



Radiakgruppen Nordanstig 1996:1a

Tio år efter Tjernobyl

**Cesiummätningar
1987 – 1995
i Nordanstigs Kommun**

Bosse Lundberg



BAKGRUND

Radiakgruppen Nordanstig bildades som följd av kärnkraftsolyckan i Tjernobyl. Vår första utrustning bekostades av frivilligt insamlade medel. Sedan vi mätt några år fick vi anslag av kommunfullmäktige och kunde skaffa en mångkanalsanalysator. Vi har också en automatiserad bevakning av bakgrundsstrålningen och har förberett oss för att under 1996 starta mätningar av radon i vatten.

UTRUSTNING

• Mångkanalsanalysator:

AcuSpec NaI instickskort med programvara, *SpecMate* förstärkare/högspänningsaggregat och *3" NaI(Tl)-scintillationsdetektor* av fabrikat Harshaw (från Canberra-Packard i Uppsala). Mätning, inskrivning av provuppgifter, beräkning, utskrift och arkivering sker med egenutvecklad programvara. Registret underhålls i dBase IV och Access.

• Blykammare med 50 mm väggar av lågaktivt bly.

• **Affärsvåg** med 5g som minsta justeringsskaldel. Används för reguljära livsmedelsmätningar.

• **Eberline ESP-1 med plastscintillator** Användes fram till hösten 1991 för livsmedelsmätningar, men numera endast för referensmätningar i fält. Instrumentet kalibrerades av SSI i slutet av 1991. Vi redovisar i fortsättningen dosrat i enheten $\mu\text{Sv/h}$ i stället för som tidigare i $\mu\text{R/h}$

• **RadAlert** Ett enkelt handinstrument av Geiger-Müllertyp med mica-fönster och alltså α , β och γ -känsligt. Instrumentet är fabrikskalibrerat och kalibreras inte ytterligare.

• **Poljaron**, med modellnamnet "Pripijatj", ett ryskt handinstrument av Geiger-Müller-typ. Instrumentet saknar mica-fönster och kan skärmas mot β -strålning. Trots sin enkelhet och något gåtfulla funktioner har det visat sig användbart i fält för enklare mätningar. Instrumentet är fabrikskalibrerat och kalibreras inte ytterligare.

• **RM-70** från **Aware Electronics** (Wilmington, USA). Instrumentet dataloggas och mäter kontinuerligt bakgrundsstrålningen från en plats i Gnarp. Instrumentet är fabrikskalibrerat och kalibreras inte ytterligare.

KALIBRERING

• **Energikalibrering** av mångkanalsanalysatorn skedde till en början så snart vi lyckades låna något lämpligt preparat. Första bestämningen skedde med ^{150}Eu , men vi har senare kontrollerat mot ^{60}Co , ^{22}Na och ^{133}Ba . Numera energikalibrerar vi dels mot ett uranpreparat (uranocircuit från Bergen, Tyskland), dels mot ett ^{232}Th -preparat.

• **Effektivitetskalibrering** (nivåkalibrering) sker med hjälp av ett köttavkok som vi köpt som kalibreringspreparat från GammaData i Uppsala. Tidigare fick vi hjälp med kalibreringar av Miljö- och Hälsoskyddskontoret i Hudiksvall. Vi är skyldiga dem tack för deras tillmötesgående.

• **De övriga instrumenten** kontrolleras emellanåt mot varandra.

MÄTGEOMETRI

Vid reguljära mätningar använder vi numera 250 ml plastburkar. Marinellgeometri används för vissa speciella undersökningar.

BERÄKNINGAR

Under de första åren, då vi mätte med Eberline, avläste vi antal counts/min och utförde beräkningarna med hjälp av program i en miniräknare. All registrering skedde då manuellt. Numrera sker det mesta automatiskt. Provuppgifterna lagras på dator i form av en fil som sedan konverteras till dBase IV/Access som vi använder för att hantera huvudregistret. Resultatet av varje mätning skrivs även ut på skrivare och arkiveras. Vi strävar efter att hålla mätonoggrannheten runt 10 %. För lågaktiva prover måste vi många gånger, av tidsskäl, godta större onoggrannhet.

REGISTRERING

Varje prov registreras med uppgifter om vem som lämnat provet (namn, hemort och telefonnummer). Dessutom registreras uppgifter om provslag, var provet är taget, områdesnummer, tillstånd (t ex färskt eller behandlat) samt övriga kompletterande uppgifter (ålder, vikt osv), provvikt, mättid, mätonoggrannhet samt cesiumhalt ($\text{Cs}137$ och $\text{Cs}134$).

GEOGRAFISK INDELNING

Kommunen är på topologisk grund indelad i 40 områden. Dessa områden visas på kartor på annan plats i denna rapport. Det har senare visat sig att indelningen kunnat ske på andra (och bättre) grunder, t ex med hänsyn till vattendelare, men vi håller än så länge fast vid den ursprungliga indelningen. Områdena bildar sedan åtta regioner

REDOVISNING

Vi redovisar resultatet i form av sammanfattande rapporter som i allmänhet utkommer vartannat år.

INNEHÅLL

OM RAPPORTEN	7
RAPPORTENS OMFATTNING	8
ÖVERSIKT	9
Sammanfattning (för dig som vill ha snabba besked)	10
Trädgårdsprodukter	11
Tamdjur	12
Vilda bär	12
Svamp	15
Fisk	17
Vilt.....	24
BAKGRUNDSSTRÅLNING	
Kartering av nedfallet.....	35
Referensmätningar.....	37
Bakgrundsövervakning	38

SÄRSKILDA UNDERSÖKNINGAR

Harar på Gran	43
Abborrar i Älgeredssjön	48
Sjöar i Nordanstig	53

TABELLER

Vilda bär	57
Svamp.....	57
Fisk	58
Vilt.....	59
Referensmätningar.....	65
Harar på Gran	68
Abborrar i Älgeredssjön	71
Sjöar i Nordanstig	75

KOMMUNENS INDELNING I OMRÅDEN OCH REGIONER	78
---	-----------

EFTERSKRIFT	79
--------------------	-----------

REFERENSER	82
-------------------	-----------

OM RAPPORTEN

I denna rapport redovisas, förutom de reguljära livsmedelsmätningarna, även vissa andra undersökningar, t ex bakgrundsövervakning, referensmätningar och speciella undersökningar.

Obs! *Denna rapport utgör bara en redovisning av våra mätningar. Det återstår ännu en hel del analysarbete. Här har vi bara använt mycket enkla metoder, som beräkning av medelvärden och standardavvikelser.*

Rapportens första avsnitt, "Översikt", är av sammanfattande natur. För att inte belasta denna del med för mycket siffror har det siffermaterial som legat till grund för diagrammen redovisats i avsnittet "Tabeller" i rapportens senare del.

Om det bara står "Bq" ska det läsas som "Bq Cs137/kg". I tabellerna är ibland värdena avrundade till hela fem- och tiotal.

Egentligen skriver man inte Cs137 utan ^{137}Cs , men formen Cs137 har vi valt för att den ligger närmare talspråket.

Storheten Bq (Bequerel) anger hur många sönderfall per sekund som sker för det aktuella ämnet (i detta fall cesium 137). Alla värden omräknas för ett kilo av provet, vilket anges med sorten Bq/kg. Varje sönderfall ger upphov till γ -strålning (gammastrålning), i princip samma typ av strålning som ljus och radiovågor, men mycket med energirik (kortvågig). γ -strålningens skadeverkan består i att den skapar aggressiva molekyler (joner, radikaler), som är mycket kemiskt aktiva och stör och kan skada cellernas normala ämnesomsättning. Normalt kan de flesta skador repareras, men man kan bli sjuk om reparationsmekanismerna av en eller annan anledning inte kan återställa cellernas normala tillstånd eller döda de celler som skadats och inte kan återställas.

I tabellerna anges värden ofta i denna form:

Ex. 2500 \pm 1200 (\pm 48 %) (23), vilket innebär att 23 prov har legat till grund för beräkningen av det aritmetiska medelvärdet 2500. Standardavvikelsen ($\sigma_{(n-1)}$) 1200 säger att inom intervallet 1300 (2500 - 1200) och 3700 (2500 + 1200) ligger med 68 % sannolikhet det sanna medelvärdet. Standardavvikelsen utgör 48 % av medelvärdet.

RAPPORTENS OMFATTNING

Denna rapport utgör en sammanfattning av nio års cesiummätningar, från 1987 till och med 1995. Inte oväntat har antal prover och uppdragsgivare minskat med åren. Totalt innehåller vår databas resultatet av drygt 4200 provmätningar varav ca 1700 är älgmätningar.

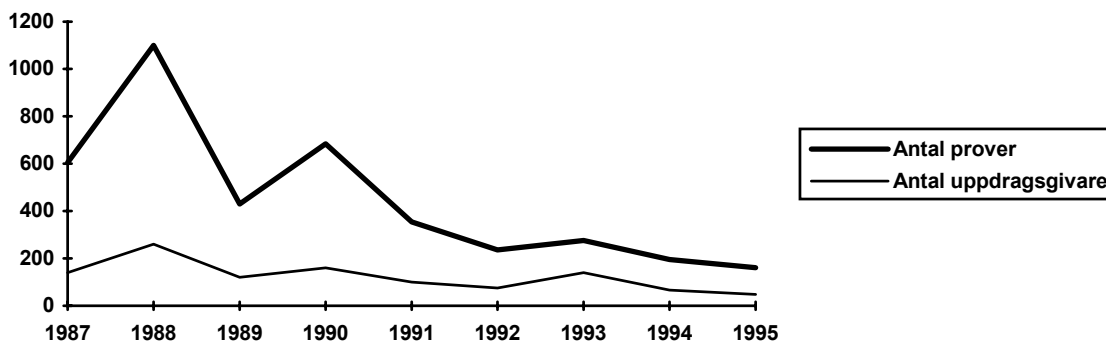


Diagram 1 Antal uppdragsgivare och prover, 1987 - 1995

Antalet mätta prov totalt var under 1993 och 1995 fler än vad diagrammet visar. Det beror på att vi under vintern 1993/94 utförde en större sjöundersökning, men eftersom dessa prover inte ingår i de reguljära livsmedelsmätningarna har de inte tagits med i diagrammet.

Kurvorna säger antagligen en del om hur folk reagerar. När vi startade mätningarna och det blev allmänt känt att man kunde få prover mätta snabbt, enkelt och kostnadsfritt stiger antalet intresserade (1988). Detta år talades det också allmänt om höga halter i viltet. (Även 1992 var ett sådant år, men det syns inte i diagrammet.) Antalet intresserade sjunker sedan år för år. Det verkar finnas åtminstone fyra olika förhållningssätt till nedfallet:

1. De som tog det på allvar och snabbt skaffade sig kunskaper genom att först mäta mycket för att sedan övergå till sporadiska uppföljningar. De som ingår i denna grupp mäter antagligen numera inte så ofta eftersom de tycker sig känna situationen ganska väl.
2. De som tog nedfallet på allvar och slutade jaga eller fiska – glädjen försvann. Kanske mätte man några prover, men slutade ganska snart eftersom det ändå inte var någon idé att hålla på.
3. De som kanske inledningsvis brydde sig, men som efter en tid beslutade sig för att inte bry sig om det. "Det finns så många andra gifter, så det här nedfallet spelar inte så stor roll."
4. De som aldrig brytt sig.

ÖVERSIKT

Översikten är indelad i följande avsnitt:

- **Sammanfattning** (för den som vill ha snabba besked)
- **Trädgårdsprodukter**
- **Tamdjur**
- **Vilda bär**
- **Svamp**
- **Fisk**
- **Vilt**
- **Övriga prover**

Rent allmänt gäller att provernas cesiumhalt hänger samman med **markbeläggningen** i det område där de togs: högre beläggning ger i allmänhet högre halter. Numera ingår radioaktivt cesium i naturens kretslopp, så någon beläggning i egentlig mening är det inte längre fråga om. Det cesium som föll ned från Tjernobylolyckan förekom förmodligen som salter av olika slag. De har sedan omvandlats och ingår numera i det levande kretsloppet precis som andra näringsämnen. Enda skillnaden är att det cesium det här är fråga om är radioaktivt.

Beläggningen är en viktig faktor, men **markens (eller sjöns) näringsinnehåll** spelar också stor roll. Av ett och samma slags prov finner man i allmänhet lägre halter från områden med näringsrik mark och högre halter där marken är näringsfattig trots att beläggningen ursprungligen var densamma. Detta gäller såväl växter som djur. Fälthare bör således generellt ligga lägre än skogshare på samma sätt som odlade grödor allmänt sett håller lägre halter än "vild" vegetation.

Också **provets art** spelar in. Olika växtarter tar upp olika mycket cesium trots att de växer på samma mark. När det gäller sjöar är förhållandet mer komplicerat eftersom man måste räkna med vattenomsättning, omgivande marker, sjöns pH, näringsinnehåll mm. Om bara näringsinnehållet skiljer sig mellan två sjöar (övriga faktorer är lika) kan man förvänta sig att den näringsrika sjön är den där fisken håller lägre cesiumhalt.

Bortsett från hur cesium rör sig i naturen sker en ständig minskning av radioaktivt cesium genom naturligt sönderfall: ett prov som 1987 höll 300 Bq Cs137/kg har genom sönderfall minskat till 25 Bq 1985.

Varning! Det vi kan uttala oss om i denna rapport är *tendenser*. Att t ex älgar i region II håller låga halter betyder inte att *alla* älgar i denna region gör det, bara att *sannolikheten* för att träffa på älgar med låg cesiumhalt är större här än i exempelvis region III. Man kan inte dra slutsatser om ett visst prov med utgångspunkt från tidigare prover, tagna på samma plats. Se också upp med diagram, man har ofta alldeles för lätt att dra förhastade slutsatser från dem.

Sammanfattning (för dig som vill ha snabba besked)

Denna snabbmanfattning är inte invändningsfri, men kan ändå tjäna som översikt över det aktuella läget.

Tjernobylnedfallet drabbade främst öarna och kustområdena samt kommunens nordöstra del. Strax öster om Hassela finns en lokal förhöjning av bakgrundsvärdena.

Tumregel kommunens *norra* delar drabbades mer än de södra, de *östra* mer än de västra. Läget är värst på öarna i havet, i kommunens nordöstra del samt kuststräckan från Sörfjärden och ner mot Mellanfjärden, samt i Strömsbruk och Stocka.

Det som en gång var beläggning finns numera inbäddat i det biologiska kretsloppet. Cesium liknar i kemiskt hänseende kalium. Växter som växer på kaliumfattiga marker tar gärna upp cesium istället för det kalium de lider brist på. På odlad mark är ofta kaliumtillgången god, vilket gör att växterna inte tar åt sig så mycket cesium. Cesium binds i viss utsträckning till lermineral.

Tamdjur ligger jämförelsevis lågt, ofta under 100 Bq Cs137/kg.

Bär, svamp Lägsta halterna finner man i allmänhet kommunens västra delar, väst om Hassela.

Vilda bär varierar, men hallon har bland de lägsta halterna. Ordningen mellan de olika bären är generellt sett (stigande ordning): *hallon, lingon, blåbär, tranbär* och *hjortron*. Genomsnittet för lingon ligger någonstans i intervallet 100-300 Bq Cs137/kg (färskvikt).

Svamp visar stora variationer. Höghaltsvampar är t ex *rynkad tofsskivling, sotvaxskivling, svart trumpetsvamp* och *trattkantarell*. *Gul kantarell* ligger lägre, men visar ändå ofta höga halter. *Soppar* och *fjällskivlingar* ligger som regel lägre, men variationerna är stora. Blötläggning och förvällning (man slår bort kokvattnet) minskar avsevärt cesiumhalten i svampar. Metoden kan användas även för andra varor, t ex kött.

Fiskar Den tydligaste sänkningen av cesiumhalten finner man i sjöarna, särskilt de som är näringsrika och har stort vattengenomflöde. Som väntat märks sänkningen först hos "vitfiskarna" (*mört* och *sik*), men sedan några år även hos *abborrarna*. Längre fram i denna rapport finns en sammanställning av i stort sett samtliga fiskprover vi mätt under åren.

