en reduktion på 50 procent i slaktkroppens Cs-halt när fåren fick saltsten med berlinerblått under betesgången på fjället (Garmo & Gunnerød, 1992).

## *Våmtabletter*

Av den norska veterinärstationen i Nordli fick, år 1991, två getostproducenter i Frostviken ta emot våmtabletter med AFCF. Tabletterna innehöll 15 – 20 procent berlinerblått. De var 12 cm i diameter och stoppades ned i foderstrupen med en ingivare. Tabletterna lär ligga kvar i våm- och nätmage i 6 veckor och nöts ned undan för undan. Vid norska försök med våmtabletter till mjölkgetter sjönk mjölkens halt av Cs-134 + Cs-137 från omkring 250 Bq per liter mjölk till ca 75 Bq när två tabletter lagts in (Garmo & Gunnerød, 1992).

De två getbesättningarna i Frostviken som fick våmtabletter hade nio getter var. Någon uppföljning gjordes inte men enligt ägarna mådde getterna bra. Veterinärernas arvoden gick till 40 kr per get och betalades av lantbruksnämnden. Våmtabletter till lamm reducerade köttets halt av Cs-137 med 50 – 80 procent vid norska försök. Nivån berodde på hur många tabletter som gavs till djuren. Kraftfoder med inblandat AFCF sänkte komjölkens halt av Cs med omkring 90 procent när man blandade in 1 g berlinerblått per kg kraftfoder (Garmo & Gunnerød 1992). Berlinerblått, form AFCF, är mycket effektivt som cesiumbindare, det behövs liten mängd jämfört med lermineral och det är lätt att hantera. Nackdelen är priset och att den lätt färgar av sig. Det finns även frågetecken kring tillgången på varan inom handeln vid en krissituation. Partikelstorleken på AFCF skall vara 50 – 60 µm, så att den inte resorberas i magtarmkanalen. Att använda cesiumbindare är aktuellt om det inte finns annat än cesiumsmittat foder.

Genom att ge ett cesiumfritt foder en tid före slakten kan kroppens cesiumhalt sänkas. Det visade sig vara ett effektivt sätt att transportera lamm för saneringsutfodring till ett område med cesiumfritt bete, särskilt om platsen låg nära slakteriet så att transportkostnaden kunde hållas nere. Det hände även att tjurar kunde få stanna i livdjursstallet på slakteriet och utfodrades med ”rent foder” i ett par veckor, om faran för kassation ansågs för stor.

## **Utbetalda ersättningar 1987/88 – 1991/92 samt övriga kostnader**

Under våren 1986 och budgetåret 1986/87 betalades 4,6 milj. kr i ersättning till jordbrukare för förluster på grund av radioaktivt nedfall. Under år 1986 kasserades 23 nötkreatur och 310 får och lamm på grund av för högt halt av Cs-137. Åren 1987 – 1992 blev slaktkroppar från 35 nötkreatur kasserade och 169 får och lamm gick till destruktions direkt eller kasserades vid slakten. Åren 1989 och 1992 blev inga djur kasserade på grund av för hög halt av Cs-137. Det fanns två begränsningar för saneringsutfodring. Om tiden för sanering beräknades till mer än 60 dagar skulle ingen saneringsutfodring ske och inte heller om kostnaden för

saneringen översteg djurets slaktvärde. Problemet med nötkreatur var att det saknades stallutrymme på hösten och man ville bli av med djuren så fort som möjligt. Hade de gått på fjällskogsbete var det svårt att ge cesiumbindare i förebyggande syfte.

För de som erbjudits ersättning för omläggning av vall, begränsades tiden till att vallen skulle vara insådd senast år 1992. En hel del åkermark som inte använts på många år plöjdes upp och blev nyanlagd som bete. Därmed kunde man avstå från fjällskogsbetet. En pådrivande faktor var det miljöstödd som infördes för bevarande av odlingslandskapets mångfald och kulturmiljövärden (förordningen 1997:1336). Genom Arbetsmarknadsstyrelsen kunde man även få hjälp med inhägnaden av betesmarker. Enbart i Stora Blåsjön blev 11 ha obrukad åkermark omvandlad till bete för dikor år 1992. Det var ett projekt gemensamt för Ankarvattnet och Stora Blåsjön.

Ersättningar till jordbrukare under åren 1987/88 t.o.m. 1991/92 redovisas i tabell 7. (Kostnaderna, för kasserade djur och slakteriets kostnader betalades ut direkt genom Lantbruksstyrelsen och ingår inte i redovisningen.) Lantbruksnämnden betalade ut 1,3 miljoner kronor.

Exempel på beräkning av ersättningar per dag vid saneringsutfodring av nötkreatur och får visas i bilaga K. Företagare som övergick från en fjällbetesberoende produktion till verksamhet med annan inriktning fick omställningsbidrag.

Tabell 7. Ersättningar till jordbrukare samt andra kostnader under perioden 1987/88 – 1991/92 i Jämtlands län.

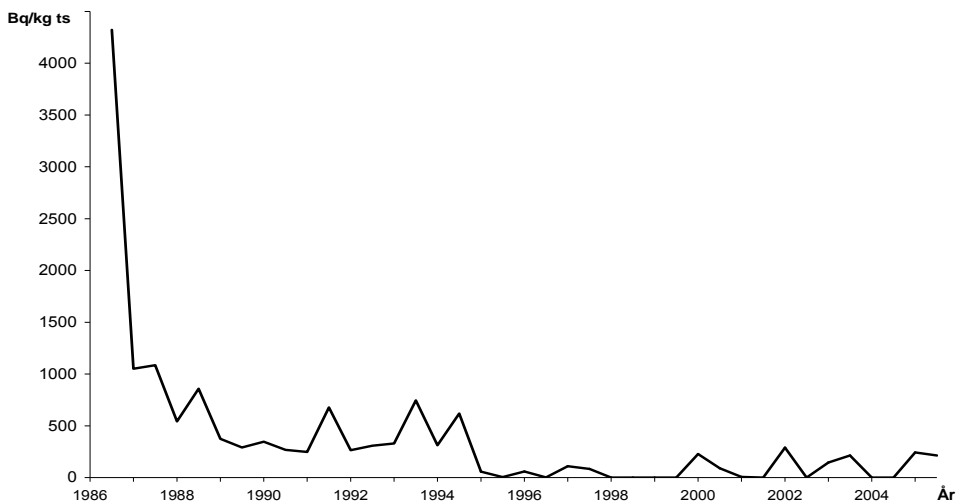
*Table 7. Compensation paid to farmers and other costs during the period 1987/88 – 1991/92 in the Jämtland county.*

Åtgärd <i>Measures</i>	Antal utbetalning  <i>Number of payments</i>	Ersättning, kkr  <i>Compensation, kSEK</i>
<u>Ersättning till jordbrukare</u>		
Plöjning och omläggning av vall	32	247
Ersättningsfoder i samband nedplöjning	27	228
Kaliumgödsling enbart	15	77
Getföretag, hö och stängsel	29	230
Får/lamm, saneringsutfodring, stängsel, våg	50	385
Nötkreatur, saneringsutfodring	33	33
	Summa 188	1240
<u>Andra kostnader</u>		
Inköp av cesiumbindare för utfodring		47,8
Blodprov och utvecklingsarbete		5,4
Informationsmöte för jordbrukare		5,6
	Summa	59,8

## Vad hände sedan?

I SSI:s tidskrift Strålskyddsnytt nr 1, 2006, är temat Tjernobyli 20 år. Där redovisas bl.a. hur Cs-137 i vall ändrats från 1986 till 2005 i medeltal för länen Västmanland (U), Uppsala (C), Gävleborg (X), Västernorrland (Y) och Jämtland (Z).

Tack vare jordbrukarnas beredvillighet att följa rekommendationer för skörd, jordbearbetning och gödsling, blev det en snabb sänkning av Cs-137 i vallskörden. Värdena var nu låga. En viss årsmånseffekt kan ses, figur 14.



Figur 14. Årvis medelhalt av Cs-137 (Bq/kg ts) för vall i Västmanlands, Uppsala, Gävleborgs och Jämtlands län 1986 – 2005.

*Figure 14. Yearly mean content of Cs-137 (Bq/kg dw) on seeded grasslands in Västmanland, Uppsala, Gävleborg and Jämtland county 1986 – 2005.*

Cs vandrar nedåt i jorden, 0,3 – 1,0 cm per år beroende av jordmån. Vidare konstateras att naturbetesmarker och baljväxter kommer att ha högre halter än vall. Speciellt kommer det att vara förhöjda cesiumhalter i vegetationen där intensivt jordbruk bedrivs och framför allt på marker med hög mullhalt (Rosén, 2006).

För renskötselns del räknar man med att det i stora delar av Västerbotten och i nordligaste Jämtland, kan dröja ytterligare minst 20 år innan åtgärder och kontroll inför renslakten kan avvecklas (Åhman, 1994).

I Jämtlands län var det lammköttproducenterna med fjällbete i norra delen av länet som drabbades. Motståndet mot att ändra något i driften var i en del fall stort. I och med att lammköttproducenterna uppnådde pensionsåldern upphörde dock i stort sett betesdriften på fjället. Miljöstödets införande stimulerade jordbrukarna att ta till vara nedlagda åkrar och utnyttja dem till bete. Med hänsyn till kraven på djurtillsyn på naturbetesmarker och med hänsyn till det ökande antalet rovdjur i vildmarkerna är det tveksamt om lammköttproduktion på fjällbete kan bli en attraktiv näring i framtiden (Författarens kommentar).

Enligt Rosén (SSI, 2006) var medelhalten av Cs-137 i spannmål 10 – 30 gånger lägre än i vall under perioden 1986 – 2005.

## Utvärdering, frågor och förslag

Stora delar av Sverige berördes av det radioaktiva nedfallet i april 1986. I Jämtlands län drabbades särskilt ett begränsat område av sviterna efter Tjernobylolyckan. Olyckan orsakade oro varför intensiva motåtgärder sattes in i jordbruket främst sommaren 1986.

### **Krisstöd**

SSI gick omedelbart ut med information via radio och TV, framför allt genom sin generaldirektör. Massutskick av skriftlig information från SSI till de svenska hushållen gav allmänheten en god inblick i läget (Bengtsson, 1986). Regeringens första åtgärd var att garantera att statsmedel skulle användas för att ersätta bl.a. jordbrukarna för kostnader och förluster på grund av det radioaktiva nedfallet. Det var naturligtvis ett lugnande besked.

För en del familjer inom de värst drabbade områdena var det första och största behovet att få ett personligt stöd, att få tröst i en svår situation, att få hjälp med att förlika sig med tanken på att problemen skulle bestå i många år framåt. Det hade behövts s.k. krisgrupper som kunde ge individuellt stöd under längre tid, särskilt i nordvästra Jämtlands fjälltrakter. Fattiga glesbygdskommuner har knappast tillräcklig kapacitet inom detta gebit.

- Vem har ansvaret för rekrytering och utbildning av krisgrupper?

### **Riktlinjer för ekonomiskt stöd**

Lantbruksstyrelsen tog snabbt beslut om åtgärder för att "förebygga hälsorisker från livsmedel" producerade i svenskt jordbruk. Med fullmakt från regeringen betalade lantbruksnämnden ut ersättningar för merkostnader och inkomstbortfall med en summa av sammanlagt 5,8 miljoner kronor under perioden 1986/87 – 1991/92. Dessutom distribuerade lantbruksnämnden motmedel i form av foder-tillskott till ett värde av 48 000 kronor.

Kostnader för kasserade slaktkroppar och för djur som gick direkt till destruktion på grund av för högt halt av Cs-137 betalades direkt från lantbruksstyrelsen. Lantbruksnämndens eget arbete skedde helt genom omprioriteringar av arbetsuppgifter.



Regeringens uttalande att jordbrukarna skulle hållas ekonomiskt skadelösa uppfattades av en del så att den enskilde företagaren inte behövde ta några initiativ eller göra några förändringar. De ansåg att staten skulle betala och ta allt ansvar. För andra innebar löftet att den enskilde hade att välja mellan en rad olika möjligheter och det upplevdes i sig som en påfrestning.

Det hade underlättat både för jordbrukarna och för handläggarna om det funnits klara riktlinjer för vad som förväntades av olika parter, exempelvis hur skulle ansvarsfördelningen vara mellan staten och jordbrukarna.

Som jämförelse kan nämnas norska Landbruksdepartementets regler, "Erstatnings- og kompensasjonsordningene" där bl.a. påpekas: "Det er viktig å presisere det ansvar som husdyrholderne i de aktuelle observasjonssoner selv har for planlegging og gjennomføring av arbeidet med å få redusert innholdet av radioaktivitet produktene", SFFL (1989).