Rådjur Det är alldeles klart att jakt tidigt under året ger avsevärt lägre halter än jakt under hösten.

Älg Det finns trots allt vissa indikationer på att halterna är på väg nedåt, men överraskningar kan inträffa. Två år med oväntat höga värden var 1988 och 1992.

Älgkalvar håller högre värden än kor och tjurar.

Region IV har hög beläggning, vilket märks inte minst hos älgarna.

Trädgårdsprodukter

Odlade växter visar generellt lägre värden än t ex vilda bär. Odlad jord erbjuder mer näringsrik miljö.

Kalium och cesium är kemiskt närbesläktade. Finns gott om kalium är inte växterna så angelägna att ta åt sig cesium och omvänt, om kalium saknas tas cesium upp som ersättning.

Några exempel:

	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Broccoli	20		20			
Gul lök	<10	60				
Havre	20					
Jordgubbar	10					
Krusbär	40					<10
Morötter	<10	<10 - 70		60		
Potatis	20 - 60	10 - 70	10	10	40 - 100	
Rabarber		10 - 170	<10			
Röda vinbär	<10 - 20	<10 - 10				
Svarta vinbär	<10 - 20	10 - 30	20			
Äpplen		<10	10			
Krusbär	40					<10

Tabell 1 Exempel på odlad och trädgårdsprodukter, 1987 - 1992

Som synes ligger de flesta värdena lågt. Det finns dock några undantag. Vi mätte ett par *potatisprover* från Gnarp (1988) med oväntat höga värden: 260 resp 390 Bq. Att dessa prover ledde till att vi upptäckte en nyborrad brunn med mycket höga radonvärden var mest en slump, potatisprovernas höga halter är ännu oförklarade. Likaså finns ett par prover från Strömsbruk (1993) som förbryllar: *ärter* 550 Bq och *morötter* 540 Bq.

Tamdjur

Tamdjur når inte samma halter som viltet. De mäts inte heller i någon större utsträckning.

	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Får	190 ¹					
Gris	10 - 30	20 - 90	120			
Kalkon	10					
Lamm	20 - 100	60 - 90			140	190
Nöt	70 - 90	20	50 - 80	<10 - 20		

Tabell 2 Exempel på tamdjur, 1987 – 1992

Vilda bär

Det är vanskligt att av de prover vi mätt bedöma utvecklingen över åren. Proverna är för få, tagna utan systematisk kontroll och bären har mätts färskt. Detta är allvarliga felkällor. Vad som ett år kan verka som en sänkning kan t ex vara en följd av större vattenhalt hos bären.

Lingon

Område 32 är ett av de sju områden som tillsammans bildar region V. Av nedanstående diagram kan man se hur variationerna inom område 32 återspeglas i regionens variationer.

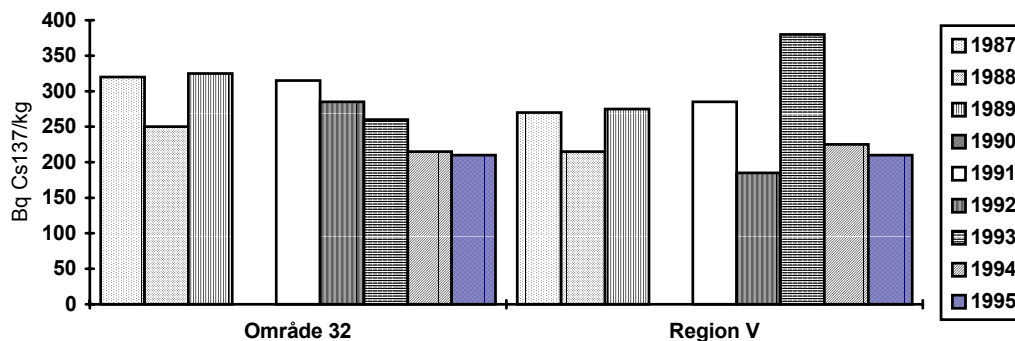


Diagram 2 Lingon från område 32 och region V, 1987-1995 (utom 1990)

¹ Statskontrollerat

Varning! Diagrammet får tjäna som varnande exempel – det är egentligen fullständigt oanvändbart. Diagrammet ska ju visa att område 32 visar en profil som liknar hela regionen, men det är inte särskilt underligt, åtminstone när det gäller vissa av staplarna: de tre prov som motsvarar stapeln för 1995 är i själva verket de enda prov som finns för regionen detta år. Det är alltså samma stapel som visas för område 32 som för region V. Stapeln för 1994 motsvarar ett enda prov från område 32 och ytterligare ett prov för hela regionen. Å andra sidan representerar stapeln för 1987 sex prover från område 32 och ytterligare fem prov från resten av regionen. Detta framgår inte av diagrammet, men de värden som ligger till grund för diagrammen i denna rapport finns redovisade i avsnittet "Tabeller", längre fram i denna rapport. Däremot är inte felkällorna för sifferunderlaget redovisade:

Proverna är för få (som mest strax fler än tio, men oftast bara ett par eller några få). Det krävs bara att vi får ett eller ett par prov från någon del av området (eller regionen) där halterna är höga (eller låga) så stiger (eller minskar) genast stapeln i diagrammet.

Proverna är tagna utan kontroll. Det är tillfälligheter utanför vår kontroll som avgör vilka prover vi får in. Vilka som plockar och var de plockar varierar; vilka som mäter sina prover kan ha samband med var de plockar; vad proverna håller påverkas av markbeskaffenhet och väderlek osv. Eftersom proverna är så få påverkar varje enskilt prov staplarnas höjd på ett okontrollerat sätt.

Mätningarna är utförda på färska bär. Torra bär innehåller relativt sett mer cesium än bär som har högre vattenhalt. Alla mätningar borde ha utförts på alldeles torra bär, men det låter sig inte göras. Att något är på tok märks kanske tydligast på stapeln för 1994. Vi vet att (de få) bär, som gick att plocka efter denna extrema sommar, var mycket torra. Enligt vissa plockare gick de inte ens att koka mos på, det var t o m svårt att hitta bär som var ordentligt mogna. Halterna borde faktiskt vara ganska höga detta år, men detta återspeglas inte i diagrammet. Bakom staplarna år 1994 döljer sig i själva verket bara ett prov från område 32 och ytterligare ett prov för region V. Dessa båda prover råkade vara rätt låga och kan inte på något vis anses representativa.

Man måste alltid räkna med felkällor av det här slaget (och fler ändå!).

Kan man då inte säga något alls om lingonen? Kanske. Vi utgår från de prover vi mätt:

Region	Högsta värden Bq Cs137/kg	Mer troligt Bq Cs137/kg
I	ca 200	<50
II	över 300	<200
III	strax under 600	100-300
IV	350-400	200-300
V	400-600	100-300
VI	300-400	100-200
VII	runt 400	ca 400

Tabell 3 En uppskattning av cesiumhalten över åren från de olika regionerna)

Kan man välja är det klokt att låta bli att plocka bär inom de regioner som hade det största nedfallet, dvs *öarna, kusten och kommunens nordöstra del* för att i stället bege sig till kommunens västra delar, helst ett stycke väst om Hassela. Där är chansen störst att hitta bär med lägre cesiumhalt.

Övriga bär

Olika bär tar upp cesium i olika utsträckning. *Skogshallon* håller vanligen låga halter medan *hjordron* är "höghaltsbär". Hallon kräver näringsrik mark medan hjordron föredrar magra marker. Som tumregel gäller att hallon håller de lägsta halterna, sedan kommer i tur och ordning *lingon*, *blåbär* och, med markant högre värden, *tranbär* och *hjordron*.

Man kan beräkna en *överföringskoefficient* för bär av olika slag. Följande värden har beräknats av Karl J Johanson²:

	Överföringskoefficient (T_k)
Lingon	0,03
Blåbär	0,05
Hjordron	0,15

Tabell 4 Överföringskoefficient för några bär

Överföringskoefficienten, T_k , definieras som

$$T_k = \frac{\text{Bq Cs137/kg torrsvikt}}{\text{Bq Cs137/m}^2}$$

Om man antar att torrsvikten är 20 % (dvs en femtedel) av färskvikten, kan man försöka beräkna beläggningen i ett område där t ex lingon (färska) håller ca 275 Bq Cs137/kg. 1 kg färska lingon som håller 275 Bq kommer då att hålla ungefär 5 gånger så mycket när de torrats, dvs 1375 Bq. Man får då beläggningen genom att dividera 1375 med 0,03 vilket ger ca 46000 Bq/m², dvs 46 kBq/m². Beläggningen i område 32 uppskattas till mellan 30 och 40 kBq/m². Det värde vi fick är något högt, men beräkningar av det här slaget får man ta med en nypa salt, man använder dem bara som tumregler.

Färska hjordron i ett område med beläggningen 30 kBq/m² kan förväntas ha värden runt 900 Bq Cs137/kg (30000 x 0,15 x 0,20 = 900). I områden med denna beläggning finner vi också hjordron med halter runt 800 Bq Cs137/kg. Så pass god överensstämmelse får man vara nöjd med. Markbeläggningen kan kanske i bästa fall förklara hälften av bärens cesiuminnehåll.

² Karl J Johanson, *Radiocesium i bär, svamp, ren och vilt* (Institutionen för radioekologi, Uppsala)

Svamp

Trots att vi har mätt åtskilliga svampprover genom åren är det omöjligt att göra en sammanställning som skulle kunna visa några tendenser. Vi kan bara konstatera att cesiumhalterna i de populäraste svamparna, t ex gul kantarell och trattkantarell, är höga.

Ofta håller de mykorrhizabildande svamparna (t ex taggsvampar, rynkad tofsskivling och vaxskivlingar) de högsta halterna medan de förna- och cellulosanedbrytande, t ex stensopp ("Karl Johan"), fingersvamp och champinjoner, ligger lägre. De mykorrhizabildande svamparna lever i symbios med träd. De förser träden med kväve och mineralämnen för att i utbyte få kolhydrater. Eftersom de är inriktade på behandling av mineralämnen är det kanske inte så underligt att just dessa svampar drabbas.

Det finns dock mycket stora variationer även inom en och samma art, inte bara mellan de olika områdena, utan också mellan olika prov inom ett och samma område. Liksom för bären kan skillnaderna förklaras inte bara med markbeläggning och markens näringsinnehåll – svampar varierar mycket när det gäller vattenhalten.

Beredning

Hösten 1988 utfördes på enskilda personers initiativ ganska många försök med vattenbehandling av svamp med olika metoder alltifrån blötläggning i kallt vatten till förvällning och urkokning i vatten med olika salthalt. Resultaten pekar entydigt på att blötläggning och kokning i vatten (man låter inte vattnet koka in utan slår bort det) sänker halterna avsevärt. Typiska sänkningar låg mellan 30 och 40 %, men i vissa fall uppnåddes sänkningar på mer än 90 %. Extrem urlakning kanske inte skadar smaken, men väl konsistensen – svampen blir segare.

Gul kantarell

När det gäller svampar har antagligen vattenhalten ännu större betydelse än för bären. Det behövs bara att ett svampprov ligger någon dag för att den ska torka så pass att det ger ett prov med relativt sett högre cesiumhalt. Dessutom skiljer sig säkert vattenhalten i svampproven åt, inte minst om man jämför över åren.

Det enda man egentligen kan säga utifrån våra mätningar är att "medelkantarellen" under de olika åren verkar hålla runt 900 Bq Cs137/kg. Samtidigt betyder medelvärdet ganska lite. Vi har exempel på mycket stora variationer inom ett och samma område, t ex från område 16: ett prov från Slättren (1992) höll 70 Bq medan ett prov från Bjåsta (1988) höll nästan 6000 Bq. Så stora variationer är extrema, men de förekommer.

Trattkantarell

Trattkantarell håller generellt sett högre värden än gul kantarell. Om ett skattat medelvärde för gul kantarell ligger kring 900 Bq Cs137/kg får man, sett över åren, räkna med halter runt 1500 Bq när det gäller trattkantarell. Samtidigt finns stora variationer, t ex från område 18 (1988): ett prov från Sörby som höll 20 Bq, medan ett annat från Vattlång höll nästan 2200 Bq.

Vi har också ett prov från Trösten som är förvånande: det höll 7450 Bq Cs137/kg, vilket är mycket överraskande med tanke på att Tröstenområdet är känt för låga halter. Detta pekar återigen på det faktum att de mätningar vi gör kan tala om var *sannolikheten* att plocka svampar med mindre cesiumhalt är större, inte var man kan plocka svampar med låga halter.

Trots att värdet med diagrammen är mycket tvivelaktigt (eftersom proverna är för få, tagna utan kontroll och bestämda utan speciell metod) kan följande diagram vara intressant. Det visar en jämförelse mellan gul kantarell och trattkantarell:

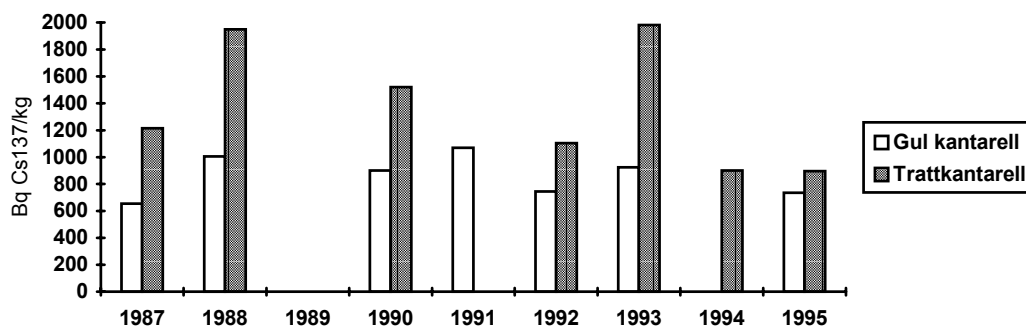


Diagram 3 Gul kantarell jämförd med trattkantarell 1988 – 1992 (utom 1989; för 1991 saknas trattkantarell, för 1994 saknas gul kantarell)

Man anar, trots allt, en viss samvariation. Inte för att det är oväntat, men det visar trots allt att det kan, om man är försiktig, vara möjligt att även från reguljära mätningar dra slutsatser om årsvariationer. I rapportens tabellavsnitt finns ytterligare upplysning om de data som diagrammet bygger på.

Övrig svamp

Fjällskivlingar och Karl Johan ligger i allmänhet relativt lågt, under 300 Bq Cs137/kg, medan skäggriska, riddarmuseron, svart trumpetsvamp, rynkad tofsskivling och sotvaxskivling ofta håller höga halter. Vi har mätt riddarmuseron från Ungrik (område 23, 1992) som höll nära 6000 Bq.

1988 och 1992 var goda svampår. Förutsättningen för ett gott svampår är balans mellan nederbörd och värme. Goda svampår brukar medföra höga cesiumhalter i älgarna, men varför hade svamparna så höga värden 1988? Kanske riklig nederbörd lade grunden och den efterföljande värmen drev fram svamparna som då blev lite torrare än normalt? Eventuellt kan något liknande ha skett 1993.

Fisk

Det torde vara alldeles klart att cesiumhalterna i fisk av olika slag är på väg nedåt. Det är en sänkning som märktes först och tydligast hos "vitfiskar", dvs fiskar av typen siklöja och mört.

Sänkningar märks nu även hos rovfiskar som abborre och gädda. Hur långt värdena kommer att falla vet vi inte, det kan tänkas att det finns en jämviktsnivå där halterna kommer att stabilisera sig. I vissa sjöar är vattenomsättningen stor, andra har en mer blygsam avrinning. Vad beror sänkningen på? Binds cesium till bottensedimentet? Spolas det bort? Sker någon tillrinning från omgivande skogsmarker och i så fall i vilken utsträckning? När uppnås i så fall balans mellan de faktorer som binder/för bort cesium och tillförseln? Trots att så många faktorer spelar in kan vi anta att

- fiskar i näringsrika sjöar i allmänhet håller lägre halter
- cesiumhalterna har sjunkit betydligt i sjöar med stor vattenomsättning

En presentation av i stort sett samtliga reguljära fiskprov som vi mätt vi mätt under åren finns under "Översikt av fiskprover", nedan.