- Finns det någon principiell överenskommelse i Sverige mellan regeringen och jordbrukets organisationer om ansvarsfördelningen vid stora olyckor och naturkatastrofer?

### **Kostnader för mätning av Cs-137 i slaktkroppar**

Under de två första åren efter det radioaktiva nedfallet 1986 hade slakteriet i Östersund en extra kostnad på ca 200 000 kr enbart för slaktkroppar som godkännts efter cesiumkontroll. I avvaktan på analysresultat från ett laboratorium i Uppsala uppstod nämligen följande kostnader:

- kasserade organ av provuttagna djurkroppar som senare godkännts (tål inte lagring)
- värde på prov av slaktkroppar som togs ut för analys
- extra svinn (viktminskning hos godkända kroppar som hängt längre än normalt)

Metoden att anlita externt analyslaboratorium är tidsödande och kostsam. Därtill skall läggas risken för förväxlingar när data skall hanteras av olika personer i flera led. Förslag för framtida kontroll:

- utveckla en gammadetektor som kan monteras i anslutning till slakteriets transport-band för slaktkroppar, med en dator som direkt noterar djurets nummer och aktiviteten i köttet.

## Utveckling av gammadetektor för mätning i fält

Det var svårt att få tillförlitliga mätvärden med den gammamätare som lantbruksnämnden hade till förfogande. Den var alltför känslig för störningar i närmiljön och svår att kalibrera. Detektorn var framtagen för mätningar av levande renar utomhus och avsedd för aktiviteter runt 1 500 Bq per kg, d.v.s. det gränsvärde som gällde för renkött.

Det finns behov av en detektor som är avskärmad med bly och som har en dator tillkopplad, som automatiskt kan kalibrera mätaren med ledning av två eller flera kalibreringspreparat. Datorn bör ange mätvärdet i Bq per kg för den isotop man vill mäta. Den bör dessutom vara utrustad med en enhet som läser djurnummer. Önskvärt är att man kan få en utskrift med djurnummer och mätvärde och som kan sändas med transportbilen till slakteriet.

- Utveckla en gammadetektor som fungerar vid låg strålningsaktivitet och som är avskärmad från störningar i närmiljön.
- Ta fram en detaljerad handledning.
- Utbilda personal inom frivilliga försvarsorganisationen i mätningsteknik.

## Behov av jonbytare vid getosttillverkning, rening av vassle

Som nämnts tidigare så innehöll getmesen 5 – 6 gånger så mycket Cs-137 som den mjölk som den var tillverkad av. Getostproducenterna uppmanades därför att låta analysera den ost som var tillverkad efter det radioaktiva nedfallet. En hel del ost måste kasseras och respektive gårds hö måste bytas ut. Staten betalade 606 000 kronor i ersättning för kasserad ost och ersättningsfoder under perioden 1986/87 – 1991/92, enbart i Jämtlands län.

## Andra åtgärder

I en rapport till SSI (Forsberg, 1989) beskrivs hur man lyckades sänka halten av Cs-137 i kött till 12 procent genom att koka köttet med zeolit (10 g zeolit per 100 g kött).

Vid lantbruksnämnden i Jämtlands län gjordes försök med filtrering av vassle genom clinolit, en zeolit som används som filtersand vid vattenverk. Halten av Cs-137 i vasslen kunde därmed halveras, se bilaga L.

Getostproducenter är emellertid ofta alternativa odlare och kan inte tänka sig att använda några för dem konstlade metoder. Småskalig produktion av ost har på senare år fått en allt större omfattning.

- Det finns behov av att ta fram en prototyp av transportabel jonbytare användbar för att rena vassle från radioaktiva föroreningar.

### **Hantering av får på naturbetesmarker**

Efter det att fåboddriften i Blåsjöfjällen i västra Frostviken upphört övergick en del jordbrukare till fårskötsel byggd på sambete i fjället. Betesgången börjar vid midsommar och pågår ca tio veckor. Innan älgjägares hundar kommer ut i markerna måste fåren tas hem. I en rapport från Domänverket illustreras hur fårhjorden rör sig under betesgången i ett fjällområde, se bilaga M (Eriksson, 1946).

Fjällbetet i Frostviken blev hårt nedsmutsat efter nedfallet från Tjernobylyolyckan. Ett problem är att fåren mycket ivrigt söker svamp på hösten. Stor svampkonsumtion innebär att halten av Cs-137 stiger kraftigt i fårköttet. Hösten 1986 var köttets halt av Cs-137 så högt att huvuddelen av de djur som gått på sambetet i Blåsjöfjällen gick direkt till destruktion. Följande år saneringsutfodrades fåren före slakten.

Saneringsutfodring av får och lamm som gått på fjällbete kostade staten omkring 454 000 kr under perioden 1986/87 – 1991/92. Därtill kommer kostnaden för ca 250 får och lamm som skickades direkt till destruktion på grund av för höga cesiumvärden.

I Norge provade man att sänka fårens cesiumintag med betesfoder genom att placera ut saltsten med cesiumbindaren berlinerblått, 2,5 procents inblandning, ute på betesmarken (Garmo & Gunnerød, 1992). Problemet var att fåren sällan besökte saltstenen på hösten när det var gott om svamp på betet.

Det är rimligt att begära att fåren skall kunna hanteras på betet bl.a. för hälsokontroll och för uttagning till slakt. För detta behövs samlings- och sorteringsfällor dit man lätt kan driva fåren med hjälp av vallhundar. Vid två månaders ålder kan man skilja lammen från tackorna och låta lammen gå på kulturbeten fram till slakten. Tackor och livlamm kan gå kvar på fjällbetet. På så sätt skulle man i bästa fall kunna avvara eller förkorta arbetet med saneringsutfodring av får som gått på förorenade naturbeten.

- En rådgivningsskrift om praktiska anordningar och hantering av får och

nöt på vidsträckta marker, t.ex. natur- och fjällbetesmarker, bör tas fram i samarbete mellan Statens jordbruksverk, Fåravelsförbundet och nötköttproducenterna.

- Vad är det i svampen på betet som väcker så stort begär hos får och nöt? Vet man det kanske man kan tillsätta dessa ämnen till saltsten för att få djuren att äta av saltsten med berlinerblått? Ett samarbete mellan svenska och norska jordbruksforskare skulle kanske kunna lösa problemet?

# Supplement: Tjernobylyolyckan, en lokal katastrof i Frostviken

*Birger Jönsson*

## **Inledning**

Två områden i Jämtland drabbades särskilt av större nedfall från Tjernobyl. Det ena var Frostviken och det andra var Ragunda. Effekterna gick fort över i Ragunda men inte i Frostviken där skadorna, på grund av skilda omständigheter, var mer omfattande och utdragna i tiden. När detta skrivs sex år efter olyckan, kan man förutse att effekterna kommer att bestå ännu i flera decennier. Den här rapporten kommer därför nästan uteslutande att beröra förhållandena och erfarenheterna från norra Frostviken eller trakterna kring Jormvattnet, Jormlien, Stora Blåsjön och Ankarvattnet.

## **Jordbrukets omfattning i Frostviken**

I Frostvikens socken fanns enligt Lantbruksstyrelsen år 1986:

Antal företag	40
Areal åker ha totalt	326
Antal mjölkkor	56
dikor	40
kalvar, ungdjur	158
Antal nöt totalt	254
Antal tackor, baggar	179
lamm	283
Antal får totalt	462

## *Jordartsförhållanden*

Jordarterna i Frostviken är mestadels moiga och sandiga moränjordar. Näringsförhållandena är relativt svaga med dominerande markkarteringsklasser P- och K-klasser i I – II. Jordarna är också sura med pH runt 5,0.

## *Driftsinriktning*

Mjölkkor förekommer i viss omfattning men måste nog betraktas som av mindre omfattning. Vanligaste driftsformen är fårskötsel. Fåren släpps på sommaren på bete på fjället. Fjällbetet är fram på sommaren kraftigt och rikligt. I fjällen är näringsförhållandena sämre än på åkermarken. Växtligheten i fjällen består till stor del av starrväxter och på hösten även av svamp. Detta gör att följderna av ett radioaktivt nedfall får stora negativa följder genom att dessa växter tar upp relativt mer av Cs än odlade växter. Denna tendens förstärks av den svaga tillgången på växtnäring och då speciellt av K.

En hel del köttdjursuppfödning förekommer också men även den är till stor del baserad på betesgång i fjällen. Det traditionella sättet att ha djuren på bete i fjällen har varit ett sätt att kunna hålla fler djur än normalt. Vinterfoder har skördats på hela åkerarealen.

## *Växtodling*

Åkern har brukats förhållandevis extensivt. Normalt har en höskörd bärgats. Endast vall har odlats i någon mån grönfoder. Vallarna var mycket gamla och bestod mest av örter och icke sådda gräs. De flesta vallarna hade inte såtts in de senaste 20 – 30 åren. Näringstillförsel, förutom lite kreaturgödsel, förekom knappast. Man befarade stora svårigheter vid eventuellt ändrade driftsformer. Dels var det svårt att kunna etablera ny vall på grund av hög nederbörd men även därför att man befarade mycket sten i marken. Genom att man normalt inte plöjde vallarna fanns inte heller lämplig maskinutrustning tillgänglig. Man måste komma ihåg att odlingssäsongen i Frostviken är kortare än i övriga Jämtland på grund av att växtligheten inte kommit igång förrän i början av juni. Samtidigt kommer vintern tidigt. Klimatet präglas av närheten till fjällen med mycket regn och nederbörd.

Människorna i Frostviken hävdade dessutom att staten hade lovat att de skulle hållas skadelösa och var därför obenäga att förändra sina traditionsenliga driftsformer.

## Följder av Tjernobyolyckan och åtgärder

### *Träffar, information och utskick*

Så fort det blev känt att en kärnkraftolycka inträffat i Ryssland och att detta fått följder i vårt land började vi göra mätningar med Geiger-Müller mätare över hela länet. Så småningom visste vi var det svåraste nedfallet av Cs-137 hade skett. Ansvaret för att denna verksamhet kom i gång så snabbt var länsstyrelsens försvarsenhetschef Evert Fogelberg. Allmänheten efterfrågade information och besked om hur allvarligt det var och vad man skulle göra.

Lantbruksnämnden gjorde omfattande utskick till såväl länets alla jordbrukare samt senare framförallt till jordbrukarna i de berörda områdena och gav råd och anvisningar om hur man skulle förfara. Från början rådde restriktioner om betes-släppning i hela länet. Längst kvarstod restriktionerna i Ragunda kommun och Frostvikens socken.

Försvarsenheten organiserade en ”katastrofgrupp” som skulle sammanställa och utvärdera information och ifrån denna dra slutsatser om nödvändiga åtgärder. Gruppen kom att bestå av personer med olika yrken och kunskaper, bl.a. en veterinär, sjukhusets radiofysiker, lantbruksnämndens husdjurs- och växtodlingskonsulenter. Sjukhusfysikern hade för arbetet mycket värdefulla kunskaper. Enligt vår uppfattning kom denna grupp att bli mycket värdefull för att kunna komma till adekvata slutsatser angående lämpliga åtgärder. Gruppen började med sitt arbete att ha samordningsträffar där man resonerade sig fram till en, med utgångspunkt från olika kunskaper, gemensam ståndpunkt. Gruppen genomförde ett antal informationsträffar där man kunde delge allmänheten saklig information, något som var mycket värdefullt i den myckenhet av rykten och spekulationer som förekom.

### *Kaliumgödsling*

Erbjudan om ersättning till ökad kaliumgödsling, 100 kg per hektar, i syfte att reducera cesiumhalten i vallfoder, utgick till områden som friklassades den 12 juni i Bodums, Fjällsjös, och Frostvikens socknar samt i Ragunda kommun. Bidrag utgick till 147 brukare i Jämtlands län år 1987. Samtliga getföretag bereddes möjlighet att få bidrag till K-gödsling. Getföretag visade sig bli särskilt drabbade dels beroende på att man ofta betade på skogsmark, samt att tillverkning av messmör eller s.k. brunost koncentrerade Cs till denna bruna ost. Bidrag för denna ökade K-gödsling utgick till 147 jordbrukare i länet.

### *Plöjning och annan sanering*

Lantbruksnämnden insåg snart att skulle man kunna göra något med bestående effekt måste plöjning och omläggning ske av de gamla vallarna. Stöd till plöjning och insådd av vallar har lämnats. De jordbrukare som på grund av detta har drabbats av brist på foder som en följd av utebliven skörd under omläggningen har fått ersättning för inköp av foder.