Siklöja

Vi har bara mätt några få siklöjor från Storsjön, egentligen alldeles för få för att bilda underlag för slutsatser, men mönstret är dels uppenbart, dels väntat:

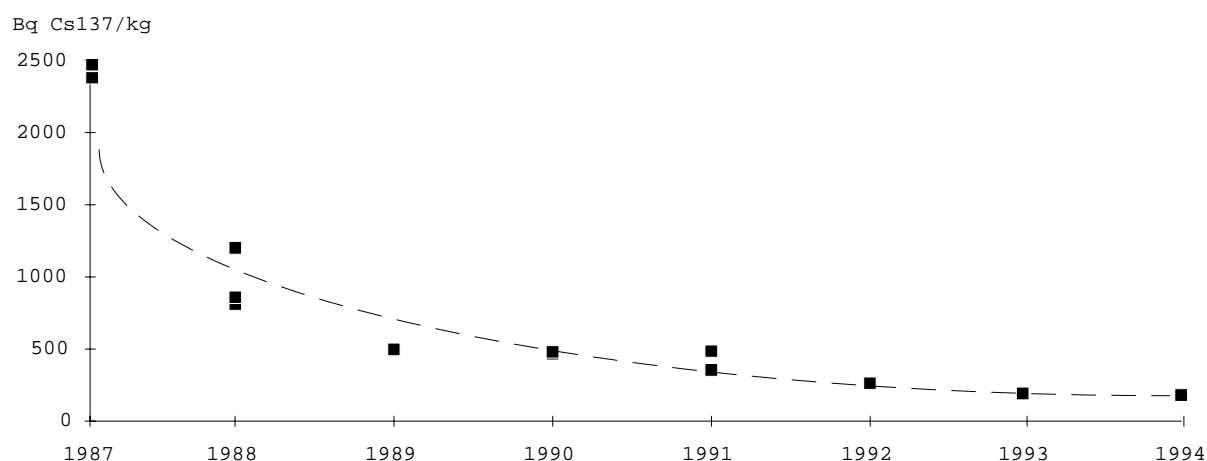


Diagram 4 Siklöja från Storsjön (område 23, region V), 1987-1994

Halterna i siklöjan har faktiskt minskat kraftigt.

Mört

Vi har inte många prover av mört, men de tre prov vi mätt visar låga och sjunkande halter:

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Storsjön	340				114	71	282	90

Tabell 5 Fem prov mört från Storsjön

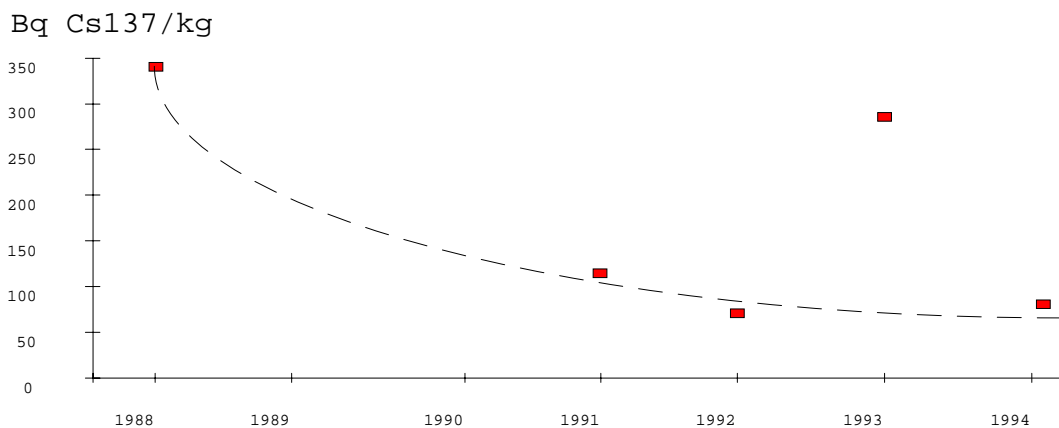


Diagram 5 Fem mörtprover från Storsjön

Bortsett från utliggeren (det relativt höga provet från 1993) visar mörten samma mönster som siklöjan. Detta förhållande får naturligtvis betydelse även för rovfiskarna.

Abborre

Abborre är känd som "höghaltfisk". Värden runt 4000 Bq Cs137/kg är inte ovanliga. Från sjön Malungen mättes en fisk som höll över 16000 Bq (1988). Mer normala värden ligger runt ett eller ett par tusen Bq. (Se fö tabellen "Översikt av fiskprover" nedan, där så gott som samtliga reguljära fiskprover vi mätt genom åren redovisas. Se även avsnitten "Abborrar i Älgeredssjön" samt "Sjöundersökningen".)

Översikt av fiskprover

I följande tabell redovisas halterna Cs137 i fiskprov från de olika sjöarna i kommunen under åren 1987 – 1994 (under sjönamnet finns uppgift om område och region):

	Abborre	Gädda	Sik	Siklöja	Röding	Öring	Övriga
Annsjön 13/II							
Annån 25/VI						1990: 120	
Bartjärn 14/II		1988: 910, 1650 [2kg]					Lake: 1994: 570
Bjärtsjön 17/III		1992:1970		1992: 570			
Blombäcken 7/III						1988: 1010	
Bälingsjön 32/V		1994: 520, 540					
Bodsjön 1/I		1988: 750					
Bodtjärn 6/II	1989: 460						
Dalvikssjön 7/III	1987: 580						
Djuptjärn 20/V					1988: 970, 1560	1988: 220, 1280	
Gammelbotjärn 7/III		1990: 7790					
Gimsjön 11/III		1988: 5040					
Gnarpån 25/VI		1989: 510					
Gryttjetjärn 25/VI	1989: 880 1992: 1790	1989: 1010, 1810 [2kg] 1991: se avsnittet "Gädda", ovan 1992: 890					
Grängsjösjön 25/VI	1989: 850	1994: 530					Braxen: 1994: 190
Grännsjön 10/II	1990: 13140 1993: 2090 1994: 1740, 1920, 1960	1990: 5420, 6530 1991: 3 690 1993: 1580 1995: 2235					Lake: 1988: 37230 Mört: 1993: 1005
Haddängsån 25/VI						1992: 200	

	Abborre	Gädda	Sik	Siklöja	Röding	Öring	Övriga
Harmångersån 22/VI		1988: 3420					
Hasselasjön 7/III	1989: 3950 1990: 1680 [0,5kg] 1992: 1060 1994: 1630	1988: 1080 1995: 505					Gös: 1990: 1830 Lake: 1995: 410 [0,6kg], 1360
Havet ³ 35/VIII	1990:140		1987: 50 1988: 70, 90 1989: 70, 90, 110			1988: 50	Strömming 1988: 40, 60 1989: 50,80 1990: 30,120 Torsk: 1988: 80
Herrgårdstjärn 25/VI						1995: 55	
Holsjön 18/VI	1994: 290						
Igeltjärn 26/IV						1987: 2000, 3230 1990: 6690	
Jättendalssjön 30/VI	1991: 900	1989: 1050 [2,2kg], 1190 [0,7kg], 1730 [1kg] 1992: 1030					
Kittesjön 18/VI	1988: 9240 1991: 2166						
Klingersjön 1/I	1989: 300	1989: 590	1989: 80, 180, 210				
Kräkbäckssjön 10/II		1993: 550, 1190, 1290					
Kyrksjön 16/VI	1989: 4840 1995: 557	1989: 2260 1990: 5640					Mört: 1994: 165, 180, 250 Nors: 1994: 185
Källsvedsbäcken 16/VI	1988: 280						

³ Halterna är anmärkningsvärt höga.

	Abborre	Gädda	Sik	Siklöja	Röding	Öring	Övriga
Kölsjön 2/I							Lake: 1994: 135
Lunnsjön 32/V	1989: 9150, 13260 1990: 21690 1991: 4610	1988: 7380, 16730 1989: 8900 [1kg], 9210 [2kg], 10740 [1,4kg] 1993: 9040 1994: 1790					
Långsjön 15/III	1988: 2530						
Längsterbosjön 7/III	1989: 1860	1989: 3910 1990: 2390, 4270, 4410 1991: 3020 1993: 70, 1880				1990: 1670	
Malungen 12/II	1988: 16420	1987: 9480 1990: 3430				1990: 1960	
Mörtsjön 9/II	1988: 1050						
Norrsjön 2/I		1989: 1060, 1390 [4kg]					
Opptjärn 24/V	1990: 24410						
Orantjärn 15/III						1990: 150	
Orrsjön 24/V	1989: 2930 1991: 3110 1993: 1340	1990: 2210, 4220 1991: 1150 1992: 1290 [1kg], 1380 [1kg] 1993: 1260, 3120					
Rånkastjärn 1/I	1988: 330						

	Abborre	Gädda	Sik	Siklöja	Röding	Öring	Övriga
Rönningstjärn 34/V	1991: 3860						
Skarhålsjön 29/IV	1990: 4630 1991: 7250 1992: 1530 1993: 5930	1989: 3030 1990: 6900 1991: 6890 1992: 1780 1993: 1260					
Skuvtjärn 14/II	1987: 2680						
Skäcktjärnen 10/II	1987: 3970						
Stensjön 3/I	1990: 1030	1994: 275					
Storsjön 23/V	1988: 1750, 5650 1989: 2230, 3890, 4140 1992: 2210	1988: 3600 1990: 2190 1991: 1020 1992: 1200 [1kg] 1994: 420		1987: 2380, 2470 1988: 810, 860, 1200 1989: 490, 500 1990: 60, 470, 470, 480 1991: 360, 490 1992: 270 1993: 220 1994: 210		1988: 5330 1989: 5050 [4,5kg] 1991: 810 [2,2kg]	Lake: 1990: 2620 1991: 1640 [0,7kg] Mört: 1988: 340 1991: 110 1992: 70 1993: 280 1994: 90
Svedjetjärn 7/III	1989: 580	1989: 1230					
Sänningstjärn 10/II		1988: 7400			1988: 710 ⁴		
Sävsjön 18/VI	1988: 890						
Sörbyttjärn 18/VI	1987: 490, 560, 640	1988: 30					
Tröstentjärn 23/V		1989: 2040					
Vadeån 16/VI		1989: 600				1990: 420	Harr: 1988: 250, 260 1990: 70 Mört: 1988: 560
Vattlångssjön 18/VI	1988: 1270						

⁴ Bäck vid Sänningstjärn

	Abborre	Gädda	Sik	Siklöja	Röding	Öring	Övriga
Viggtjärn 7/IV	1994: 510						
Villsjön 26/IV	1991: 4850 1992: 3380 1993: 4690	1992: 8740					
Västängstjärn 14/II	1995: 1215, 1505 1930						
Ysjön 15/III		1994: 1950					
Åsbölesjön 34/V	1990: 5520 13570 [2hg]						
Älgeredssjön 16/VI	1992: 7820 1992: 2200 [4hg]	1990: 1060 [0,5kg] 1995: 260					Braxen: 1994: 105 Mört: 1994: 130, 275
Älgeredsån 16/VI	1989: 1340	1994: 154				1988: 650 1989: 120, 180	Harr: 1989: 210
Ängbodtjärn 16/VI	1988: 1930, 4270 1991: 1390 1994: 375	1988: 2170 1991: 1060					

Tabell 6 Enskilda fiskprov från olika sjöar i Nordanstig, 1987 – 1995 (reguljära mätningar)

Vilt

Det enda vilt vi har ett relativt omfattande material för är älg. En bestämd slutsats kan emellertid dras om rådjursjakten: tidig jakt ger lägre halter.

När det gäller **älg** kan följande slutsatser dras:

- Cesiumhalten hos älgarna hänger samman med markbeläggningen.
- Halterna är förmodligen på väg nedåt, men enskilda år kan avsevärda förhöjningar förekomma.
- Åren visar en i vissa avseenden karaktäristisk profil om man betraktar hur älgarna till antalet fördelar sig på olika "haltnivåer". Det finns t ex vissa likheter mellan 1988 och 1992 liksom mellan 1987 och 1989.
- Älgkalvar håller högre halter än vuxna djur.

Det plötsliga och intensiva snöfallet hösten 1992 gjorde att älgjakten kom av sig, men de få prover vi mätte visade oväntat höga värden. I detta avseende liknar det året 1988.

Vi har också ett relativt omfattande och väldokumenterat material om **harar** vilket vi redovisar i avsnittet "Harar på Gran".

Rådjur

Spridningen är mycket stor mellan de olika provena. Följande stapeldiagram visar medelvärden för rådjur åren 1987 – 1993. Djuren är skjutna efter 30 september respektive år, antalet per år varierar mellan tio och drygt 70.

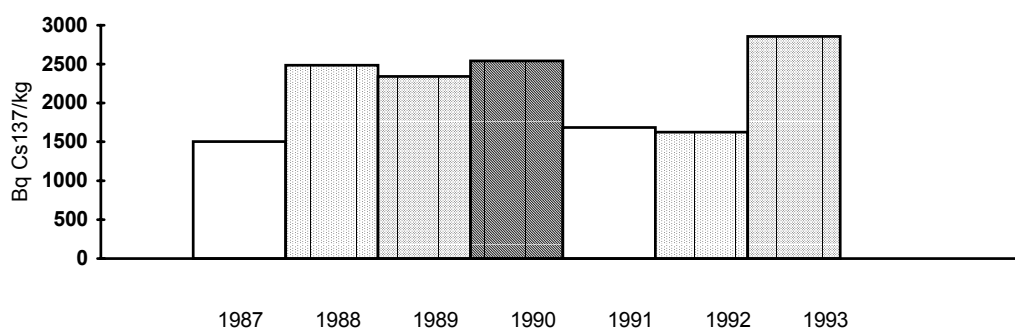


Diagram 6 Aritmetiska medelvärden för rådjur skjutna efter 30 sept 1987-1993

De höga värdena för 1993 var inte direkt väntade. Från åren därefter har vi inte mätt rådjur i någon större utsträckning – från 1995 finns bara ett prov, ett prov från region V som höll 1156 Bq Cs137/kg.

Åren 1988 och 1992 höll älgarna oväntat höga värden. Det kan vara intressant att ta ett av dessa år och se hur rådjuren låg. Följande diagram redovisar samtliga enskilda prov för 1988.

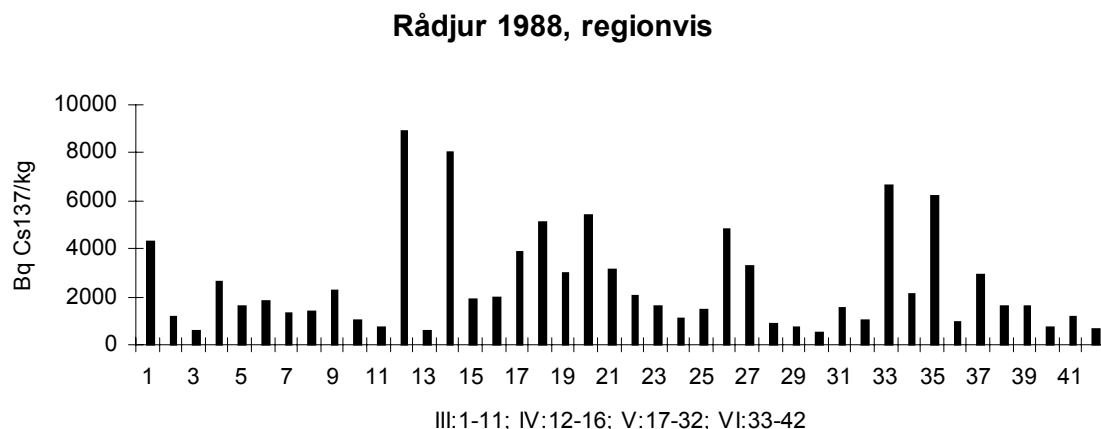


Diagram 7 *Rådjur 1988, regionvis*

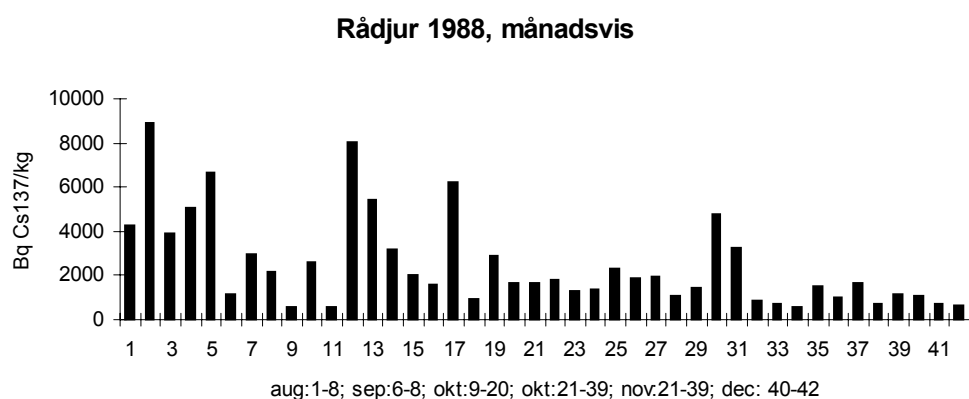


Diagram 8 *Rådjur 1988, månadsvis. Proven är sorterade efter månad och inom månaderna efter region.*

Diagram 7 visar hur halten Cs137 varierar beroende på vilken region djuren är skjutna i. Diagram 8 visar hur halterna sjunker mot årets slut, men också hur man redan från augusti kan hitta djur med relativt låga cesiumhalter, förutsatt att man väljer rätt region. Dessa båda diagram är bara avsedda att visa den stora variationen mellan de enskilda proven, beroende på region och månad. Man kan ändå se hur halten sjunker mot slutet av året (Diagram 8).

Senare och tidigare jakt

I följande diagram jämförs perioden januari-juni med perioden juli-december.

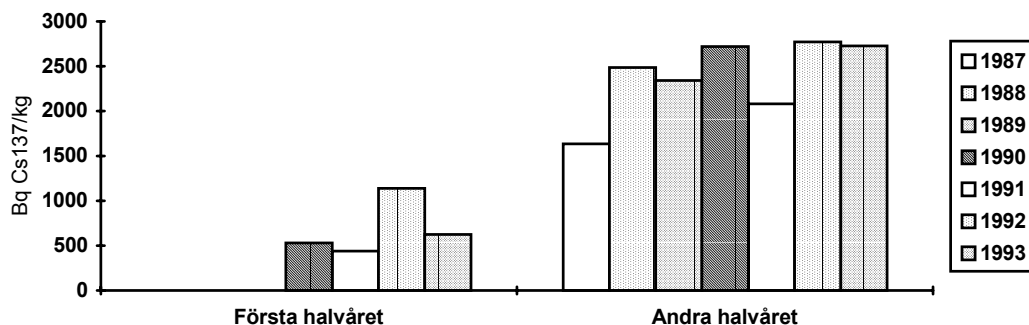


Diagram 9 Aritmetiska medelvärden för samtliga rådjur skjutna inom kommunen fördelade på halvår (första resp andra halvåret), 1987-1993

Obs! Diagram 6 redovisar djur skjutna efter 30 sept medan gruppen "Andra halvåret" i Diagram 9 redovisar djur skjutna efter sista juni. Därför är t ex stapeln för 1992 mycket lägre i Diagram 9.

Älg

Det i särklass största materialet har vi från mätningar i samband med älgjakten. Trots ett stort material och en rekommenderad metod för provtagningen (bogkött) finns många felkällor som gör det vanskligt att dra slutsatser om utvecklingen under åren. Om vi t ex jämför oktober månad år för år har vi låst urvalet till en period enligt almanackan, men årscykeln i naturen följer inte almanackan. Datum borde egentligen inte alls användas i dessa sammanhang. Det vore bättre att utveckla en metod att periodbestämna året som grundar sig på vissa kriterier som t ex hur långt rallarrosen kommit i sin utveckling, uppskattad procent gula blad på björkar, vilka svampar som finns i markerna, dvs en biologiskt förankrad, årscykelbaserad tidmätning. En sådan borde vara fullt möjlig att utveckla. Den skulle kunna baseras på några utvalda örter, kanske något träd och någon svamp, någon eller några flyttfåglar. En lämplig ört kan vara rallarros (*Epilobium angustifolium*). En tänkbar svamp kan vara trattkantarell (*Cantharellus tubaeformis*).

1988 var ett extremt bra svampår. Om det var svampen som gjorde att halterna i älgarna steg så dramatiskt, för att månaden efter älgjaktens inledning åter sjunka till mera normala nivåer vet vi inte⁵, men allt talar för det. Om vi betraktar kommunens samlade prover uppstår genast ett möjligt fel i och med att man kan förvänta sig att de jaktlag, vilkas prover visar förhållandevis låga halter, inte fortsätter att mäta i samma utsträckning. Detta skulle ge en bild av att halterna är i stigande.

Vi har inte bearbetat materialet med någon speciell statistisk metod, bara beräknat medelvärden och standardavvikelser. Alla bedömningar har vi gjort med hjälp av sunt förnuft. Om en tendens visar sig genomgående för olika områden eller håller i sig år från år så stärker det sannolikheten att det är ett faktiskt förhållande som uppenbarats. Ett exempel:

⁵ 1988 sjönk halterna från typiskt 1250 Bq Cs137/kg för jakt dagarna 10-12 okt till typiskt 850 Bq för tiden efter 23 okt. (**Radiakgruppen Nordanstig, Rapport 1988:1**)

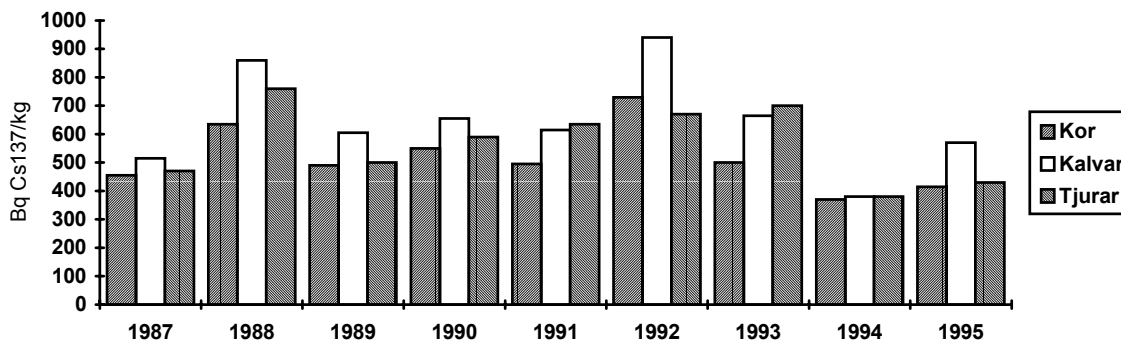


Diagram 10 Samtliga älgar mätta under åren 1987-1995, fördelade på kor, kalvar och tjurar

Av diagrammet framgår att **kalvarna** generellt ligger högre än de vuxna djuren (kor och tjurar). Andra har gjort samma iakttagelse, t ex länsstyrelsen i Gävleborg, som i en rapport fastslår att "Kalvar har 10-20 procent högre cesiumhalter än vuxna djur"⁶. Samma iakttagelse har också redovisats av Hudiksvalls kommun⁷. Dessutom konstaterar man i Hudiksvallsrapporten att "tjurarna ligger något över korna". Samma tendens syns även i diagrammet ovan.

Den slutsats som man av erfarenheterna från 1988 kunde dra, nämligen att det lönar sig med senarelagd jakttid om man vill undvika höga halter i älgarna, är svår att bekräfta utgående från det material vi förfogar över. Visserligen var det så 1988, men det verkar inte vara ett generellt fenomen. Detta kan å ena sidan bero på att vi använder almanackans, inte naturens, tidsräkning och å andra sidan kan det tänkas att en senareläggning av jakten verkligen kan löna, men främst under de år halterna stigit till extremt höga värden (t ex 1988 och 1992). Man hör ibland påståendet att älg inte äter svamp, men flera jägare har vittnat om att de funnit svamp i magsäcken på älgar.

I nedanstående diagram redovisas samtliga älgprov för de olika åren:

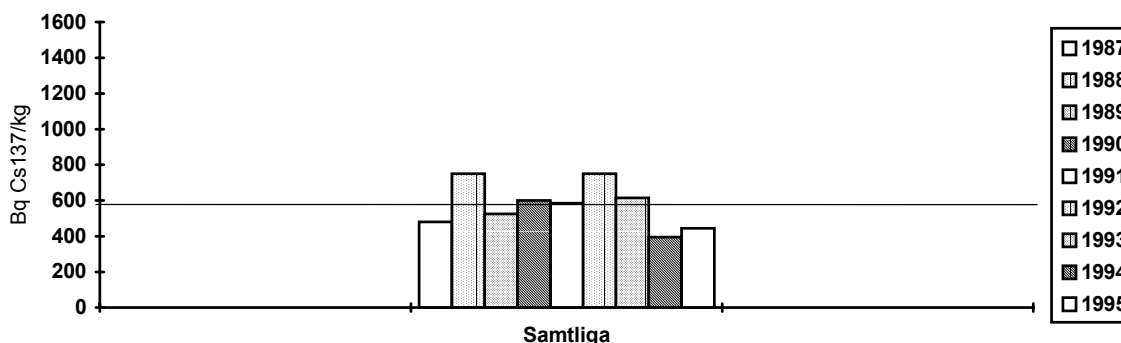


Diagram 11 Samtliga älgar, skjutna inom kommunen redovisade årsvis. Den inlagda linjen representerar ett uppskattat medelvärde över åren.

Cesiumhalten var hög i älgarna 1992, men för rådjuren var det ett år med relativt låga cesiumhalter. Däremot låg såväl älg som rådjur högt 1988. De höga värdena för rådjuren

⁶ Länsstyrelsen i Gävleborg, *Cesium i Gävleborg 1986-1990, Rapport 1991:6*

⁷ Miljö- och Hälsoskyddskontoret i Hudiksvall, *Älgjakten 1988 Hudiksvalls kommun, Sammanfattning och jämförelse mot tidigare år*.

detta år kommer främst från månaden augusti och då skjuts inga älgar. Kommunen är indelad i åtta regioner. I nedanstående diagram redovisas älgproverna regionvis för de olika åren:

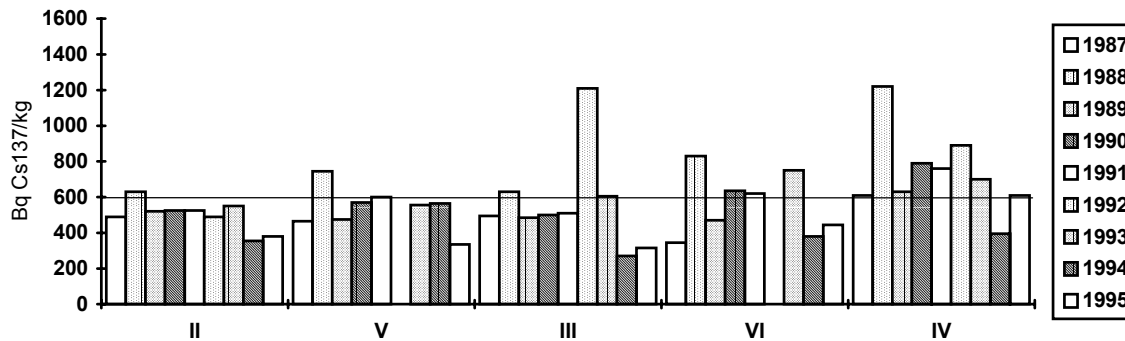


Diagram 12 Samtliga älgar skjutna inom kommunen redovisade års- och regionvis. Den inlagda linjen representerar ett uppskattat medelvärde över åren.

Här finns emellertid några problem:

Vissa staplar representerar bara ett fåtal djur. Var ska man sätta gränsen för vilket antal som är meningsfullt att redovisa? Ta t ex den påfallande höga stapeln för 1992 i region III. I själva verket representerar den bara sex djur, fem kalvar och en tjur. Tjuren höll 575 Bq Cs137/kg, ett inte påfallande högt värde, men medelvärdet för de fem kalvarna låg på 1335 Bq. Hade det funnits fler tjurar och några kor hade kanske stapeln sjunkit. Hur många djur måste man ha för att det ska vara vettigt att redovisa medelvärdet i form av en stapel? Visserligen finns alla värden tillgängliga i tabellavsnittet, men ett diagram används trots allt för att visa något och det är framför allt lättavläst. Hur ska man hantera snedfördelningar mellan kön och ålder?

Stapeln för 1994 i region V redovisar 8 djur där 63 % utgörs av kalvar som vi ju vet håller de högsta värdena. Förmodligen är denna stapel alltför hög i jämförelse med stapeln för 1991, som visserligen också den bara redovisar ett fåtal djur, men där bara 22 % utgörs av kalvar. Man borde kanske balansera värdena så att kor, kalvar och tjurar bidrog med var sin tredjedel? Men då faller ett antal djur bort eftersom uppgift om kön och ålder inte alltid finns redovisat. Detta gör naturligtvis problemet större.

Följande två diagram är en ansats i den riktningen. För det första har bara staplar som redovisar 15-20 djur av respektive kön tagits med. För det andra har värdena balanserats så att kor, kalvar och tjurar fått bidra med var sin tredjedel till helheten. I **Tabell 23** (se avsnittet "Tabeller") finns älgarna redovisade efter uppdelning i kor, kalvar och tjurar för de olika regionerna. Om man nu, i stället för att bilda ett värde för "alla" (genom att bilda medelvärde för samtliga prov som ingår för respektive år och region), skapar ett korrigerat medelvärde genom att bilda summan av medelvärdet för kor, kalvar respektive tjurar och dividera denna summa med tre, skulle man åstadkomma ett rättvisare bild av den bakomliggande populationen, t ex

1988	
Ko	1080 ±575 (15)
Kalv	1405 ±455 (26)

Tjur	1015 ±445 (24)
Alla	1220 ±515 (78)

Som korrigerat värde för "Alla" skulle man i detta fall få 1165 ($(1080 + 1405 + 1015) / 3$) i stället för 1220. Diagrammen skulle få följande utseende:

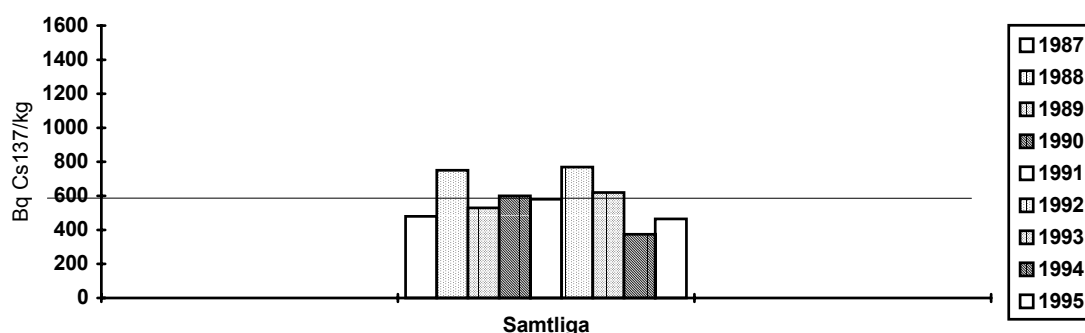


Diagram 13 Samtliga älgar inom kommunen redovisade årsvis efter korrigerering (så att kor, kalvar och tjurar är lika representerade) Den inlagda linjen representerar ett uppskattat medelvärde över åren.