Maskinsamverkan i form av inköp av plogar, harvar och rundbalningsmaskiner för att kunna skörda mer vallfoder vore bra. Det stora problemet i Frostviken består i att man traditionellt släpper djuren (nöt och får) på bete i fjällen. På grund av det svaga näringstillståndet har detta bete mycket förhöjda halter av Cs-137. Det var/är enligt vår mening nödvändigt att ändra driften så att djuren inte går på bete i fjällen. I stället måste djuren gå på bete vid gården på kultiverade och gödslade marker.

En sådan förändring av driften har inte godtagits av flera av brukarna i trakten. Man har ansett att detta skulle leda till att man måste reducera djurantalet. Samtidigt innebar det mera arbete med stängsling m.m., vilket fördyrade produktionen. Man ansåg, som tidigare nämnts, att staten lovat att de skulle hållas skadelösa, vilket innebar att man inte skulle behöva godta några förändringar som skulle medföra mera arbete och/eller högre kostnader eller i övrigt förändrade driftsformer. År 1987 utbetalades emellertid bidrag till plöjning av 187 hektar.

### *Bentonit/zeolitutfodring, mineralfoder*

För att minska kasseringen av slaktkroppar har tillskott till fodret distribuerats till får- och getägare. Tillskotten har bestått av bentonitmjöl, zeolithaltiga slickstenar eller slickstenar med Berlinerblått.

### *Kroppsmätningar*

För att fastställa vilka djur som var i farozonen att kasseras vid slakt företogs helkroppsmätningar av slaktnöt och slaktfår. Denna metod användes för att gallra ut djur där det ansågs behövt att fortsätta med saneringsutfodring ännu ett tag med hänsyn till de höga halter av Cs-137 som mätningarna gav. Mätningar gav fullt användbara resultat men visade stora variationer och man kunde inte helt lita på värdena utan fick arbeta med relativt stora marginaler.



## *Rådgivning*

Förutom ovan nämnda möten eller träffar för allmänheten skickades ett ganska omfattande rådgivningsmaterial ut till jordbrukarna. Denna rådgivning gällde framförallt hur man skulle förfara för att få så rent grovfoder som möjligt och omfattade bl. a. plöjning och sådd av grönfoder, samt att hålla hög stubb vid vallskörd för undvikande att få in förna och stubb i fodret.

### *”Karantän” för sanering av får*

Under flera år har lamm från Frostviken sanerats före slakt genom att de fraktats till trakten kring Storsjön och där gått på bete i 30 till 50 dagar före slakt. Denna sanering har skett i LN/LE:s regi. Denna form av betning på cesiumfritt bete har gett bra resultat då antalet kasserade djur har sjunkit till noll när djuren hållits i karantän tillräckligt länge. Nackdelen har varit att det medfört ett inte obetydligt merarbete för LN/LE:s personal.

### *Platser för växtprovtagning*

I såväl Frostviken som Hammarstrand utvaldes fastliggande provplatser för att kunna följa utvecklingen av cesiumhalterna i framförallt i gräs och ibland även annat foder. I Hammarstrand var dock endast ett mindre område kontaminerat. Halterna var inte så alarmerande och avtog snabbt varför provtagningen avslutades efter några år. Någon provtagning på dessa platser företogs dock inte under 1986, men enligt de prov som togs för friklassning, låg halten av Cs-137 på c:a nivån 7 000 Bq per kg ts i medeltal för 9 prover. Den höga halten under 1986 torde delvis bero på att grödan var täckt av direkt nedfall från Tjernobyl av kontaminerade partiklar. Den mer systematiska och kontinuerliga provtagningen kom igång 1987 och behandlas nedan.

Resultaten av provtagningarna i Hammarstrand framgår av tabell S1. År 1987 togs även prover från andra platser, men värdena var så låga eller mindre än 10 Bq per kg ts att någon vidare uppföljning inte gjordes på dessa platser. En orsak till att halterna av Cs-137 sjönk snabbt i Hammarstrand torde vara att man där drev ett mera intensivt jordbruk än i Frostviken. Plöjning och omläggning av vallarna skedde i Hammarstrand med 3 – 4 års mellanrum och med gödsling av vallarna varje år. Korna betade på åkerbeten eller skötta betesvallar.

Det värst drabbade området i Jämtlands län var Frostvikens socken. Lantbruksnämnden konstaterade att där måste speciella åtgärder vidtas. Såväl får-, get- och

renägare blev hårt drabbade då kött och ost inte höll de satta gränserna för cesiumhalter som gällde för ätbara produkter. År 1986 togs prov för friklassning den 14 juni på 11 gårdar. Medeltalet av dessa prov visade en halt av Cs-137 på 3 427 Bq per kg ts med variationsbredden 44 – 10 000. På vissa platser togs prov på gräset under en period av 10 år.

Tabell S1. Halt av Cs-137 i gräs från Hammarstrand m. fl. platser, Bq/kg ts 1987 – 1991  
*Table S1. Cs-137 content in grass from Hammarstrand et al., Bq/kg dw 1987 – 1991*

Plats	1987	1987	1988	1988	1991
Site	10 juni	15 juli	18 maj	20 juni	
	10 <sup>th</sup> June	15 <sup>th</sup> July	18 <sup>th</sup> May	20 <sup>th</sup> June	
Hammarstrand					
B Carlqwist	920				20
P.Norman	370	179			405
Westin	130	167			
Hedström		154			
Strånäset	< 10	77	370		
Krångede	130		21		
Stugun	< 2	< 2	< 2		
Skyttmon	220	60	60		
Sikås	< 10				
Revsund	< 10	30	30		
Norderåsen	< 10				
Strömsund	80	159			
Gåxsjö	20	43			
Medeltal	349	736	140	487	213

Resultaten av provtagningarna i Frostviken återges i tabell S2. Halten av Cs-137 varierar dels mellan år men också mellan skördar. Variationen mellan år beror

delvis på olika årgången, växtligheten har kommit olika långt olika år. Att halterna är högre vissa år i återväxten bedöms bero på skördestorlek och hur mycket utspädningseffekten har verkat. Utspädningseffekten av gödsling och högre skörd kan illustreras av ett försök år 1987. Försöket har gödslats med stegrade gödselgivor av NPK 20:5:9, 0 – 200 kg N per ha, medeltal av 3 upprepningar, se tablå nedan.

N kg/ha	Cs-137 (Bq/kg ts)	
	1:a skörd	Stubb
0	3 600	5 939
50	2 535	4 712
100	2 804	4 347
200	1 966	4 348

Av försöket kan utläsas att det var ett viktigt råd att skörda med hög stubb då stubbens halt av Cs-137, Bq per kg ts, var ungefär dubbelt så hög som i gräskörden. Den stegrade gödslingen med K kan ha bidragit till nedgången i det skördade fodret.

Man kan dra den slutsatsen att plöjning och omläggning av vallen på vissa platser, har haft bra effekt på marker som inte plöjts på många år. Halterna Cs-137 var genomgående hög på fjällkanten och själva fjället. Jordbruket i Frostviken drevs och drivs i de flesta fall fortfarande extensivt, speciellt fåren, gående fritt på skogs- och fjällbete. På åkern hemmavid skördar man det foder som växer av sig själv utan annan gödsling än den lilla mängd gödsel man får från djuren.

Tabell S2. Halt av Cs-137 i gräs från Frostviken, Bq/kg ts 1987 – 1996

Table S2. Cs-137 content in grass from Frostviken, Bq/kg dw 1987 – 1996

Plats	1987	1988	1989	Återväxt	1990	1991	Återväxt	1996
<u>Ankarvattnet</u>								
B. Edfors	591	281	983	139	1066	285	125	35
L. Olsson			2143			1607	2678	1251
<u>Ankarvattnet, Olofsson</u>								
Gammal vall	2000	1138	307			97	1307	104
Nyvall, timotej		335	820			459	1189	288
<u>Stora Blåsjön, A.Karlsson</u>								
Meslia		2841	4629		3947	3232	1717	1847
Mesbranten		701	1119		905	813	809	782
Messäteren, försök "Nyvallen"		584	121		207	584	201	596 88
Tuvtätel			243					
Gammal vall		522	389	532	642	911	168	134
Betesvall >20 år	1717	1140	1210		192	150		24
Grönf. Havre, ärt						168	230	147
<u>Jormvattnet, Y. Olsson</u>								
Gammal vall		522	3892	5322	642	911	168	134
Nyare vall		83	185	155	146	102	207	128
Arrendet			153		168			
Bete på ön					141			
<u>Jormlien, Örnmar-</u>								
Nere på flatan			322	236	248	216		92
Gammal vall	278	318	297	136	207	138	231	66
Nyare vall			123	120	148	147	262	309
<u>Gussvattnet, Krusenber</u>								
Vallgräs			287					
Starrgräs			515					
Medeltal	862	736	823	250	705	621	740	408

## Summary

Parts of Jämtland county was one of the most affected areas in Sweden by the fallout from the Chernobyl accident in 1986. In this report, two farming advisers explain the countermeasures that were imposed or recommended to be implemented by the agriculture within the Jämtland county. The aim was to reduce the transfer of radioactive substances to agricultural products as well as to processed products intended for human consumption. There are also unique, previously unpublished, materials concerning situations that arose in the county because of the accident. A thorough description of both the short-term and the long-term countermeasures that were implemented due to decisions taken by the authorities are given, as well as a detailed description of the agriculture of Jämtland county.

At the time of the fallout, the growing season in the Jämtland county had not yet started. The fallout was caught by the wintering vegetative cover or by the snow coverage. At natural pastures, where the sward is usually thick, the fallout stayed in the stubble horizon for a long time. Especially tuft forming grasses showed high activity concentrations, probably because fuel fragments and particles got caught on the plant parts. The root uptake during the first year after the fallout was assessed to be relatively low, however it was the main part during the years to come.

Flight measuring assays of fallout, showed that I-131, Cs-134 and Cs-137, which are particularly interesting when it comes to foodstuff for human consumption, were included in the unevenly spread fallout. I-131 has a half-life of eight days, while Cs-134 has a half-life of two years. Cs-137 has a half-life of 30 years, hence it was to become a long-term problem for the agriculture.

When the extent of the accident became known, the Swedish government decided that the farmers concerned should be held financially unaffected. At the same time, the authorities set up acceptable limits for the activity concentrations in different groups of human foodstuff. The limits were set to keep the radiation dose from foodstuff as low as possible, taking both financial and social aspects into account. This left the farmers either obligated to follow the recommended countermeasures or forced to discard their products, if the activity levels were exceeding acceptable limits. Initiatives and decisions taken by the authorities and interested organizations in attempt to decrease the activity concentrations are listed in chronological order in the report, as well as directives, practical advises to farmers and basis for decisions on compensations.

The acceptable limits for foodstuff were set to 2 000 Bq/kg for I-131 and to 300 Bq/kg for Cs-137 in May 1986. In July the following year, the limit for Cs-137 in reindeer meat, meat of game, freshwater fish, wild berries and mushrooms was raised to 1 500 Bq/kg. These products are considered to be of less consumption by the general public.

The clearances of farms as soon as possible were important parts of the work of the authorities subsequent to the accident. The clearance of dairy farms could take place when the activity concentrations in the pasture samples were so low that the produced milk could be used as foodstuff.

A lot of carcasses had to be discarded during 1986, animals from 43 different herds in the Jämtland county had to be discarded. If looking at the number of discarded carcasses and the activity concentrations in vegetation samples, the parish most affected was the Frostviken parish. The area is thoroughly described in the report.

Several studies, concerning transfer of radionuclides to dairies and meat and also countermeasures including trials involving potassium fertilization to reduce the caesium uptake in the plants, were conducted in cooperation with the Swedish University of Agricultural Sciences.

The close practical cooperation between the different County Administrative Boards, Agricultural Boards, food producers, analytical laboratories, interested organizations and university departments in both Sweden and Norway are well documented in the report. Since there existed no preparedness plans for the agriculture when the accident took place, the authorities had to make decisions quickly and sometimes revise them as time went by and new obstacles were identified.

## Litteraturförteckning

Alskog, E., 1992. Lokala undersökningar i jordbruket efter Tjernobylolyckan 1986. II. Undersökningar i Gävleborgs län 1987. Rapport SLU-REK-70. Sveriges Lantbruksuniversitet, institutionen för marvetenskap.

Andersson, I., 1989a. Safety precautions in Swedish animal husbandry in event of nuclear power plant accidents. Dissertation. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Rapport 181. Uppsala.