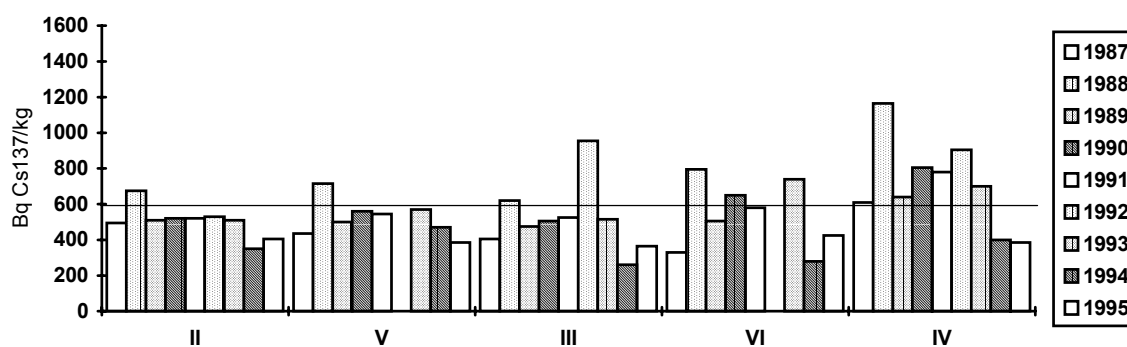


Diagram 14 Samtliga älgar inom de olika regionerna redovisade årsvis efter korrigerering (så att kor, kalvar och tjurar är lika representerade) Den inlagda linjen representerar ett uppskattat medelvärde över åren.

Skillnaden mot Diagram 11 och Diagram 12 är knappt märkbar, men det finns vissa staplar som har ändrats. 1992 mättes inte särskilt många älgar från regionerna V och VI vilket är synd eftersom detta år, i likhet med 1988 antagligen var ett extremår.

Trots bristerna i materialet kan man dra följande slutsatser:

- 1988 och 1992 var två år med tydligt förhöjda värden.
- Halterna har de tre senaste åren (1993, 1994 och 1995) visat en sjunkande tendens.
- Ett uppskattat medelvärde över åren ligger strax under 600 Bq Cs137/kg om man ser till hela kommunen.
- För regionerna II, III och V ligger detta medelvärde snarare runt 500 Bq Cs137/kg.
- Regionerna IV och VI har, så när som de två senaste åren (1994 och 1995) legat över detta medelvärde.

Ett annat sätt att redovisa vad som skett under de olika åren är studera den procentuella fördelningen av antal älgar i olika intervall. I de tre följande figurerna har gjorts en uppdelning i intervallen <300; 300-600; 600-900; 900-1 200; 1200-1500 och >1500 Bq Cs137/kg⁸.

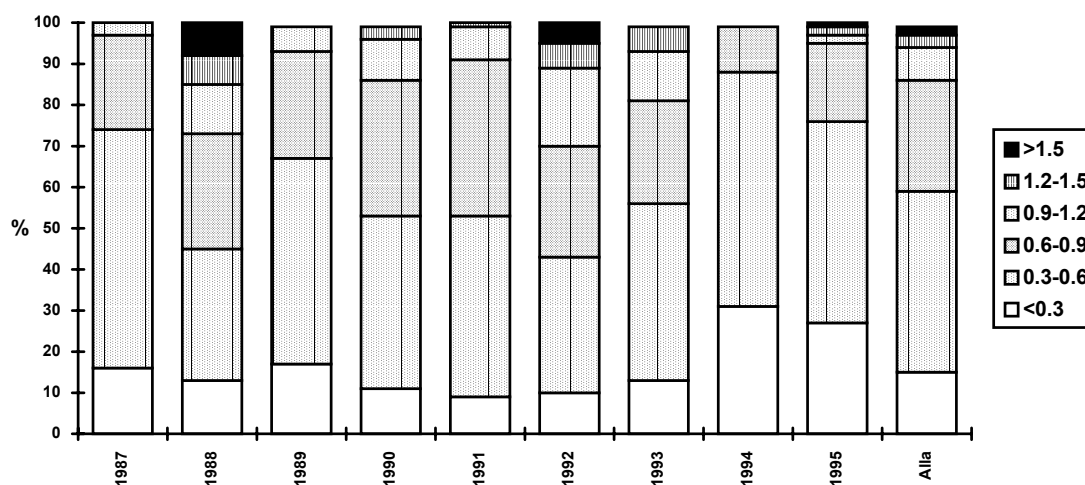


Diagram 15 Procentuell fördelning av samtliga älgar i de olika intervallen, 1987-1995

Obs! I detta diagram representerar den sista stapeln samtliga mätta älgar under 1987-1995.

Figuren visar en antydning till "årsprofiler". Åren 1987 och 1989 är rätt lika varandra, liksom 1990 och 1993. Svampåren 1988 och 1992 visar en ökning för höghaltsintervallen. De ligger högst upp som ett randigt mönster omgivet av mörka toner på motsvarande staplar. Först från 1994 visar intervallen < 300 och 300-600 påtagliga ökning. Förhoppningen är att detta tyder på en allmän nedgång, fortfarande med reservationen att det kan inträffa extremår med betydligt höjda värden.

⁸ Intervallen är egentligen 300-599, 600-899 osv.

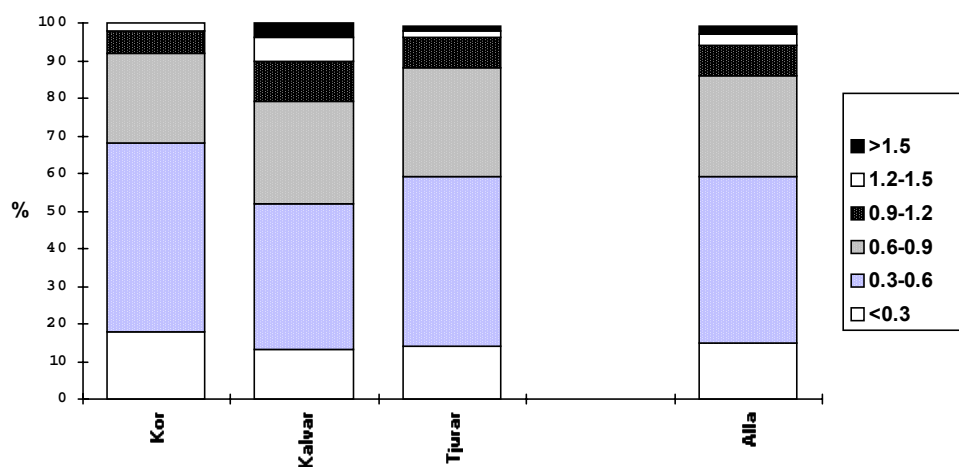


Diagram 16 Procentuell fördelning av älgar i de olika intervallen fördelade på kor, kalvar och tjurar, 1987-1994

Detta diagram visar ytterligare kalvarnas utsatthet: de är underrepresenterade i låghaltsintervallen, men överrepresenterade när det gäller högre halter.

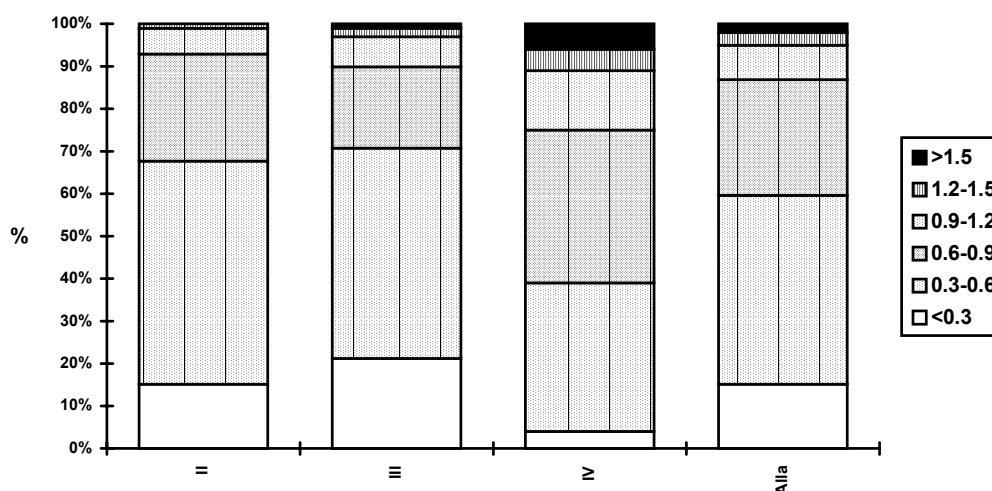


Diagram 17 Procentuell fördelning av älgar i de olika intervallen fördelade på de tre regionerna II, III, IV, 1987-1994

Skillnaderna mellan regionerna II och III är inte så stora medan region IV visar profilen för den region inom kommunen som mottog den högsta markbeläggningen av Cs137.

Det kan vara intressant att se vad de senaste två åren har betytt för denna hårt drabbade region (Värdena är här, liksom i stapeldiagrammen ovan, angivna i kBq Cs137/kg.)

<0.3		0.3-0.6		0.6-0.9		0.9-1.2		1.2-1.5		>1.5	
1987-92	1987-95	1987-92	1987-95	1987-92	1987-95	1987-92	1987-95	1987-92	1987-95	1987-92	1987-95
1 %	4 %	30 %	35 %	39 %	36 %	16 %	14 %	6 %	5 %	8 %	6 %

Tabell 7 Procentuell fördelning på de olika haltintervallen av samtliga mätta älgar i region IV perioderna 1987-1992 och 1987-1995 (Procentsumma 1987-92: 100 %; 1987-95: 100 %)

När de tre åren 1993, 1994 och 1995 läggs till de övriga ser man hur andelen älgar i de lägre intervallen (halter under 600 Bq Cs137/kg) stiger (från 31 % till 39 %), medan andelen i de högre intervallen (halter över 600 Bq) sjunker (från 69 % till 61 %). Även detta styrker uppfattningen att halterna trots allt är på väg nedåt.

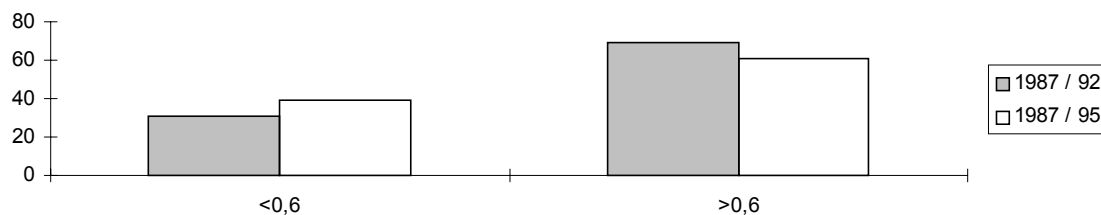


Diagram 18 Skillnaden mellan perioden 1987/92 och 1987/95 (jfr Tabell 7) åskådliggjord med ett diagram

Hare

Harar varierar mycket. Ett problem är att det inte angetts om det rör sig om *fält-* eller *skogshare*. Fälthare bör hålla lägre halter än skogshare. Vi har under åren bara mätt ett trettiotal prover fastlandshare, som i stort sett legat mellan ett eller ett par tusen Bq. Även i detta material syns skillnaden mellan de olika regionerna.

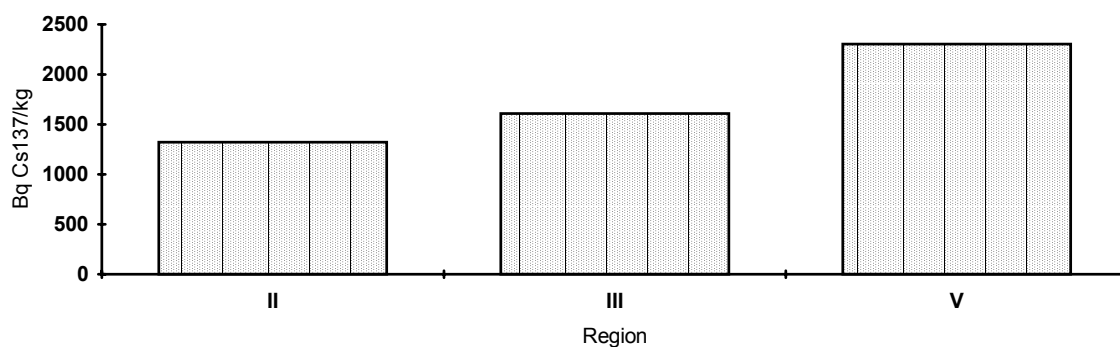


Diagram 19 Harar under åren 1987-1994 i regionerna II, III och V

Ett litet område i region V, Trösten, intar även när det gäller hararna en särställning: tre harar från detta område höll bara 150 (1988), 125 (1989) respektive 957 (1990) Bq Cs137/kg. Samtliga harprover finns redovisade i avsnittet "Tabeller". Se även avsnittet "Harar på Gran".

Övrigt vilt

Vi har i stort sett bara mätt rådjur, älg och hare de senaste åren. Från 1989 har vi en *tjäder* från Vallenbodarna i Gnarp (område 27, region IV) som höll nästan 2000 Bq Cs137/kg. En *kanadagås* från Hånick (område 19, region III) höll 90 Bq. Några ytterligare kanadagäss från Harmånger från 1987 (område 22, region VI) höll runt 300 Bq.

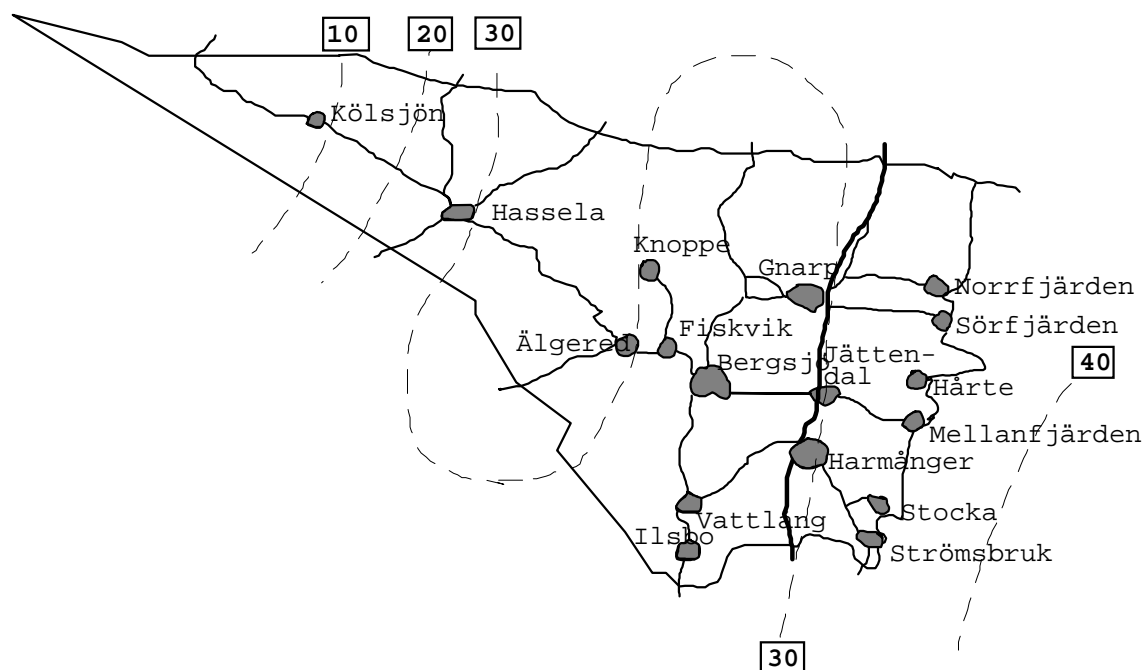
BAKGRUNDSSTRÅLNING

Kartering av nedfallet

Första studien gjordes av SGAB genom flygmätningar sommaren och hösten 1986. Över Nordanstig gjordes bara en flygning. Extrapoleringen blev följaktligen ganska grov, men gav en föreställning om hur Tjernobylnedfallet i stort sett fördelat sig över kommunen.

Radiakgruppens fortsatta mätningar gav en mer detaljrik bild.

Obs! Den mätmetod vi använde kunde inte särskilja mellan nedfallet efter Tjernobyl och naturlig bakgrundsstrålning (från t ex berggrunden).

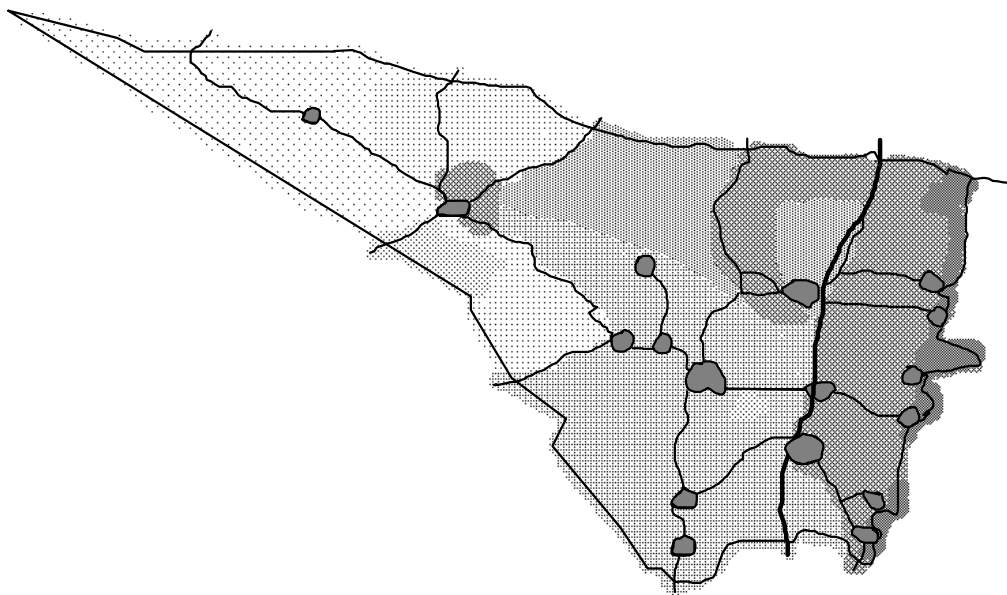


Karta 1 Nedfallets efter Tjernobyl fördelning enligt SGAB, 1986

Under september - oktober 1987 kopplade vi loss vår Eberline från blykammaren för att försöka få en uppfattning om variationen i bakgrundsstrålningen. Mätningarna utfördes utan större ambitioner. Vi placerade detektorn i en bil, på golvet vid vänster baksäte, så att detektorn riktades ut mot vägens mittlinje. Därefter for vi i måttlig hastighet (c 50 km/h) längs de större vägarna i kommunen. Vägarna var relativt likartade: typiska asfalterade kommunvägar (utom E4, som var bredare). Avläsning skedde var 500 meter. Varje väg undersöktes två gånger, i båda riktningarna. Placeringen av detektorn, mot vägmitten, valde vi med anledning av att vi ville undvika sådana tillfälliga förhöjningar som kunde uppkomma av t ex mossor vid väggkanten. Placering mot vägmitt gav mer "utslätade" resultat.

Om vi hade gjort motsvarande mätning i dagsläget hade vi förmodligen valt att ställa in instrumentet för beräkning av antal counts/tidsenhet i stället för avläsning av $\mu\text{R/h}$ i "ratemeter mode".

Trots ofullkomligheter i mätmetoden kunde vi konstatera vissa påtagliga nivåskillnader. Vi sammanställde iakttagelserna till en karta och fann att det enda ställe där vi behövde korrigera SGAB:s karta rörde den förhöjning som kunde förväntas i trakten runt Älgered. Den kom inte förrän alldeles innan Hassela. Om vi antar att den naturliga bakgrundsstrålningen inte varierar särskilt mycket visar våra mätningar (mycket grovt) följande nedfallsprofil för Nordanstigs kommun:



Relativ skala



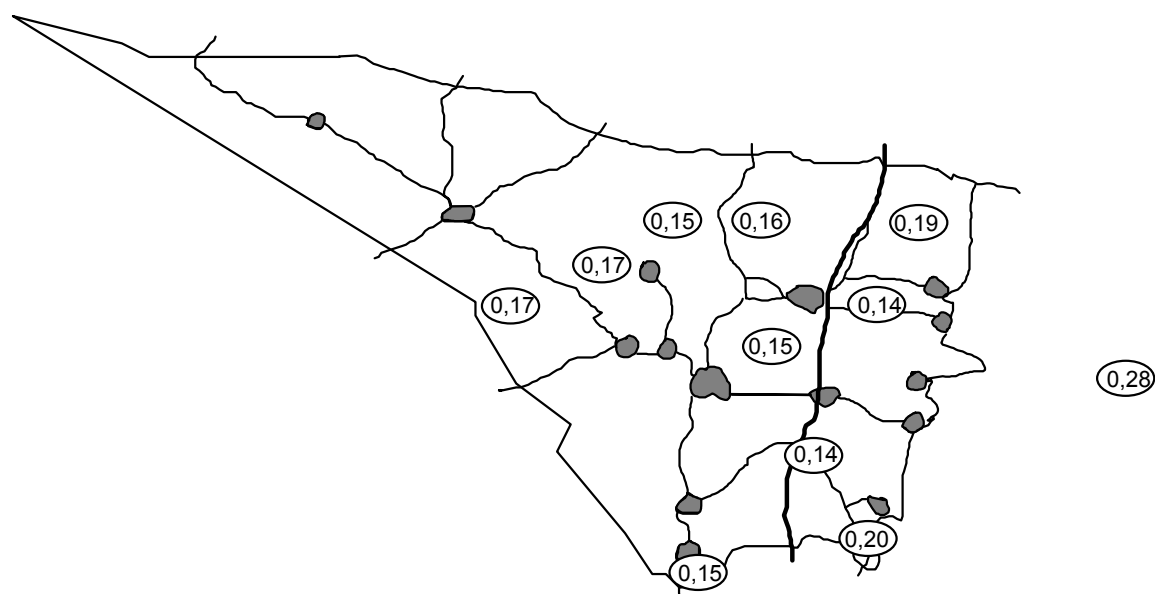
Karta 2 *Nedfallets efter Tjernobyl fördelning enligt Radiakgruppen Nordanstig, 1987*

De förhöjda värdena runt Hassela sträcker sig förmodligen upp mot kommungränsen i norr. Ett anmärkningsvärt höghaltigt hjortronprov från Älvåsen (runt 1000 Bq Cs137/kg) antyder att förhöjningen också sträcker sig syd och sydväst om Hassela, ungefär som SGAB:s nedfallsstudie visar.

Referensmätningar

Kommuner runt om i Sverige har av SSI fått i uppdrag att utföra referensmätningar. Anvisningar och råd för dessa mätningar har getts ut av SSI^{9,10}.

För vår del utför vi referensmätningar som ett led i dokumentationen av strålningsläget i Nordanstig. Sådana mätningar utförs på dels primära, dels sekundära referenspunkter. Mätmetoden för såväl primära som sekundära referenspunkter är väl definierad, men när det gäller de primära mätpunkterna är mätplatsen noggrannt vald med avseende på markbeskaffenhet och karaktärsväxer. De sekundära mätpunkterna har tillkommit mera av den anledningen att vi av olika anledningar råkat mäta på en speciell plats. Följande karta visar mätvärden (i $\mu\text{Sv/h}$) vid de **primära** referenspunkterna:



Karta 3 Resultat av referensmätningar sommaren 1992 i Nordanstigs kommun ($\mu\text{Sv/h}$)
Referenspunkterna och referensmätningens metod beskrivs nedan i avsnittet "Tabeller".

⁹ Mauritz Wallin, Robert Finck, Gunnar Persson Lokala referensmätningar av gammastrålning (SSI-rapport 89-09).

¹⁰ Lokala referensmätningar. En kort beskrivning (SSI 1992-01-24). Över trehundra likvärdiga instrument finns fördelade hos rikets kommuner.

Bakgrundsövervakning

Nya nedfall kan inträffa närsomhelst. Därför vi ha en möjlighet att bli varnade i tid. Samtidigt ger detta varningssystem möjlighet att studera bakgrundsstrålningens variation.

De första åren skedde nedfallsövervakningen med hjälp av en enkel GM-mätare, RadAlert¹¹, som avlästes manuellt ett par gånger per dygn. Instrumentet är enkelt att hantera och användbart, särskilt om man bara vill få fram relativa nivåer och inte behöver absoluta värden. Den insamlade informationen bearbetades manuellt.

Sedan ingången av 1996 är bakgrundsövervakningen automatiserad: en GM-mätare av fabrikat Aware Electronics¹² är kopplad till en liten dator. Varje vecka överförs informationen till en PC-dator och de insamlade värdena omvandlas till ett diagram med hjälp av ett Excel-makro. Om något anmärkningsvärt inträffar aktiveras en larmsignal.

Nedanstående figurer visar bakgrundsstrålningen mätt med RadAlert under vissa delar av åren 1990, 1991 och 1992. Instrumentet låg placerat i ett söderfönster på andra våningen i ett timmerhus med torpargrund. Bottenvåningen är väl ventilerad. Även om huset ligger på en grusås, som kan släppa ifrån sig markradon, torde ventilationen vara tillräckligt god för att effekter av radon ska vara av underordnad betydelse. Instrumentet har stått i läget "total counts" och avlästs ett par gånger per dygn. En nackdel med metoden visas i diagrammet: avläser man inte i tid hinner instrumentet upp till 19999 counts. Detta värde är det högsta sifferfönstret kan visa. Då kan man inte använda avläsningen. Detta är en av anledningarna till att värden saknas för vissa datum.

Med denna metod vinner man stor känslighet även med ett så enkelt instrument som RadAlert. Varje redovisat värde blir ju beräknat för ett helt dygn. Man ser tydligt hur sommarens värden ligger högre än vintervärdena. Den förhöjning som uppträder under våren inträffar senare än snösmältningen. Anledningen bör vara att det först är när frosten gått ur backen som markstrålningen kommer tillbaka med full kraft. Vissa toppar kan betyda att något skett (man bör se upp när värdet ökar mer än 10 à 15 %), men det kan också vara fråga om tillfälliga variationer. Man får även intrycket av att värdena ligger högre en period på våren och försommaren för att sedan (under eller strax efter sommarsolståndet) sjunka, för att till sist dyka ned till vintervärdet. Att snötäcket spelar stor roll för markstrålningen ser man av kurvan för 1992. Då skedde en drastisk minskning av dygnsmedelvärdet den 14-15 oktober, då vi överraskades av ett snöfall, som inom ett dygn hade gett upphov till ett snötäcke på nästan en halvmeter. Som tumregel¹³ räknar man med att snön reducerar γ -strålningen från marken med ca 1,3 % per cm snö med en täthet av 0,1 g/cm³, med ca 3 % vid tätheten 0,4 g/cm³.

¹¹ LEAB, Långnäs Eltekniska AB, Mölndal, 031-88 24 93

¹² RM-70 kopplad till en Atari Profolio. Aware Electronics Corp, P.O. Box 4299 Wilmington DE 19807 tel. +1 302 655 3800

¹³ **Paul Hayward, Don Arnott**, *Radiation monitoring, an introduction* (Greenpeace, 1988)

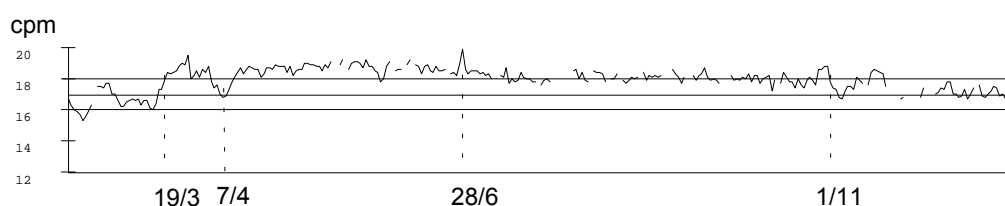


Diagram 20 Manuell bakgrundsövervakning med RadAlert feb-dec 1990 (Inlagda data är bara avsedda som hållpunkter)

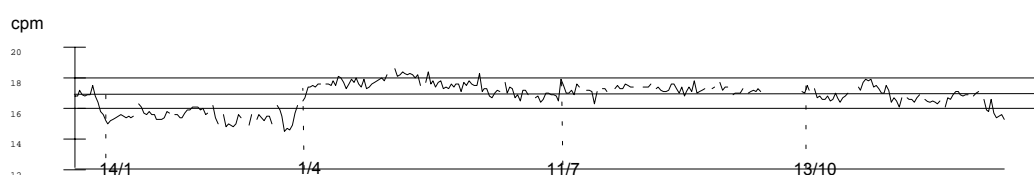


Diagram 21 Manuell bakgrundsövervakning med RadAlert jan-dec 1991 (Inlagda datum är bara avsedda som hållpunkter)

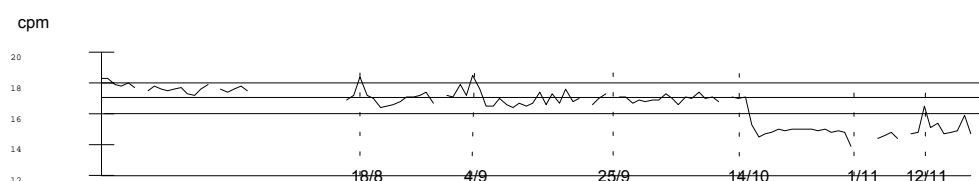


Diagram 22 Manuell bakgrundsövervakning med RadAlert juli-nov 1992 (Inlagda datum är bara avsedda som hållpunkter)

Att kurvorna på sina ställen är brutna är inte enbart en följd av att instrumentet hunnit läsas av i tid. Vi har också använt det på resor av olika slag. Med instrumentet placerat på ett fällbord på ett tåg, i en buss eller på instrumentbrädan på en bil kan man göra t ex avläsningar var 15:e minut. Det går då ganska bra att få en grov bild av strålningsläget i det omgivande landskapet. Det är t ex inga problem att upptäcka den förhöjning som inträder strax norr om Gävle.

Vi har några gånger fått ta emot telefonsamtal från privatpersoner som själva velat starta bakgrundsövervakning. När de har bett strålskyddsmyndigheten om hjälp säger de att de fått veta att övervakning är en sak för myndigheter, inte privatpersoner. Detta tycker vi är fel. I själva verket ställer inte en sådan övervakning stora krav på metod eller utrustning. Den som vill veta mer kan kontakta oss.

Den metod vi numera använder är automatiserad och mycket tidsbesparande. Detektorn (GM-70 från AWARE Electronics) är placerad utomhus i ett vattentätt hölje. Den är inte placerad fritt, utan på en balkong och riktad mot sydväst. Höjden över marken är ca 4 m. Värdena avläses minut för minut dygnet runt och loggas med hjälp av en Atari Portfolio. Därefter bearbetas informationen med hjälp av kalkylprogrammet Excel, vilket automatisk genererar en sammanfattning över den aktuella perioden (start/slutdatum, regressionslinje, medelvärde i $\mu\text{R/h}$ och $\mu\text{Sv/h}$).

Följande diagram visar automatiskt mätta bakgrundsvärden för början av 1996.

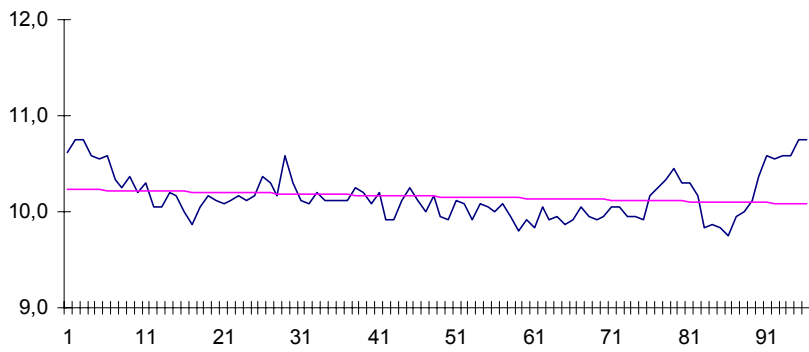


Diagram 23 *Automatisk bakgrundsövervakning med RM-70 8 jan - 14 april 1996*
Periodmedel: 10,16 µR/h (0,09 µSv/h)

Nedanstående tabell visar vilket tillskott till årsdosen man får från yttre strålning om man vistas på en plats där bakgrundsstrålningen är uppmätt till ett visst antal $\mu\text{Sv/h}$.