Andersson, I., 1989b. Transfer of cesium-137 from feed to lambs meat and the influence of feeding bentonite. Swedish journal of agricultural research, 19, 85-92.

Andersson, I., Bjäresten, I. & Godås, T., 1986. Radioaktivitet i mjölk från kor på kontaminerat bete. Svensk veterinärtidning 38, 975-979.

Andersson, I., Lönsjö, H. & Rosén, K., 2001. Long-term studies on transfer of cesium-137 from soil to vegetation and to grazing lambs in a mountain area in northern Sweden. Journal of environmental radioactivity, 52, 45-66.

Andersson, I., Bergman, R., Enander, A., Finck, R., Johanson, K.J., Nylén, T., Preuthun, J., Rosén, K., Sandström, B., Svensson, K. & Ulvsand, T., 2002. Livsmedelsproduktionen vid nedfall av radioaktiva ämnen F01, Jordbruksverket, Lantbruksuniversitetet, Livsmedelsverket & Statens Strålskyddsinstitut. Jordbruksverket, Jönköping.

Atlas över Sverige, 1971.

Bengtsson, G., 1986. Efter Tjeroby? Informationstidning från SSI till hushållen, 12 sidor.

Bertilsson, J., Andersson, I. & Johanson, K.J., 1988. Feeding greencut forage contaminated by radioactive fallout to dairy cows. Health Physics, 55. No 6, 855-862.

de Brun, F., 1925. Frostvikens första nybyggare från 1700-talet. Heimbygdas tidskrift. I. Fornvårdaren. II, Jämten.

de Brun, F., 1928. Frostvikens sockens bebyggelse 1750-1825. Jämtländska studier. Heimbygdas tidskrift. Fornvårdaren II:2-3.

Bjåresten, I., 2009. Erfarenheter och åtgårder inom jordbruket i Jämtlands län efter Tjernobylnedfallet, 1986 - 1992.

Ekern, A., Hove, K., Ødegaard, S., Naess, B. & Frøslie, A., 1987. Faglige tiltak for å redusere innholdet av radiocesium i husdyr og husdyrprodukter høsten 1986. Norges Landbruksviten-skapelige Forskningsråd. Rapport med delresultater og forslag til tiltak mot virkningen av radioaktivt nedfall i forbindelse med Tsjernobylulykken i 1986. Oslo/Ås 1987.

Ekman, I., Elvander, M., Segall, I., Viring, S. & Jones, B., 1987. Cesium-137 i blod och muskulatur hos får. Svensk veterinärtidning 1987. 39, 8-9.

Eriksson, Å., 1946, Angående Fulufjällets-, Åtjärnlidens- och Blaikfjällets får-sambete, Domänverket, Stencil, 9 s.

Eriksson, Å., 1987. Konsekvenserna av Tjernobyl för svenskt jordbruk. Följderna för åkermarkens och grödornas cesiuminnehåll. Sveriges Lantbruksuniversitet. Konsulentavdelningens rapport Allmänt 108, del 4, sid. 10:1-10:8. Uppsala.

Forsberg, S., 2000. Behaviour of <sup>137</sup>Cs and <sup>90</sup>Sr in agricultural soils. Influence of ageing and soil type on availability, migration and plant uptake. Doktorsavhandling. Agraria 212, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.

Forsberg, S., Carell, B. & Westermarck, T., 1989. Användning av zeoliter vid matberedning. Rapport enligt beställning från Statens Strålskyddsinstitut. SSI P 494.88. Institutionen för kärnkemi. Kungl. Tekniska Högskolan. Stencil.

Garmo, T. & Gunnerød, T., 1992. (red.) Radioaktivt nedfall fra Tsjernobylulykken. Slutrapport fra NLVFs forskningsprogram om radioaktivt nedfall 1988-1991. Norges Landbruksvitenskapelige Forskningsråd.

Giese, W.W., 1989. Countermeasures for reducing the transfer of radiocaesium to animal derived foods. The Science of the Total Environment 85, 317-327. Elsevier Publishers B.V. Amsterdam.



IAEA, 1987. Handbook of parameter values for the prediction of radionuclide transfer in the terrestrial and freshwater environment. 2<sup>nd</sup> draft March 1987. IAEA, Vienna.

Johansson, L., 1947. Bebyggelse och folkliv i det gamla Frostviken. Landsmåls- och folkminnesarkivet i Uppsala. Ser. B:3.

Jones, B., 1990. Radiocesiumhalten i kött och mjölk kan sänkas. Svensk veterinärtidning, 42, Nr 6.

Lantbruksnämnden i Jämtlands län, 1992. Diverse utskick och rådgivning angående åtgärder för att minska cesiumhalten i djurfoder.

Lantbruksstyrelsen, 1987. Lantbruksverket och Tjernobyl. Lägesrapport mars 1987.

Lindell, B., 1986. Strålrisker och Tjernobylolyckan. Vår Föda, 38, supplement 3/86. Statens Livsmedelsverk Uppsala.

Lundqvist, J., 1969. Beskrivning till jordartskarta över Jämtlands län. Sveriges Geologiska Undersökningar. Ser. Ca, Nr 43.

NLVF, 1987. Rapport med delresultater og forslag til tiltak mot virkningen av radioaktivt nedfall i forbindelse med Tsjernobylulykken i 1986. Norges Landbruksvitenskapelige Forskningsråd, Oslo/Ås, februar 1987.

Rickman, J.C., 1819. Sockenbeskrivningar från Jämtland och Härjedalen 1818-1821. Insända till Jämtlands läns Kungl. Hushållningssällskap. Jämtlands läns fornskriftsällskap. VII. 1941.

Rosén, K., Andersson, I. & Lönsjö, H., 1995. Transfer of radiocaesium from soil to vegetation and to grazing lambs in a mountain area in northern Sweden. Journal of environmental radioactivity, 26, Nr.3, 237-257.

Rosén, K. & Lönsjö, H., 1990. Överföring av radiocesium från fjällmark till olika fjällväxter. Rapport från Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för marvetenskap. Stencil.

Rosén, K., Lönsjö, H. & Eriksson, A., 1989. Frostviken: Tre år efter Tjernobyl-nedfallet. Cesium-137 i jordbruksmiljö. Sveriges Lantbruksuniversitet. Stencil.

Rosén, K., 1996a. Field studies on the behaviour of the radiocaesium in agricultural environments after the Chernobyl accident. Doktorsavhandling. Rapport SLU-REK-78, Sveriges Lantbruksuniversitet. Uppsala.

Rosén, K., 1996b. Transfer of radiocaesium in sensitive agricultural environments after the Chernobyl fallout in Sweden. II. Marginal and seminatural areas in the county of Jämtland. Science of the total environment, 182, No.1-3, 135-145.

Rosén, K., 2006. Joint meeting in radiation biology and radioecology. Marstrand, Sweden, April 25-28, 2006. Two decades after Chernobyl – summing up the consequences of the accident.

SCB, 1987. Rapport från lantbrukets företagsregister 1986. Ägoslag och åkerarealens användning den 12 juni 1986. Statistiska meddelanden J 10 SM8701. Örebro.

SFFL, 1989. Radioaktivitet i landbruket. Landbruksdepartementet i samarbeid med Statens fagtjeneste for landbruket. Småskrift 7/89.

SGAB, 1986.

Statens Livsmedelsverk, 1986. Information till miljø- och helsoskyddsnämnder m.fl. med anledning av kärnkraftsolyckan i Tjernobyl. PM 25. Analysrutiner. Uppsala.

Strand, P. & Brynildsen, L., 1986. Rapid method for live monitoring of caesium activity in sheep, cattle and reindeer. National institute of radiation hygiene and Ministry of agriculture division of veterinary services, Norway. Stencil.

Strand, P. & Brynildsen, L., 1987a. Måling med Lorakon-utstyr direkte på levende sau og på slakteskrotter av sau for å bestemme aktiviteten av cesium-137 og cesium-134 i kjøttet. Statens Institutt for strålehygiene og Landbruksdepartementet. Veterinaeravdelningen. Trondheim april 1987. Stencil.

Strand, P. & Brynildsen, L., 1987b. Måling med Lorokan-utstyr direkte på levende storfe og på slakteskrotter av stofe for å bestemme aktiviteten av cesium-137 og cesium-134 i kjøttet. Statens Institutt for strålehygiene & Landbruksdepartementet. Veterinaeravdelningen. Stencil.

SSI, 2006. Strålskyddsnytt. Statens Strålskyddsinstitut. Nr 4, årgång 24.

Tandemacceleratorlaboratoriet vid Uppsala Universitet, 1986. Mätinformation. Stencil.

Åhman, F., 1988. The association between caesium content in reindeer meat and external radiation from living reindeer. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala. Stencil.

Åhman, B., 1994. Radiocaesium in reindeer after fallout from the Chernobyl accident. Dissertation. Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Clinical Nutrition. Uppsala.

Ängeby, O., 1947. Landformerna i nordvästra Jämtland och angränsande delar av Nord-Tröndelag. Meddelande från Lunds Universitets Geografiska institution. Avhandlingar XII.

### **Internet**

<http://www.sna.se/webbatlas/kartor/vilka.cgi?fritext=cesium>, 22-07-2008

## Bilaga A. Facktermer/nomenklatur

Det finns många uttryck som beskriver radioaktiva ämnen och deras egenskaper. Nedan tas några ofta använda benämningar upp.

Radioaktivt kallas ett ämne, vars atomkärnor under utsändande av radioaktiv strålning av sig själva sönderfaller och som då övergår till ett annat ämne.

Radioaktiv strålning sänds ut i samband med en atomkärnas sönderfall. De farliga radioaktiva ämnena från Tjernobylyolyckan, Cs-137, Cs-134, I-131 och Sr-90, övergår i tur och ordning till de stabila ämnena osv. Siffrorna anger mass-talen, eller summan av antalet protoner i klyvbara atomkärnor av respektive ursprungligt radioaktivt ämne.

Aktivitet är antalet per sekund sönderfallande atomkärnor av ett radioaktivt preparat och anges i Becquerel, Bq. En Bq är lika med ett sönderfall per sekund.

För att ange halten av aktivitet i ett förorenat material används aktivitetshalt, för växtprodukter Bq per kg torrs substans, Bq/kg ts, eller Bq per kg friskvikt, Bq/kg frv. För förorenade djurprodukter används, för kött och mjölk Bq/kg, för mjölk även och vanligare Bq/l. För förorening av mark och även av gröda används kBq per kvadratmeter ( $k = 1\ 000$ ), Bq/m<sup>2</sup>.

Joniserande strålning benämns strålning som är så energirik att den kan slita loss elektroner, d.v.s. jonisera på sin väg genom materia. Den joniserande strålningen kan bestå antingen av partiklar (alfa och betastrålning) eller vågor s.k. elektromagnetisk strålning (gammastrålning). Joniserande strålning kan orsaka skador på levande celler hos människa, djur och växter.

Alfastrålning består av utkastade heliumkärnor. Heliumkärnorna består av två neutroner och två protoner. Alfapartiklarna är positivt laddade och har en kort räckvidd i luft. Exempel på ämnen som ger alfastrålning är t.ex. radon-222 och plutonium-240.

Betastrålning bildas av negativa eller positiva elektroner som slungas ut från sönderfallande atomkärnor. De når i luft ett tiotal meter från strålningskällan. I levande vävnad kan de tränga in någon centimeter. De stoppas av t.ex. grova kläder och fönsterglas. Betastrålning alstras från bl.a. I-131, Cs-134, Cs-137, Sr-89 och Sr-90.

Gammastrålning består av elektromagnetisk joniserande strålning, d.v.s. av vågor. Våglängden är kortare än ljusets våglängd och strålningen är mycket energirik och kan nå flera hundra meter i luft och kan tränga in i levande kroppar från stora avstånd. Exempel på radioaktiva gammastrålare är t.ex. I-131, Cs-134 och Cs-137.