$\mu\text{Sv/h}$	mSv/y	$\mu\text{Sv/h}$	mSv/y	$\mu\text{Sv/h}$	mSv/y	$\mu\text{Sv/h}$	mSv/y	$\mu\text{Sv/h}$	mSv/y	$\mu\text{Sv/h}$	mSv/y
0,10	0,88	0,13	1,14	0,16	1,40	0,19	1,67	0,22	1,93	0,25	2,19
0,11	0,96	0,14	1,23	0,17	1,49	0,20	1,75	0,23	2,02	0,26	2,28
0,12	1,05	0,15	1,31	0,18	1,58	0,21	1,84	0,24	2,10	0,27	2,37

Tabell 8 Omvandlingstabell: $\mu\text{Sv/h}$ till mSv/y

När det gäller den totala årsdosen får man även ta hänsyn till vad man får från strålkällor i kroppen (t ex K40), eventuella röntgenundersökningar osv.

Bidraget från den kosmiska strålningen kan man få en uppfattning om genom att mäta bakgrundsstrålningen från en båt ute på en sjö. Djupet bör vara åtminstone 10 m. Största felkällan kan vara att man för med sig kontaminerat material i båten eller om man mäter timmarna efter ett regn eftersom atmosfären då kan innehålla höjda koncentrationer av produkter från radonsönderfall. Vid en sådan mätning visade instrumentet (Eberline) $0,014 \mu\text{Sv/h}$, men detta värde kan naturligtvis variera, men storleksordningen bör vara korrekt.

		Årsdos (mSv)
Yttre strålkällor	Kosmisk strålning	0,3
	Markstrålning	0,3 - 1,2
	Radon i bostäder	6
Inre strålkällor	Kalium (K40), kol (C14) mfl	0,3
Artificiella källor	Medicinsk behandling	0,5
	Nedfall, utsläpp	0,5

Tabell 9 En grov skattning av individdosens årsmedelvärde från olika strålkällor räknad på hela befolkningen i Sverige

SÄRSKILDA UNDERSÖKNINGAR

Harar på Gran

Gran är en ö som tillhör Nordanstigs kommun. Beståndet av harar har under vissa perioder varit orimligt stort vilket gjort att länsstyrelsen gett tillstånd till skydds jakt, en avskjutning för att minska harstammens tryck på växtligheten.

Gran ligger ungefär en mil österut från Gnarps kust (Sörfjärden); punkten 68790-15955 enligt rikets nät ligger inom öns gränser. Ön är ganska karg och klassad som naturreservat. Enligt SGAB:s flygmätningar 1986 bör markbeläggningen varit åtminstone 60 kBq/m². På ön (i hamnen) ligger en av våra primära referenspunkter. Värdet här (1993-09-23) var 0,28 µSv/h¹⁴.

Vid det första besöket (1 sept 1990) fälldes fyra harar, alla hanar. Det visade sig att tre av dem var angripna av lungmask, men det som förvånade mest var den stora spridningen av cesiumvärdena: de varierade mellan drygt 3000 och drygt 15000 Bq Cs137/kg. Det lägsta värdet höll en liten hanne född 1990 och det högsta värdet av en mycket liten hanne född samma år. Någon månad senare (6 okt 1990) skedde en större avskjutning. Vid detta tillfälle sköts 33 djur. Trots detta större material kunde vi återigen konstatera att cesiumhalterna varierade mycket (se vidare i avsnittet "Tabeller"):

	Bq Cs137/kg		Bq Cs137/kg
Unga hanar (17 st)	3200 - 11330	Unga honor (6 st)	4270 - 11250
Vuxna hanar (4 st)	3160 - 14420	Vuxna honor (6 st)	5040 - 13560
Samtliga (33 st)	2420 - 13560 6980 ± 3060 (±44 %)		

Tabell 10 Högsta och minsta värden för halten Cs137 i harar på Gran, 6 okt 1990 (värdena är avrundade till hela tiotal)

Variationerna är så stora att man har anledning att misstänka att olika harar levit på olika kost.

Den 24 september 1993 gjordes, i samband med en förnyad skydds jakt ett nytt besök på Gran. Denna gång sköts 30 harar. Även denna gång fanns tecken på lungmask, samt tecken som gör att såväl coccidios som toxoplasmos kan misstänkas. Mätningarna utfördes denna gång inte

¹⁴ I hamnen över en kort, mager gräsmatta. Värdet kan påverkas av att det finns inslag av mossa i gräsmattan.

av Radiakgruppen Nordanstig, utan av Institutionen för radioekologi vid Sveriges lantbruksuniversitet i Uppsala. Denna gång mättes även K40-aktiviteten.

Jaktledaren, fd länsjaktvårdaren Kurt Ellström i Enånger, undersökte lungorna på fem av hararna och kunde konstatera lungmaskangrepp som kunde täcka så mycket som halva lungytan. Trots detta var hararna "vid gott hull, med gott om kroppsfett kring njurar och på insidan av ryggraden". Han konstaterade även att coccidios och toxoplasmos kunde misstänkas hos vissa djur. Några harar sändes till Statens veterinärmedicinska anstalt för vidare undersökning och av preliminärsvaret (29 sept 1993) framgår att lunginflammation förorsakad av parasiter kunde iakttagas hos samtliga fem insända djur. En av hararna bedömdes ha under medelgott hull, de övriga hade medelgott hull¹⁵.

Även nu varierade värdena mycket (åldersbestämningen är något osäker):

	Bq Cs137/kg		Bq Cs137/kg
Unga hanar (9 st)	1960 - 12320	Unga honor (9 st)	3830 - 15930
Vuxna hanar (7 st)	6820 - 19960	Vuxna honor (4 st)	6710 - 10870
Samtliga (30 st)	1960 - 19960 9080 ± 4740 (±52 %)		

Tabell 11 *Högsta och minsta värden för halten Cs137 i harar på Gran, 24 sept 1993 (värdena är avrundade till hela tiotal). En hane är enbart angiven som "hane" och således inte redovisad som "ung" eller "vuxen", men medräknad i summan för samtliga.*

1990	33 harar (21 hanar, 12 honor)	6980 ± 3060 (±44 %)
1993	30 harar (17 hanar, 13 honor)	9080 ± 4740 (±52 %)

Tabell 12 *Jämförelse mellan de båda jakttillfällena 1990 och 1993*

Könsfördelningen är rätt lika mellan de båda tillfällena. Medelvärdet har däremot ökat, liksom spridningen.

Under tiden som jakten pågick gjordes några mycket enkla mätningar¹⁶ av bakgrundsstrålningen. Vi fann värden mellan 0,25 och 0,30 µSv/h i skogen och mellan 0,17 och 0,23 µSv/h på klapperstensfälten och berghällarna.

Några mer kontrollerade mätningar¹⁷ utfördes också och från dessa platser togs prov på växtligheten¹⁸:

¹⁵ Kurt Ellström, dels i följebrevet till Statens veterinärmedicinska anstalt (26 sep 1993), dels i en artikel i Hudiksvalls Tidning 14 oktober 1993.

¹⁶ Mätt med Eberline med detektorn på ca 1 m höjd, men utan någon bestämd mättid ("ratemeter mode").

¹⁷ Mätt med stativ, 1 m över marken under 15 min (Eberline i "scalar mode", samma metod som används för referensmätningarna, se "Referensmätningar").

¹⁸ Alla växtprover från Gran har mätts torkade, dvs proverna torkades i ugn i måttlig värme tills de var "knastertorra".

1. **Över rent grus**, mer än 10 m från angränsande växtlighet: **0,17 $\mu\text{Sv/h}$** . Att värdet blev relativt lågt är en naturlig följd av gruset – det har spolats rent av väder och vind. Här fanns flera små enbuskar, men bara ett par av dem visade tecken på avbetning.

Från denna plats togs ett prov av en inte närmare bestämd *Salix*-art: 450 Bq Cs137/kg.

2. **Klapperstensfält** strax ovanför mätpunkt 1 ("Över rent grus"). Rik förekomst av lavar. Mätningen utförd över fläck med mossor och torkslav (?), ngt lite bägarlav: **0,22 $\mu\text{Sv/h}$** . Att värdet låg högre här är inte oväntat – lavar har en förmåga att binda cesium. Intill denna plats, lite högre upp från stranden räknat, fanns markkrypande enar. Högst 5 % av dem hade avbetade grenar. Ytterligare lite längre bort fanns en rönn vars grenar var avbetade intill en höjd av ca 80 cm; likaså flera enar med betade grenar.

Från denna plats togs ett prov av *ljung*: 14600 Bq Cs137/kg.

3. **Inne i en aspdunge**; lingon och mossklädda stenar; inträngande smågran: **0,28 $\mu\text{Sv/h}$** . Mossa, mylla, växter – alltsammans innehållande cesium som bäddats in i det biologiska kretsloppet. Runt detta ställe växte en mängd aspiskott, alla visad tecken på att vara betade. Här fanns även en enbuske som var betad.

Från denna plats togs följande prover:

En (barr och små kvistar): 590 Bq Cs137/kg

Asp (blad): 1100 - 3700 Bq Cs137/kg

4. **Runt stugan med vindkraftverket**: **0,25 - 0,28 $\mu\text{Sv/h}$** .

Blad av blåbär: 10500 Bq Cs137/kg

5. **Över fräscht grönskande ljung i björnmossa runt fyrhuset**: **0,24 $\mu\text{Sv/h}$** .

Ljung i björnmossa: 30500 Bq Cs137/kg

6. **I skogen SO om fyren över björnmossa**: **0,28 - 0,30 $\mu\text{Sv/h}$** .

Björnmossa: 11500 Bq Cs137/kg

Blad av lingon: 2300 Bq Cs137/kg

Kråkbärsris: 6400 Bq Cs137/kg

Blad av blåbär (brunfläckiga): 6000 Bq Cs137/kg

Det ska erkännas att proverna kunde ha tagits mer systematiskt. Dessutom dröjde det ända till 3 apr 1996 innan växtproverna mättes, så egentligen borde halterna räknas upp. Å andra sidan gjordes undersökningen bara för att vi skulle få en antydning om tillståndet på ön.

Olika växtarter kan skilja sig mycket när det gäller cesiumhalten, men den inbördes ordningen är ofta tämligen konstant. I en undersökning runt Åsbölesjön i Nordanstig fann vi att halterna kunde variera mycket mellan olika växter på en och samma växtplats. Så här fördelade sig cesiumhalten mellan tre mätta växtslag, kråkbärsris, lingonris och ljung¹⁹:

¹⁹ Radiakgruppen Nordanstig, Rapport 1993:1

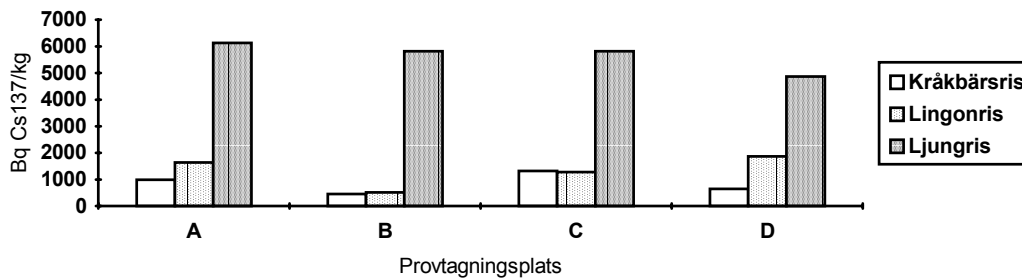


Diagram 24 Jämförelse mellan tre olika växtslag från fyra provtagningsplatser runt Åsbölesjön

Markens näringsinnehåll påverkar växternas cesiumupptag. På kaliumfattig mark tar växterna upp mer cesium än om halten kalium är större. Samtidigt kan man vänta sig att växternas beroende av kalium är olika (beroende på växtfysiologiska faktorer). Eftersom såväl Cs137 som K40 mättes i hararna från 1993 kan vi göra en jämförelse:

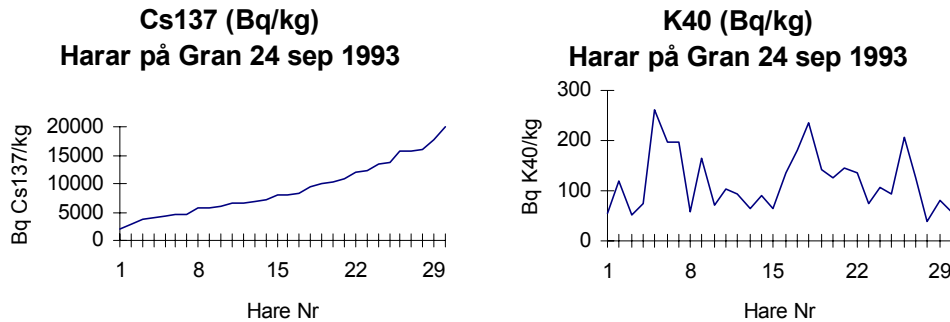


Diagram 25 och 26 Cs137 och K40 i hararna från Gran 24 sept 1993 (samma ordning mellan proverna i båda diagrammen)

Om man bildar kvoten K40/Cs137 prov för prov får man följande diagram:

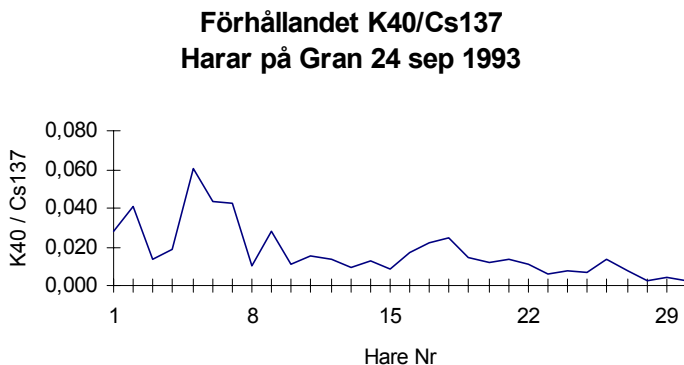


Diagram 27 Kvoten K40/Cs137 i hararna från Gran 24 sept 1993 (samma ordning mellan proverna som i de båda ovanstående diagrammen)

Förhållandet blir tydligare om man beräknar medelvärdet för grupper om t ex fem prover. Eftersom det var 30 prover blir det sex grupper med fem prov i varje:

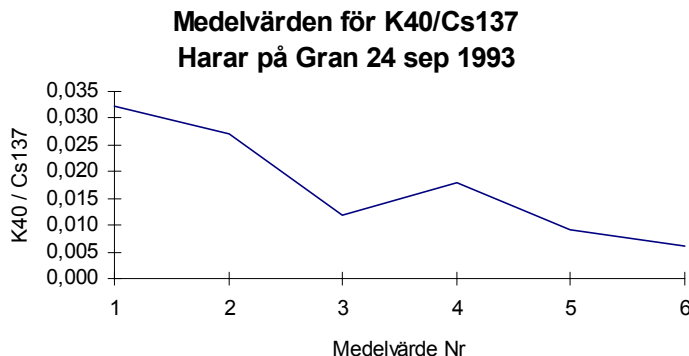


Diagram 28 Medelvärde för kvoten K40/Cs137 för 6 x 5 prover från hararna från Gran 24 sept 1993

Att halten K40 sjunker med tilltagande halt Cs137 är inte oväntat:

- Växter som växer på jord med låg kaliumhalt ökar gärna upptaget av Cs137. Kalium och cesium är kemiskt besläktade och när växterna har brist på kalium tar de istället upp cesium.
- De harar som har hög cesiumhalt bör ha haft höghaltväxter som huvudsaklig föda, dvs växter som samlat på sig cesium i brist på kalium.