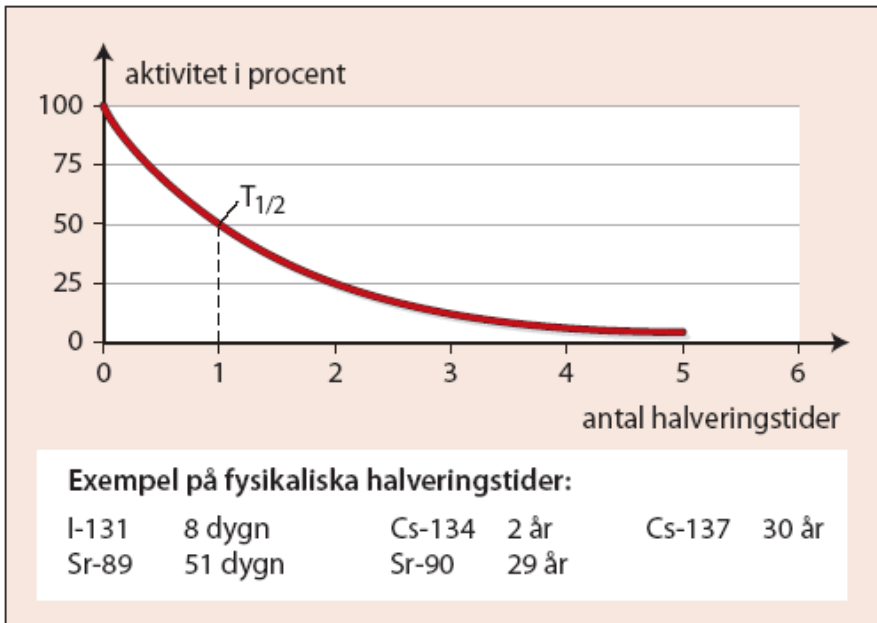
Intern bestrålning talar man om när det radioaktiva ämnet följer med in i kroppen med inandningsluft, mat eller dryck. Alfa- och betastrålning kan trots relativ kort räckvidd göra stor skada genom joniserande strålning inne i kroppen där skyddande hud saknas.

Bakgrundsstrålning. Runt omkring oss finns många strålningskällor såsom kosmisk strålning från marken, strålning inom sjukvården och inte minst strålning från byggnadsmaterial i våra bostäder. Därtill kommer strålning från radioaktivt nedfall. Gemensamt kallas det för extern bestrålning. En typ av bakgrundsstrålning är den som naturligt förekommer i levande varelser.

Grundämnena C och K har varianter, isotoper, som ger gammastrålning, nämligen C-14 och K-40. I Norge har man beräknat att en människa som väger 70 kg normalt innehåller 115 Bq per kg kroppsvikt, varav 62 Bq kommer från K-40 (Garmo & Gunnerød, 1992).

"Hot spots" eller heta partiklar är små bränslefragment som spreds från reaktorn i Tjernobyl tillsammans med annat radioaktivt nedfall. Dessa partiklar gjorde att det fläckvis kunde vara extremt hög radioaktiv strålning på marken eller i skördad växtmassa under sommaren 1986.

Kärnvapensprängningar. Under åren 1945 – 1962 testade man kärnvapen genom att spränga dem i atmosfären. Rester av radioaktivt nedfall från den tiden ingår i bakgrundsstrålningen. Vid tiden för sprängningarna föll i medeltal ca 3 kBq per kvadratmeter ned över hela Sverige. Jämför med Tjernobylolyckan som i medeltal gav ca 10 kBq per kvadratmeter inom områden av landet. I vapenproven fanns betydligt mer Sr-90 i nedfallet än efter Tjernobylolyckan (Rosén, 1996a).



Figur A1. Fysikaliskt sönderfall efter i tur och ordning 0, 1, 2, 3, 4, 5 och 6 halveringstider ( $T_{1/2}$ ) samt exempel på fysikaliska halveringstider. Ur boken "Livsmedelsproduktion vid nedfall av radioaktiva ämnen", Andersson m.fl. (2002).

Figure A1. Physical decay subsequent 0, 1, 2, 3, 4, 5 and 6 half-lives ( $T_{1/2}$ ) and examples of physical half-lives. From the book "Livsmedelsproduktion vid nedfall av radioaktiva ämnen", Andersson et al. (2002).

Biologisk halveringstid är den tid det tar för en människokropp eller djurkropp att göra sig av med hälften av ett radioaktivt ämne. För Cs-137 är den biologiska halveringstiden 2 – 4 veckor hos idisslare (förutsatt att man inte tillför mer Cs-137 med fodret).

För praktiskt bruk behöver man ha ett mått på den effektiva biologiska halveringstiden, d.v.s. man måste väga ihop biologisk och fysikalisk halveringstid. Den biologiska halveringstiden tas fram genom djurförsök.

Effektiv ekologisk halveringstid anger den tid det tar att halvera produkternas (t.ex. svamp och bär) halt av radioaktivitet inom ett bestämt geografiskt område. Hur fort det går beror på hur mycket av det radioaktiva ämnet som lakas ut med regnvatten, hur hårt jordpartiklarna binder ämnet och den fysikaliska halveringstiden. Som exempel kan nämnas att man i Norge noterat att det i ett område tagit

20 år efter kärnvapensprängningarna för att halvera Cs-137 i lammkött när djuren gått på bete.

Överföring av Cs-137, från deposition till växt och indirekt från mark till växt beräknas som aktiviteten i torkat växtmaterial (Bq per kg) dividerat med markbeläggningen (Bq per kvadratmeter). Resultatet kallas för överföringsfaktor (TF) eller transportkoefficient och beskriver aktiviteten i grödan vägd mot aktiviteten per ytenhet mark. TF, från deposition till växt, kan variera från 0,1 – 0,5 och från mark till betesgräs från 0,01 – 0,1.

Överföring av Cs-137 från foder till djurprodukt anges som kvoten mellan aktivitetshalt, Bq per kg produkt, och det totala aktivitetsintaget (Bq per dag).

Överföringsfaktorn (F) beskriver aktiviteten i produkten (Bq per kg kött eller per liter mjölk) vägd mot det dagliga intaget. Beräkningar av F för t.ex. lammkött visar en faktor 0,10 – 0,25 (Andersson, 1989a). För mjölk är F av storleken 0,002 – 0,022 enligt IAEA (1987).

Ett annat sätt att uttrycka överföringen från foder till mjölk är att ange andel dagligt intag med foder av respektive nuklid som utsöndras i den totala dygnsvolymen av mjölk per ko. Följande ungefärliga värden för överföring från foder till djurprodukt återges av Andersson m.fl. (2002):

- Komjolk: ca 30% av I-131, 10 % av Cs-137 och 5% av Sr-90.
- Getmjolk: ca 50% av I-131, 20 % av Cs-137 och 5% av Sr-90.

Cesium liknar kalium. Cesium (Cs) tillhör samma kemiska grupp som kalium (K) men är tyngre. I huvudsak har Cs och K samma kemiska egenskaper och Cs följer med K vid växters och djurs näringsupptag. Om man gödslar växterna med K tar de upp mindre Cs (Rosén, 1996a). Detta beror på att Cs då fixeras till lerpartiklarna.

Strontium liknar kalcium. Strontium (Sr) tillhör samma kemiska grupp som kalcium (Ca) och de har till största delen liknande egenskaper. Om man gödslar med Ca tar växterna upp mindre Sr. Däremot fastläggs inte Sr till lerpartiklar, utan är mer labilt i marken (Forsberg, 2000).

Stråldos och ekvivalent dos. Den energi som absorberas av en bestrålad kropp, t.ex. djurkropp, kan uttryckas i joule per kg (J/kg) och är ett mått på stråldosen. Olika strålslag har olika stark biologisk verkan, t.ex. gammastrålning jämfört

med alfastrålning. Man väger därför ihop stråldoser från olika strålslag till vad man kallar ekvivalent dos. Enheten för ekvivalent dos är sievert (Sv) men när det gäller strålskydd är det vanligt att man använder (mSv). Stråldosen beror även på bestrålningstiden och anges i regel som mSv per år.

Dosgränsvärden har fastställts av Strålskyddsinstitutet (SSI), dels för personer i sitt yrke, dels för allmänheten, se tabell A1. För befolkningen i allmänhet är maximala dosen satt till 1 mSv per år, Den dosen innebär en ökad risk för att dö i cancer med 5 fall per 100 000 under enstaka år. Livstidsrisken blir 0,4 procent. (Anm. Normalt dör 20 procent av befolkningen i cancer.)



Tabell A1. Stråldoser, naturlig och artificiell, mSv per person och år i medeltal. Statens strålskyddsinstitut (SOU 1996:124)  
*Table A1. Mean radiation dose, both natural and artificial, in mSv per person and year. Statens strålskyddsinstitut (SOU 1996:124)*

---

<u>Naturliga källor</u>	
Radon i hus	2,0 mSv per år
Hus, mark	0,5 mSv per år
Kosmisk strålning	0,3 mSv per år
Den egna kroppen	0,2 mSv per år
<u>Artificiella källor</u>	
Sjukvård (hälften från diagnostik)	1,4 mSv per år
Nedfall från kärnvapen	< 0,1 mSv per år
Övrigt (industri och kärnkraft)	0,09 mSv per år

---

Stråldos från livsmedel på grund av Tjernobylyolyckan. Efter reaktorhaveriet i Tjernobyl hade SSI och Livsmedelsverket som mål att befolkningens livsmedelsintag skulle ge mindre än 1 mSv per person och år. Med ledning av detta räknade man fram att kosten fick ge högst 100 Bq Cs-137 per person och dag. Riktvärdet för baslivsmedel i handeln sattes därför till 300 Bq Cs-137 per kg eller liter. För andra slag av livsmedel, d.v.s. kött från vilt och ren, nötter, bär, svamp och sötvattensfisk, höjdes riktvärdet år 1987 till 1 500 Bq Cs-137. Vid en uppföljning av en s.k. matkorgsundersökning år 1994 visade det sig, att intaget då var endast omkring 1 Bq Cs-137 per person och dag (SOU1996:124). För personer som själva jagar, fiskar och plockar bär och svamp rekommenderar Livsmedelsverket följande:

- livsmedel som innehåller under 300 Bq per kg kan ätas utan inskränkning,
- livsmedel med en halt mellan 300 och 1 500 Bq per kg kan ätas högst en gång per vecka,
- livsmedel som innehåller mellan 1 500 och 10 000 Bq per kg kan ätas högst några gånger per år, och
- livsmedel som innehåller mer än 10 000 Bq per kg bör inte konsumeras alls.

EG:s gränsvärden för import från tredje land. Enligt förordning 737/90 och kommissionens förordning 1609/2000 är gränsvärdet 370 Bq per kg (för summan av Cs-137 och Cs-134) för barnmat, mjölk och mjölkprodukter samt 600 Bq per kg för andra livsmedel.

Anm. Särskilda dosgränser och regler gäller för gravida kvinnor, ungdomar i utbildning och lärlingar i arbeten som kan medföra exponering för joniserande strålning.

## Några förkortningar och beteckningar

Cesium-134	Cs-134	radioaktiv isotop av cesium
Cesium-137	Cs-137	” ” ” ”
Jod-131	I-131	” ” ” jod
Strontium-90	Sr-90	” ” ” strontium
Uran-235	U-235	” ” ” uran
Uran-238	U-238	” ” ” ”
Becquerel	Bq	ett sönderfall per sekund
Sievert	Sv	enheten för dosekvivalent
Millisievert	mSv	en tusendels sievertstatistiska beteckningar
Antal	n	antal observationer
Standardavvikelse	s	anger inom vilka gränser 2/3 av alla observationer vid normalfördelning förväntas ligga
Regressionskoefficient	b	$Y = A + bX$ . Regressionskoefficienten (b) anger hur Y ändras när X ändras en enhet vid linjärt förhållande mellan Y och X. A utgör interceptvärdet på Y när $X = 0$ .
Korrelationskoefficient	r	anger styrkan av sambandet mellan två linjärt beroende variabler. Värden nära +1 och -1 anger starka positiva eller negativa samband. Värdet 0 visar att inget samband finns.
Mindre än	<	
Större än	>	



## Bilaga C1. Basmineralindex, jordartskarta över Jämtlands län



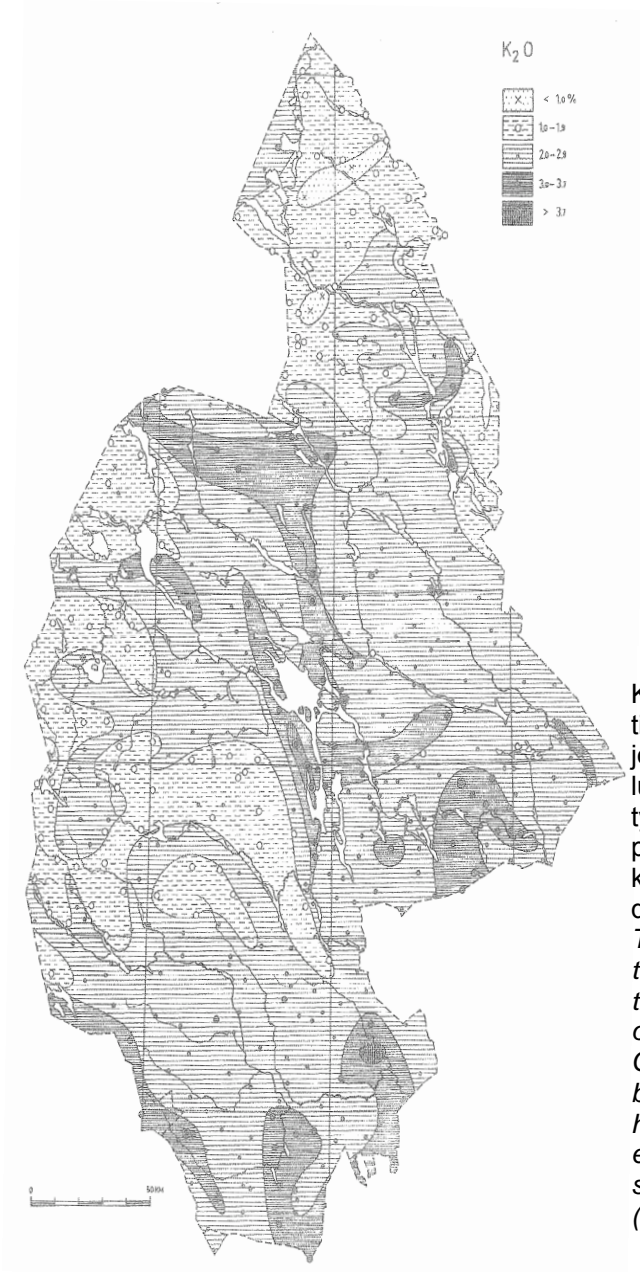
Basmineralindex i länets morän. Høgt index föreligger i norra Jämtland och väster om Storsjö-området kambrosilur. Spridningen mot sydost från detta område är tydlig. Mycket lågt index orsakas främst av Härjedalens porfyryr och Dalasandsten (Lundqvist, 1969). *Alkaline mineral index of moraine of the county. High indexes exists in the north parts of Jämtland and west of the Cambro Silurian rocks of the Storsjö area. Distribution towards south east from this area is distinct. Particularly low indexes is mainly caused by the Porphyry of Härjedalen and Dala sandsten (Lundqvist, 1969).*

## Bilaga C2. pH, jordartskarta över Jämtlands län



pH i länets jordarter. Dessa är i regel sura. Högre pH förekommer nästan endast i det område som påverkats av Centraljämtlands Kambrosilur (Lundqvist, 1969).  
*pH in the soil types of the county. These are usually acidic. Higher pH exists almost solely in areas that have been affected by the Cambro Silurian rocks of central Jämtland (Lundqvist 1969).*

## Bilaga C3. K<sub>2</sub>O, jordartskarta över Jämtlands län



Kalihalten i finfraktionen av länets jordarter. Kambrosilurberggrunden tycks ha haft en positiv effekt på kalihalten (Lundqvist, 1969).

*The potassium content in the fine fraction of the soil types of the county. The Cambro Silurian bedrock seems to have had a positive effect on the potassium content (Lundqvist, 1969).*

# Bilaga D. Koncentration av Cs-137 i vanliga växter, Blomhöjden

Medeltal för varje år 1990-1997 (Bq/kg ts), Blomhöjden (Andersson m.fl., 2001)  
 Means of each year 1990-1997, (Bq/kg dw), Blomhöjden (Andersson et al. 2001)

Plant species	Sampled at locality	<sup>137</sup> Cs										Mean 1990-1997
		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997			
<b>Grasses</b>												
<i>Molinia caerulea</i>	1, 2	3280	2570	1800	1640	1693	692	1091	1060	1728		
<i>Poa</i> sp	3	1340	1110	620	—	—	—	—	—	1023		
<i>Deschampsia caespitosa</i>	1-5	880	600	1020	950	654	393	334	499	666		
<i>Deschampsia flexuosa</i>	1-5	700	790	890	590	391	409	296	330	550		
<i>Nardus stricta</i>	1-5	580	530	700	810	602	690	409	413	592		
<i>Agrostis capillaris</i>	4	310	620	1550	—	—	227	395	232	556		
<b>Carex</b>												
<i>Carex</i> spp	2	2120	1690	1430	1760	—	—	1672	2077	1792		
<b>Herbs</b>												
<i>Rumex acetosa</i>	1-4	2640	2040	1300	1130	785	1157	867	1212	1391		
<i>Cornus suecica</i>	1,3,4	1470	1700	1120	930	838	963	671	525	1027		
<i>Solidago virgaurea</i>	1,2,5	1460	1080	800	1060	1198	1147	740	869	1044		
<i>Filipendula ulmaria</i>	3,5	810	830	580	570	339	543	379	319	546		
<i>Cirsium helenioides</i>	4	50	160	80	10	—	—	—	—	75		
<i>Alchemilla vulgaris</i>	4	—	—	—	—	24	432	216	196	217		
<b>Woody plants, shrubs and trees</b>												
<i>Ulexium myrtillus</i>	1-5	870	540	530	470	444	425	335	366	498		
<i>Empetrum nigrum</i>	1,4	450	410	370	310	426	320	353	192	354		
<i>Betula nana</i>	1-4	230	330	240	140	206	242	174	242	223		
<i>Betula tortuosa</i>	1-5	450	340	300	300	227	219	218	224	285		
<i>Salix</i> spp	1-5	430	580	860	510	480	397	355	493	513		
Overall mean		1063	936	834	745	593	550	532	578	729		



# Bilaga E. Koncentration av Cs-137 i svamp, Blomhöjden

Koncentration (Bq/kg ts) i svamp i olika områden åren 1994, 1996 och 1997, Blomhöjden (Andersson m.fl., 2001)

Concentration (Bq/kg dw) in fungus from different areas 1994, 1996 and 1997, Blomhöjden (Andersson et al. 2001)

Year Local.	Species/genera	<sup>137</sup> Cs, Bq/ kg d.w.	Year Local.	Species/genera	<sup>137</sup> Cs, Bq/ kg d.w.	Year Local.	Species/genera	<sup>137</sup> Cs, Bq/ kg d.w.		
1994 1,2	<i>Lactarius vietus</i>	6456	1996 1,2	<i>Cortinarius armillatus</i>	9237	1997 1	<i>Lecaninum versipelle</i>	928		
	<i>Russula aerignea</i>	46857		<i>Cortinarius evernius</i>	11657		<i>Rozites caperata</i>	10616		
	<i>Russula decolorans, ssp pubescens</i>	5764		<i>Lactarius helvus</i>	3918		<i>Russula claroflata</i>	2721		
	<i>Russula nana</i>	2558		<i>Lecaninum versipelle</i>	844		Unspecified	4059		
3	<i>Camarophyllus pratensis</i>	1321	3	<i>Russula claroflata</i>	1072	2	<i>Cortinarius integerrimus</i>	24240		
	<i>Cortinarius odor</i>	17290		<i>Russula spp</i>	1286		<i>Lecaninum versipelle</i>	572		
	<i>Cortinarius sp</i>	2778		<i>Cantharellus cibarius</i>	667		<i>Rozites caperata</i>	37921		
	<i>Lecaninum versipelle</i>	1362		<i>Lactarius</i>	23		<i>Lactarius torminosus</i>	9881		
5	<i>Mycena galericulata</i>	4021	4	<i>Lecaninum scabrum</i>	84	3	<i>Lecaninum versipelle</i>	1172		
	<i>Rozites caperata</i>	39267		<i>Cortinarius camphoratus</i>	79859		<i>Lecaninum versipelle</i>	1473		
	<i>Russula decolorans</i>	6301		<i>Lactarius torminosus</i>	8644		<i>Rozites caperata</i>	17793		
	<i>Russula paludosa</i>	12290		<i>Lactarius torminosus</i>	16560		<i>Stropharia semiglobata</i>	401		
	<i>Cortinarius collinitus</i>	6073		<i>Lactarius tiens</i>	5728					
	<i>Hydnum repandum</i>	1136		<i>Lecaninum scabrum</i>	12734		<i>Russula</i>	ND*		
	<i>Laccaria bicolor</i>	10142		<i>Lecaninum versipelle</i>	400					
	<i>Lactarius tritidius</i>	16991		<i>Lecaninum versipelle</i>	957		<i>Cortinarius spp</i>	5561		
<i>Russula decolorans</i>	4961	<i>Piptoporus betulinus</i>	737	<i>Cortinarius spp</i>	9453					
Range			5	<i>Rozites caperata</i>	37306	4	<i>Lactarius helvus</i>	3692		
				<i>Russula claroflata</i>	952		<i>Lecaninum versipelle</i>	1049		
				<i>Russula xerampelina</i>	787		<i>Lecaninum versipelle</i>	1053		
				<i>Russula</i>	536		<i>Russula spp</i>	556		
				<i>Russula</i>	497					
				<i>Russula</i>	998					
				<i>Amanita vaginata</i>	52832					
				<i>Rozites caperata</i>	448					
				<i>Russula claroflata</i>	2061					
				<i>Xerocomus subtomentosus</i>	700					
			23-79859				Range	23-79859	Range	ND-37921

\*Not detectable.

## Bilaga F. Exempel på information till allmänheten och lantbrukarna

1. Länsstyrelsen informerar allmänheten om kärnkraftsolyckan.
2. Lantbruksnämnden informerar lantbrukarna i Jämtlands län om kärnkraftsolyckan och om skadereglering, 1986-06-06.
3. Getbönder informeras om friklassning m.m., 1986-06-25.
4. Information till lantbrukarna om Cs-137 i bärgat vallfoder, 1986-07-20.
5. Till getbönder i Västerbottens, Västernorrlands, Jämtlands och Gävleborgs län om provtagning av mese m.m.
6. Gruppkorsband till lantbrukare i Jämtlands län om cesiuminnehållet i årets foder, mjölk och kött, 1986-08-07.
7. Rekommendationer om provtagning vid handel med hö i NNP-området och i Gävleborgs län, 1986-10-16.
8. gruppkorsband till jordbrukare i Jämtlands län om åtgärder för att minska cesiumhalten i vallfodret 1987, 1986-12-10.
9. Gruppkorsband till jordbrukare i Jämtlands län om åtgärder med anledning av bl.a. radioaktivt nedfall, 1987-05-03.
10. Meddelande angående bidrag till kaliumgödning, 1987.
11. Meddelande angående ersättning för saneringsutfodring, 1987-10-27.
12. Meddelande till djurägare i vissa församlingar om utfodring av zeolit för att minska slaktkroppens cesiuminnehåll, 1988-06-07.
13. Brev till jordbrukare i Frostviken med råd om saneringsåtgärder genom gödning och utfodring, 1988-06-20.
14. Meddelande till fårägare i Frostviken inför slakten av får och lamm 1989, 1989-07-14.
15. Meddelande om ersättning för omläggning av vall. Taxa för plöjning, 1989-08-02.
16. Meddelande till jordbrukare i Frostviken om plöjning och insådd på grund av för höga cesiumvärden i vällen, 1989-08-10.
17. Medgivande om ersättning till enskilda jordbrukare för omläggning av vall, 1989-10-09.
18. Ersättningsnivåer för omläggning av vall, 1989/90.
19. Ersättningsnivåer för omläggning av vall, 1991/92.

## Bilaga G. Bilageförteckning till ”Lägesrapport mars 1987, LBS” med komplettering fram till 1990

### **Bilagor, allmänt**

<u>Datum</u>	<u>Dokument</u>	<u>Bilaga</u>
1986-05-16	Lantbruksstyrelsens protokoll nr 26. Tillsättande av arbetsgrupp	1
1986-06-19	Lantbruksstyrelsens protokoll nr 36. Tillsättande av arbetsgrupp	1a
1986-05-29	Regeringsbeslut, Jordbruksdepartementet. Ersättning till jordbrukare för kostnader på grund av radioaktivt nedfall	1b

Förteckning över anvisningar, blanketter, promemorior m.m. för olika **ersättningar gällande jordbruksföretag** med hänvisningar till bilagor

<u>Datum</u>	<u>Dokument</u>	<u>Bilaga</u>
1986-05-20	Skrivelse till lantbruksnämnderna i U, C, X, Y, och AC län. Ang ersättning till jordbruks-, trädgårds- och rennäringsföretag för kostnader pga radioaktivt nedfall (dnr 2500 852/86)	2
1986-06-10	Missiv till lantbruksstyrelsen ang riktlinjer för ersättning till jordbruks-, trädgårds- och rennäringsföretag för kostnader pga radioaktivt nedfall (dnr 021 852/86). Rapport 1986-06-10 ang dessa riktlinjer	3
1986-06-11	Missiv till lantbruksstyrelsen ang förslag till riktlinjer för att hantera ersättningsanspråk till följd av det radioaktiva nedfallet (dnr 021 852/86)	4
1986-07-01	Förordning (1986:621) om ersättning till jordbruks-, trädgårds- och renskötsel-företag för kostnader och förluster på grund av radioaktivt nedfall	5
1986-06-12	Lantbruksstyrelsens föreskrifter om ersättning till jordbruks-, trädgårds- och renskötsel-företag för kostnader och förluster pga radioaktivt nedfall (1986:19)	6
1986-07-04	Lantbruksstyrelsens allmänna råd 1986:3, ersättning på grund av radioaktivt nedfall (Dnr 2523 986/86)	7
1986-07-10	Missiv enligt sändlista. Informationsmaterial ang ersättning pga radioaktivt nedfall	8
	Lantbruksstyrelsens Praktiska Råd nr 22, 1986 Ersättning till mjölkproducenter för försenad betes-släppning på grund av radioaktivt nedfall	9
	Ansökningsblankett	10

	Blankett för beräkning av ersättning	10a
	PM ang beräkningsgrunder för ersättning	11
1986-08-22	Ändring av lantbruksstyrelsens Allmänna råd nr 1986:3 dnr 2523 986/86. Sidan 9 1:a stycket. Angående ersättning av försenad betessläppning	12
1986-08-29	Ersättning till getostproducenter för försenad betessläppning mm (dnr 2523 986/86)	13
	Tillägg till Allmänna råd 1986:3. Reglering av merkostnaden och inkomstbortfall för att getter inte kunnat hållas på bete eller rekommenderats fortsatt stallutfodring	14
	Lantbruksnämndens Praktiska råd nr 23, 1986 . Ersättning till getostproducenter för försenad betessläppning eller fortsatt stallhållning på grund av radioaktivt nedfall	15
	Ansökningsblankett	16
	Blankett för beräkning av ersättning	17
	PM ang beräkningsgrunder för ersättning	18
1986-09-05	Tillägg till Allmänna råd 1986:3. Ersättning för får och lammkött som måste kasseras på grund av ett innehåll av Cs-137 som överstiger livsmedelsverkets riktvärden	14
	Ansökningsblankett	19
	Blankett för beräkning av ersättning	20
	PM ang beräkningsgrunder för ersättning	20a

1986-10-31 Missiv. (Dnr 2523 1299/86). Ersättningsregler, informationsfoldrar och ansökningsblanketter vad gäller	21
Tillägg till lantbruksstyrelsens Allmänna råd 1986:3, 4 § (1986-10-27, dnr 2523 986/86), Ersättning för minskad mjölkavkastning på grund av försenad betessläppning	22
Tillägg till lantbruksstyrelsens Allmänna råd 1986:3, 8 § (1986-10-27, dnr 2523 986/86) Ersättning för foder som kasserats för att förebygga hälsorisker från livsmedel	23
Tillägg till lantbruksstyrelsens Allmänna råd 1986:3, 9 § (1986-10-27, dnr 2523 986/86) Ersättning för sanering av vallar. Ersättning utgår även för andra åtgärder som vidtagits i syfte att minska radioaktiviteten	24
Lantbruksstyrelsens Praktiska Råd nr 24, 1986 Ersättning till mjölkproducenter för minskad mjölkavkastning på grund av försenad betessläppning	25
Lantbruksstyrelsens Praktiska Råd nr 24, 1986 Ersättning till vallodlare för vallskörd med hög stubb pga radioaktivt nedfall	26
Lantbruksstyrelsens Praktiska Råd nr 24, 1986 Ersättning till vallodlare för plöjning av vall mm på grund av radioaktivt nedfall	27
Ansökningsblanketter	28-30
Beräkningsunderlag för ersättning för minskad mjölkavkastning	31
Preliminärt utbetalningsbesked för minskad mjölkavkastning, vallskörd med hög stubb	32

	Pm ang beräkningsmodell för ersättning för minskad mjölkavkastning	33
	Ersättning för överblivet inköpt hö	34
	Anmälningssblankett	34
1987-01-16	Tillägg till Allmänna råd 1986:3. Fortsatt reglering av ersättningar till getostproducenter	35
	Lantbruksnämndens Praktiska Råd nr 1, 1987. Ersättning till getostproducenter för fortsatt stallutfodring och minskad mjölkavkastning på grund av radioaktivt nedfall	36
	Ansökningsblankett	37
	Beräkningsunderlag	38
	PM ang beräkning av ersättning per get och dag för fortsatt stallhållning efter 31 juli fram till installation (1 oktober)	39
1987-03-18	Missiv (dnr 2523 986/86). Ersättningsregler, informationsfoldrar och ansökningsblanketter	40
	Tillägg till lantbruksstyrelsens Allmänna Råd 1986:3, 6 § (1987-03-16), dnr 2523 986/86) Ersättning för försenad betessläpning och saneringsutfodring beträffande köttjur, ungdjur och får	40a
	Lantbruksnämndens Praktiska råd nr 2, 1987. Ersättning till får för försenad slakt eller saneringsutfodring på grund av radioaktivt nedfall	41
	Lantbruksnämndens Praktiska råd nr 4, 1987. Ersättning till köttproducenter får för försenad betessläpning och stallutfodring av ungnöt före slakt på grund av radioaktivt nedfall	42

Ansökningsblanketter, 5 st	43-47
Blanketter för beräkning av ersättning, 5 st	48-52
PM ang beräkningsgrunder för ersättning, får	53
PM ang beräkningsgrunder för ersättning, nötkreatur	54



Förteckning över anvisningar, blanketter, promemorior mm för olika **ersättningsdelar gällande trädgårdsföretag** med hänvisningar till bilagor

<u>Datum</u>	<u>Dokument</u>	<u>Bilaga</u>
1986-12-15	Missiv. Ersättning till trädgårdsföretagare på grund av radioaktivt nedfall (dnr 2523 1431/86)	55
	Tillägg till lantbruksstyrelsens Allmänna råd 1986:3 10 och 11 §§. Ersättning till trädgårdsföretag	56
	Lantbruksnämndens Praktiska råd nr 31, 1986. Ersättning till trädgårdsföretag för kostnader och förluster på grund av radioaktivt nedfall	57
	Anmälningssblankett	58

Förteckning över anvisningar, blanketter, promemorior mm för olika **ersättningsdelar gällande renskötsel** med hänvisningar till bilagor

<u>Datum</u>	<u>Dokument</u>	<u>Bilaga</u>
1986-07-10	Informationsbrev till samtliga renägare om effekterna av det radioaktiva nedfallet inom renskötselområdet. Upplysning om regeringens beslut den 18 juni att ersättning får lämnas till jordbruks-, trädgårds- och renskötsel företag som orsakas merkostnader eller inkomstbortfall på grund av det radioaktiva nedfallet (dnr 559 4141/86)	59
	Informationsbrev till samtliga renägare m.fl. bl a om hur renslakten skall genomföras. Upplysning om att ersättning kommer att utbetalas för renar som kasseras på grund av för höga cesiumhalter med motsvarande marknadspriset för renkött inkl moms samt prisstöd. Upplysning om möjlighet till förskottsbetalning för renkött (dnr 559 4141/86)	60
1986-08-25	Informationsbrev till samtliga renägare m.fl. bl a om ersättning för tidigareläggning av slakt, för merkostnader vid inköp av husbehovsrenar från friklassade områden samt för fryskostnader för husbehovsrenar (dnr 559 4141/86)	61
1986-08-29	Informationsbrev till samtliga renägare m.fl. bl a om ersättning för tidigareläggning av slakt samt för kasserade renar (dnr 559 4141/86)	62
1986-09-18	Informationsbrev till samtliga renägare m.fl. bl a om ersättning för tidigareläggning av slakt och för sarvar som vid slakt under september kasserats på grund av brunstlukt (dnr 559 4141/86)	63
1986-10-10	Informationsbrev till samtliga renägare m.fl. om ersättning för kasserade renar (differentierat pris Norrbottens län/övriga), för kollektiv hämtning av renar från områden där godkända sådana kan erhåll-	

- las, för fryslagring av husbehovsrenar. Upplysningar också om kompensation till följd av slaktförbudet sommaren 1986 och kompensation för avbrott i sarvslakten (dnr 559 4141/86) 64
- 1986-10-28 Informationsbrev till samtliga renägare m.fl. om ersättning för kasserade renar, för merkostnad vid inköp av husbehovsrenar från annat inköpsområde, för helutfodring av husbehovsrenar med cesiumhalter på upp till 2 000 Bq/kg, för slaktföretagens slaktkostnader (dnr 559 4141/86) 65
- 1986-11-20 Informationsbrev till samtliga renägare m.fl. om ersättning för kasserad ren (ett pris i hela renskötselområdet) för helutfodring av slaktrenar med cesiumhalter på upptill 5 000 Bq/kg , för merkostnad vid hemtransport av Svenska slaktrenar från Norge (levande transport) (dnr 559 4141/86) 66
- 1987-02-23 Informationsbrev till samtliga renägare m.fl. om ersättning för helutfodring av husbehovsrenar med cesiumhalter upp till 20 000 Bq/kg och för tillskottsutfodring av renar i sexton samebyar (dnr 559 4141/86) 67

## Förteckning över rekommendationer och råd gällande jordbruksföretag

<u>Datum</u>	<u>Dokument</u>	<u>Bilaga</u>
1986-05-21	Rekommendationer för att minska radioaktivt Cs i vissa områden och ytterligare information ang arbetsmiljön	68
1986-05-27	Utökade rekommendationer för att minska radioaktivt Cs i vissa områden	69
1986-06-19	Rekommendationer om vallskörd och bete inom vissa områden som utsatts för radioaktivt nedfall. Praktiska råd nr 21, 1986	70
1986-07-07	PM ang gränser för vallfodrets innehåll av Cs, mjölkkor	71
1986-07-29	PM ang gränsvärde för cesiumhalten i hö till getter	72
1986-08-26	Åtgärder inför höstens lammslakt	73
1986-09-09	PM ang riktvärden för vallfodrets innehåll av Cs, nötkött	74
1986-10 24	Rådgivning för att minska aktiviteten av Cs-137 i vallfoder sommaren 1987	75

# Bilaga H. Taxa för plöjning 1989, m.m. kostnad för traktor med förare och redskap, nya beräkningsgrunder

<u>Treskärig plog och 200 m fältlängd (14')</u>			
Stubbearbetning	1,0 tim á	222:-	222:-
Plöjning	2,6 m 3,5 "	245:-	857:50
Harvning 3 ggr sladdfjäderh.	2,4 "	204:-	489:60
Sådd	1,2 "	215:-	258:-
2,5 m bredd			
Vältning, 3 m	0,8 "	219:-	175:20
	<u>8,9 tim</u>		<u>2 002:30</u> kr per ha
			= 2 000:-

<u>Tvåskärig plog och 100 m fältlängd (14')</u>			
Stubbearbetning	2,6 m 1,1 "	222:-	244:20
Plöjning	5,5 "	216:-	1 188:-
Harvning, 3 ggr sladdfjäder- harv 30 pinnar 3 m	2,6 "	204:-	530:40
Sådd, 2,5 m	1,4 "	215:-	301:-
Vältning, 3 m	0,9 "	219:-	197:10
	<u>11,5 tim</u>		<u>2 460:70</u> kr per ha
			= 2 500:-

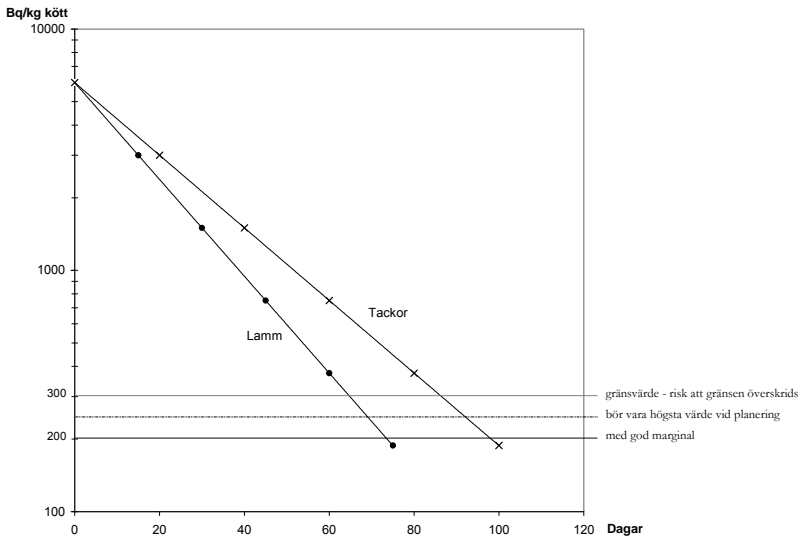
Arbetsersättning utgår med 97:10 kr/tim

<u>Enskärig plog och 100 m fältlängd (16')</u>			
Stubbearbetning	2,6 m 1,1	222:-	244:20
Plöjning	9,7	200:-	1 940:-
Harvning, 3 ggr sladdfjäder- harv, 30 pinnar 3 m	2,6	204:-	530:40
Sådd, 2,5 m	1,4	215:-	301:-
Vältning, 3 m	0,9	219:-	197:10
	<u>15,7</u>		<u>3 212:70</u> kr per ha
			= 3 000 kr

Tillägg för extremt omfattande stenplockning sker efter syn av maskin- eller växtodlingskonsulenten (0,16 mt/ha vid 16 stenar/ha, traktor med stengrep. 3 mt/ha vid 2 ton sten/ha varvid en kör traktor och två plockar sten. Stenplockningsmaskin 30 ton sten/ha)

# Bilaga I. Beräkning av saneringstidens längd hos får

Förändring av köttets innehåll av Cs-137 vid utfodring av cesiumfritt foder eller foder med låg aktivitet och tillskott av cesiumbindande medel (bentonit, zeolit, m.m.)

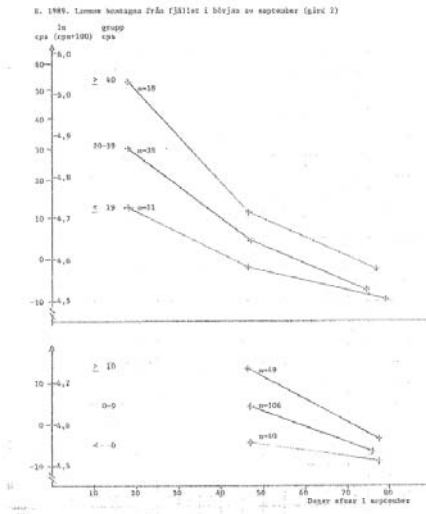


Lamm, halveringstid 15 dagar (kan variera mellan 10 – 20)

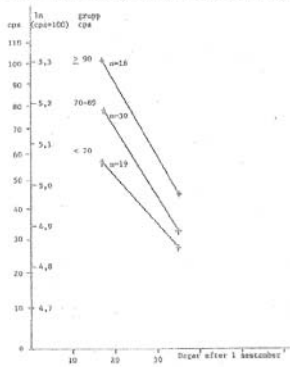
Tackor, halveringstid 20 dagar (kan variera mellan 15 – 25)

# Bilaga J. Mätning av Cs-137 med detektor på levande lamm

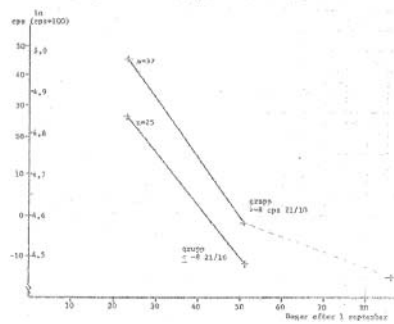
Impulser per sekund (cps) vid mätning med detektor på levande lamm (1989 – 1990) och vid olika tidpunkter efter installningen, dvs saneringsutfodringens början. Resultaten grupperade efter värdet vid första mättillfället.



A. 1989. Saueringsutfodringens påbörjande i mitten av augusti (graf 1)



C. 1991. Lamm som tagna från fjälllet i början av september (graf 3). Värdet 25/11 skärat ned ledning av slaktresulter, då/äm högt 30/10 och 16/11



## Bilaga K. Beräkning av dagsersättningar vid saneringsutfodring av nötkreatur och får

### Nötkreatur – Dagsersättning vid saneringsutfodring, våren 1990

Hö	Avelstjur	10 kg hö	á 1:20	12:-	(gårdens hö klass II)
	Diko	8	á 1:20	9:60	
	Ungtjur	7	á 1:20	8:40	
	Kviga	6	á 1:20	7:20	
	Mellankalv	3,5	á 1:20	4:20	150 kg levande vikt ”gräskalv”
Arbete	Tjurar	2,8 min	á 1:58	4:42	Databoken (10 djur/besättning)
	Diko	2,5	á 1:58	3:95	
	Kviga	2,5	á 1:58	3:95	
Diverse	enl. databoken 89 (vet, vat, förs)			0,36	
	Strö (1 m <sup>3</sup> = 200 kg, 60:-/m <sup>3</sup> sågsp)				
	1,5 kg per djur och dag			<u>0:45</u>	
			0:81	Avelsdjur + 50 % = 1:22	
Mellankalv	Köttför 2:45 + frakt 0:45 = 2:90			0,5 kg 1:45	
Summa	Avelstjur	12+4:42+1:22=		17:64	18:-
	Diko	9:60+3:95+1:22=		14:77	15:-
	Ungtjur	8:40+4:42+0:81=		13:63	14:-
	Kviga	7:20+3:95+0:81=		11:96	12:-
	Mellankalv	4:20+3:95+0:81+1:45=		10:41	11:-



Får – Kostnad för saneringsutfodring 1990

	<u>Kr/dag</u>
1,0 kg hö á 1:30	1:30
0,5 kg havre á 2:-	1:00
5 g mineralfoder á 10:-/kg	0:05
5 g koksalt á 2:00:-/kg	0:01
0,2 kg halmströ á 0:50	0:10
Byggnader, avskr, ränta, uh, 3000:- /slaktlamm (1,75 lamm/tacka)	
9,1%	0:75
Arbete, 1 min/dag á 104:-/h	<u>1:73</u>
<u>Summa kronor per lamm &amp; dag</u>	<u>4:94</u>
Avrundat	5 :-/dag

## Bilaga L. Getmjölk-cesium-zeolit. Rening av vassle, studie

Getter är speciellt känsliga för foder förorenat med Cs. När det gäller mjölkkor räknar man med att omkring 1 procent av kornas dagsintag av Cs återfinns per liter mjölk. För getter gäller att ca 10 procent av dagsintaget finns i varje liter getmjölk.

Det går åt 12 liter getmjölk för att producera 1 kg vit getost och dessutom får man 0,9 kg getmesost. Det innebär att det går åt 13 – 14 liter vassle till ett kg mesost. Cs följer till 90 procent med i vasslen. Det innebär att det finns omkring nio gånger så mycket Cs per kg mesost som i vit getost.

Mjölkgetter är i regel högavkastande och behöver mycket foder. Skall man ge cesiumbindare med fodret blir det stora mängder av t.ex. bentonit eller zeolit. Ett sätt att få ned cesiuminnehållet i getmesosten skulle vara att minska cesiuminnehållet i vasslen.

På lantbruksnämnden i Östersund gjordes 1989 studier om hur zeolit och vassle reagerar med varandra. Det skedde i nära samarbete med Bernt Jones, professor vid institutionen för klinisk kemi, SLU. Syntetisk zeolit erhöles genom KTH, institutionen för kärnkemi. Den naturliga zeoliten som användes var clinoptilolit (handelsnamn clinolit). Vasslen erhöles genom att ysta fyra liter komjolk.

I undersökningen användes 250 g vassle och 15 ml zeolit per provomgång. Clinoliten lades i en tesil av nylonväv medan den syntetiska lades jämnt fördelad mellan två tesilar av rostfritt stål. Clinoliten var krossad medan den syntetiska moderniten var pelleterad, pellets med 1,7 mm diameter. Vasslens innehåll av Cs-137 bestämdes vid SLU, likaså mängden K i olika prov fastställdes där.

Behandling	Antal prov	Cs-137	
		Bq/kg vassle	Relativa tal
Obehandlad	3	63.0 ± 7.2	100
Clinolit, 3 doppningar	3	35,3 ± 1,5	56
Clinolit, 30 min verkan	2	30,5 ± 0,7	48
Syntetisk mordernit, 30-45 min verkan	2	44,5 ± 0,7	71

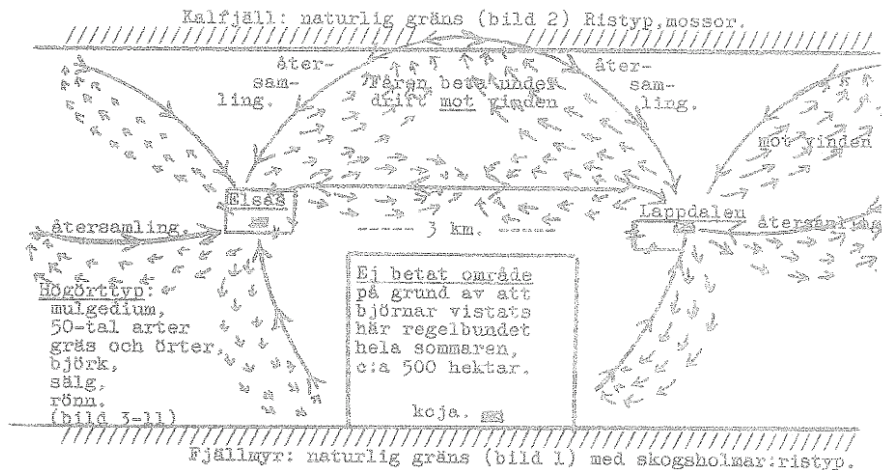
Efter behandlingen med zeolit minskade vasslens innehåll av K med 15 procent.

Volymvikten hos clinolit var 0,83 kg per liter medan 1 liter syntetisk zeolit vägde 0,63 kg. Clinoliten tvättades i vatten före användningen för att få bort allt damm.

Behandling med zeoliter visar en halvering av vasslens innehåll av Cs-137 som bäst. Syntetiska zeoliten bör antagligen krossas så att ytan blir större.

# Bilaga M. Fårhjordens betesvanor i ett fjällområde

## BLAJKFJÄLLET. (fårens betesvanor)



### Förklaring:

Fårhjorden lämnar samlingsplatserna vid Elsas och Lappdalen i slutan ordning mot vinden och beta sedan under drift i spridd ordning. Varje individ har olika mätnadskrav, därför sker återsamlingen så småningom, även då mot vinden, varefter den samlade hjorden uppsöker den närmast belägna samlingsplatsen. För varje dag uppsöks ett nytt betesområde och ett betat område besöks ej förrän efter någon vecka, dock tidigare, såvida regn rentvättat vegetationen. Denna betesordning beror troligen på lukt- och smaksensationer och är säkerligen mycket hygienisk samt bör icke förhindras genom vallning, ty fårens instinkt och fria val ger den säkraste vägledningen om vad som är bäst för deras välbefinnande.

Herdekojorna vid Elsas och Lappdalen äro placerade enligt naturens anvisningar, ty av gamla stigar framgå, att renar och hästar haft sina samlingsplatser där. Det visar sig också, att fåren välja dem som uppehållsplatser under vila och när fara hotar. Betningen sker under ordnade förhållanden och herdens och hundens arbete underlättas genom dessa samlingsplatser.

Utdrag ur rapporten "Angående Fulufjällets-, Åtjärnlidens- och Blajkfjällets fårsambeten med speciell hänsyn till det förstnämnda."

Olof Eriksson, Tullingsås den 14/1 1946.

## Rapporter från institutionen för mark och miljö

- 1 2009 Wiklander, G. & Aronsson, H. (Red.) Mark- och miljödagen 2009. Marken och klimatet. *Soil and Climate*.
- 2 2009 Ulén, B. & Eriksson, A. K. Observationsfält med lerjord – karakterisering av fosfors löslighet och sorption. *Observation fields with clay soils – characterisation of soil phosphorus solubility and sorption*.
- 3 2009 Bjäresten, I., Rosén, K. & Jönsson, B. Erfarenheter och motåtgärder inom jordbruket i Jämtlands län efter Tjernobylnedfallet, 1986-1992. *Experiences and countermeasures in Jämtland county after Chernobyl fallout, 1986-1992*

I denna serie publiceras forsknings- och försöksresultat från institutionen för mark och miljö vid Sveriges lantbruksuniversitet. I serien behandlas mark och markanvändning ur ett kemiskt, fysikaliskt och biologiskt perspektiv.

*In this series research results from the department of Soil and Environment at the Swedish University of Agricultural Sciences are reported. Soil properties, soil use, and soil management are reported from a chemical, physical and biological perspective.*

---

Distribution:

SLU  
Institutionen för mark och miljö  
Box 7014  
SE-750 07 UPPSALA

---