Hararna på Gran lever i ett överbefolkat samhälle. Frågan är hur stor konkurrensen om födan varit. Om den varit tillräckligt stor kan det tänkas att svagare harar trängts undan och i huvudsak fått hålla tillgodo med växter som inte är så attraktiva ur hararnas synpunkt. Detta kanske kan förklara den stora skillnaden i cesiumhalterna. En och asp, exempelvis, håller förmodligen genomgående relativt låga cesiumhalter medan all erfarenhet av ljung gör att man kan anta att den genomgående håller höga halter. Lingonblad har ofta lägre halter än blåbärsblad.

Om det nu är så att hararna konkurrerar hårt om födan kan man tänka sig att det endera sker genom ständig övervakning, så att svaga djur hela tiden trängs undan från de attraktiva betena, eller genom att de från det de är små vänjer sig vid en viss föda och håller sig till den hela livet. I det sista fallet kan man tänka sig att svagare föräldrar förvisats till områden med mindre tilltalande bete. Där föder de upp sina ungar, som sedan som vuxna kommer att hålla sig till de växter de betat som unga. Detta är inte på något sätt visat, men en idé om hur de stora skillnaderna skulle kunna förklaras.

Abborrar i Älgeredssjön

Den 4 mars 1990 anordnades den årliga pimpeltävlingen på Älgeredssjön. Av en slump kom vi att undersöka en del av de insamlade fiskarna och denna undersökning har sedan följts upp vid ytterligare ett par tillfällen (19 april 1992 samt 6 mars 1994).

Älgeredssjön

Älgeredssjön ligger utmed vägen mellan Hassela och Bergsjö (område 16, region VI).

Följande uppgifter är hämtade ur kommunens sjöregister

- *Rikets koordinater:* 688400 / 155279
- *Medeldjup:* 4,5 m
Avrinningsområde: 44
Höjd över havet: 120 m

Följande uppgifter är hämtade från "Riksinventering av sjöar 1990 i län 21"

- *Provtagningsdatum:* 1990-02-16
Provdjup: 2,00 m
Vattentemperatur: 0,6° C
- *pH:* 6,7
Alkalinitet: 0,30 mmol/l
Konduktivitet: 5,10 mS/l
Färgtal (PT): 52 mg/l

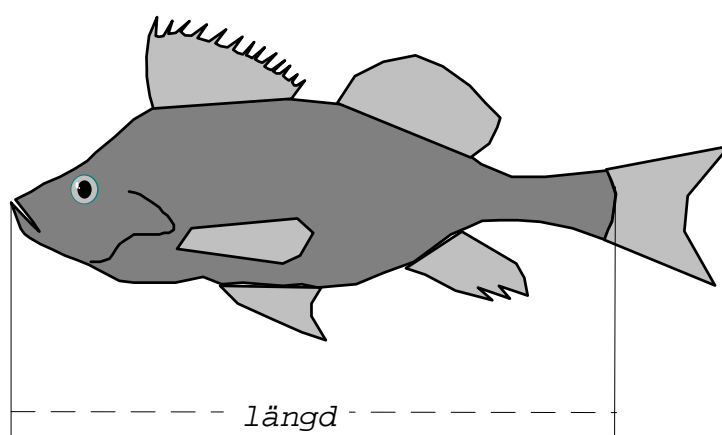
En fiskevårdsutredning från 1974 beskriver sjön på följande vis:

- Sjön har sitt tillopp från Hasselasjön och tömmer sitt vatten i Harmångersån och slutligen i Storsjön nere vid Bergsjö. Sjön har en areal på 288 ha och medeldjupet 3 à 4 m. Maximidjupet ligger runt 20 m. Det omgivande odlingslandskapet är lågt med flacka stränder efter sjöns norra sida, där botten i huvudsak består av dy och kantas av ett upp till 150 m brett, delvis kraftigt, vegetationsbälte av främst säv, starr, vass och fräken. Den södra stranden har brantare sluttningar mot hyggen och blandskog av tall och gran. Fördelningen skog-berg-odlingslandskap runt sjön uppskattades till 30 - 5 - 65 %.
- Sammantaget uppskattas sjöns botten bestå till 70 % av dy, till 30 % av grus och sten.
- Sjön är inte reglerad, men det finns en kvarndamm i avloppet. Den normala vattenståndsvariationen ligger runt en halv meter. En viss föroreningspåverkan kan inte uteslutas från omgivande bebyggelse och jordbruk.
- Uppgifter från 1989:
Konduktivitet: 3,8 mS/m
Ca: 1,3 mg/l
Mg: 1,2 mg/l
- Förekomst av *gädda* beskrivs som medelgod, likaså av *abborre*. Gäddornas medelvikt låg runt halvkilot. De största gäddorna låg runt 5 kg, de största abborrarna runt 1,5 kg.

Förekomsten av *mört* beskrivs som medelgod. Enstaka förekomster av *ål*, *öring* och *kräfta* har rapporterats.

Undersökningen

Abborrarna har mätts färska (våtvikt), dvs de har sorterats, vägts och mätts inom en eller ett par dygn efter det de fångats. Abborrarna sorterades först i storleksgrupper där kroppslängden mättes utan avseende till stjärtfenan:



Figur 1 Hur abborrarnas storlek mäts

När tillräckligt antal fiskar samlats i varje storleksgrupp samlades de i plastpåsar som vägdes. Provpåsarna märktes med uppgifter om längd, vikt samt antal fiskar i provet. Därefter placerades varje prov i ett marinellikärl och mättes. I de allra flesta fall var innehållet i propåsen tillräckligt för att fylla marinelliburken.

5 mars 1990:

- 1449 abborrar vägde tillsammans 26,87 kg och mättes som 41 prover.
Längden varierade från c 8 till 25 cm; *vikten* mellan 6,8 och 275 g;
medelvikten låg på 18,5 g. *Provernars vikt* varierade mellan 0,36 och 1,03 kg.
Mätningarna utfördes med marinelligeometri.

19 april 1992:

- 762 abborrar valdes ut från c 100 kg fisk och vägde tillsammans 19,2 kg och mättes som 44 prover.
Längden varierade från 8 till 26 cm; *vikten* mellan 7,6 och 400 g;
medelvikten låg på 25,1 g. *Provernars vikt* varierade mellan 0,27 och 0,62 kg.
Mätningarna utfördes med marinelligeometri.

6 mars 1994:

- 475 abborrar som tillsammans vägde 15,9 kg mättes som 30 prover.
Längden varierade från 8 till 30 cm; *vikten* mellan 7,1 och 590 g;
medelvikten låg på 33,5 g. *Provernars vikt* varierade mellan 0,23 och 0,87 kg.
Mätningarna utfördes med marinelligeometri.

Ett försök till åldersbestämning gjordes inte förrän i samband med undersökningen 1992, men misslyckades eftersom gälbensmetoden visade sig svårhanterlig.

Abborrarna skulle kunna redovisas efter längd eller vikt, men här används istället måttet *matighet*, definierat som vikten (g) dividerad med längden (cm), dvs antal gram fisk per centimeter kroppslängd. Med matighet får man mer lätthanterliga linjära samband.

Följande diagram visar sambandet mellan matigheten och cesiumhalten de tre år som mätningarna hittills har utförts. Linjerna i diagrammen är regressionslinjer.

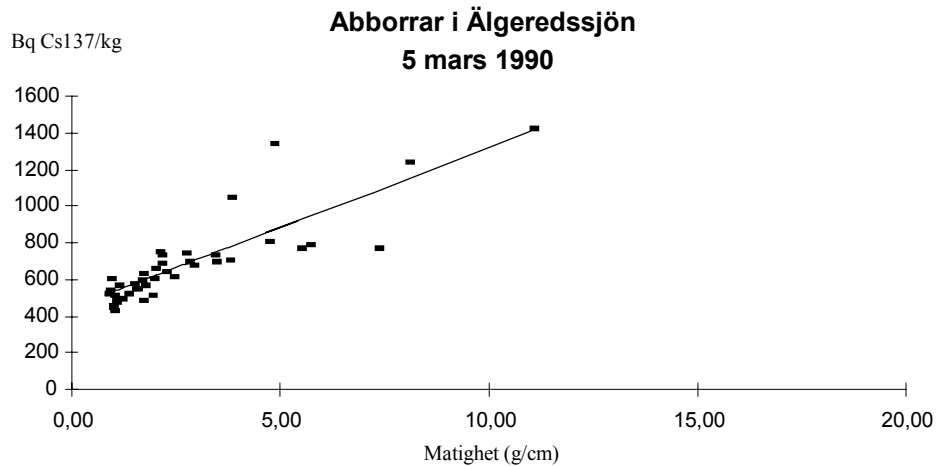


Diagram 29 *Abborrar i Älgeredssjön 5 mars 1990, samtliga prover samt regressionslinje.*

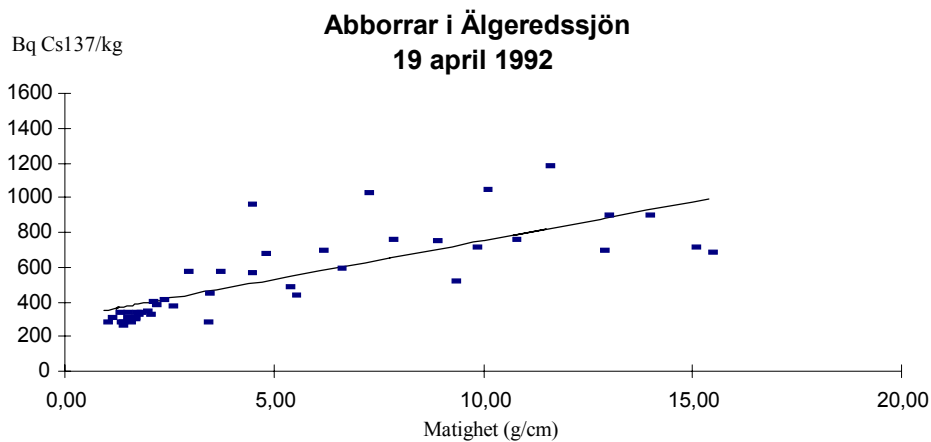


Diagram 30 *Abborrar i Älgeredssjön 19 april 1992, samtliga prover samt regressionslinje.*

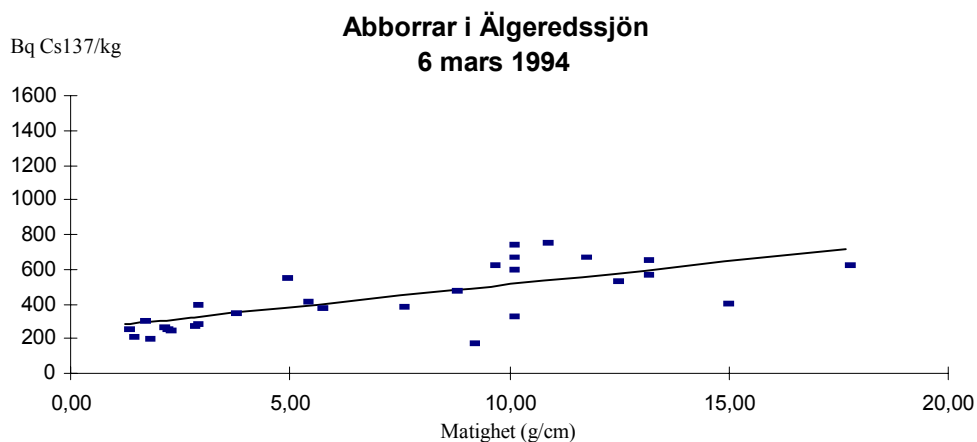


Diagram 31 Abborrar i Älgeredssjön 6 mars 1994 samt regressionslinje. En utliggare (0,89 g/cm; 366 Bq Cs 137/kg) utesluten.

Man ser utan vidare att en sänkning av halterna har ägt rum. 1994 finns inte något prov över 800 Bq Cs137/kg. Regressionslinjerna för de olika åren har följande ekvationer:

$$y = 447 + 86,9 \cdot x ; r^2 = 0,72 \quad (1990)$$

$$y = 307 + 44,5 \cdot x ; r^2 = 0,61 \quad (1992)$$

$$y = 249 + 26,2 \cdot x ; r^2 = 0,51 \quad (1994)$$

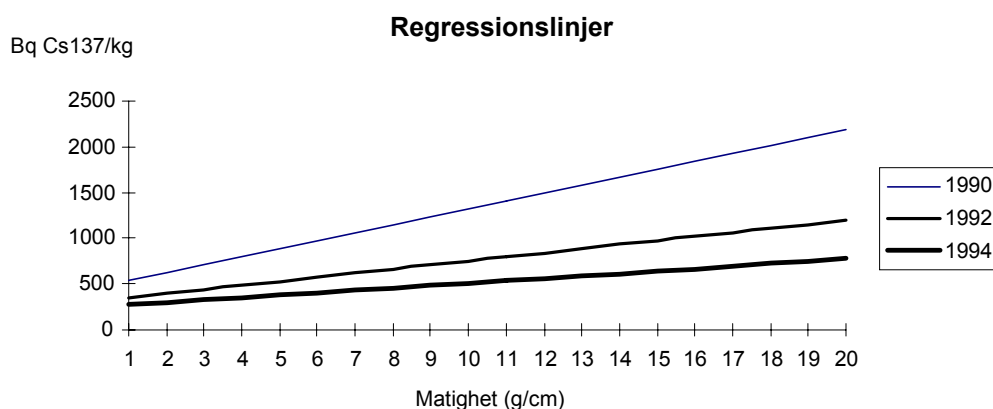


Diagram 32 Regressionslinjer för de tre undersökningarna av abborrar i Älgeredssjön, 1990, 1992 och 1994.

Att linjens lutning minskar kan man vänta sig av cesiumsönderfallet; linjens högra ände "faller" ju mer än den vänstra. Skillnaden i cesiumhalten mellan stora och små fiskar ut samtidigt som det visar sig att spridningen ökar och det linjära sambandet luckras upp. Linjerna sjunker mer än förväntat (med hänsyn till cesiumsönderfallet). Vad det beror på är svårt att säga. Vattengenomströmningen i Älgeredssjön är relativt stor, den ingår i en vattenled som rinner genom en stor del av kommunen och slutar i havet, nere i Strömsbruk. Förmodligen binds en del cesium till bottensedimentet. Vad man kan vänta sig är att cesiumtillförseln från den omgivande skogsmarken och de minskande faktorerna någon gång kommer i balans så att det uppstår ett läge där tillförseln balanserar borttransporten. Man ser redan nu en antydning om detta i och med att regressionslinjerna för 1992 och 1994 ligger närmare varandra än linjerna för 1990 och 1992.

Ytterligare ett sätt att beskriva fiskarna är att göra en klassindelning. Då blir det linjära sambandet tydligare, t ex:

0,5 (g/cm)	1,5 (g/cm)	2,5 (g/cm)	3,5 (g/cm)	5,5 (g/cm)	9 (g/cm)	14 (g/cm)
0,8 -0,9	1,0-1,99	2,0-2,99	3,0-3,9	4,0-6,9	7,0-1,9	12,0-15,9

Tabell 13 Klassindelning av abborrar efter matighet (g/cm)

	0,5 g/cm (Bq Cs137/kg)	1,5 g/cm (Bq Cs137/kg)	2,5 g/cm (Bq Cs137/kg)	3,5 g/cm (Bq Cs137/kg)	5,5 g/cm (Bq Cs137/kg)	9 g/cm (Bq Cs137/kg)	14 g/cm (Bq Cs137/kg)
1990	500 ±55 (9)	565 ±50 (13)	695 ±50 (8)	800 ±165 (4)	930 ±280 (4)	1145 ±335 (3)	---
1992	285 (1)	315 ±25 (15)	430 ±80 (5)	440 ±145 (3)	635 ±175 (7)	850 ±220 (8)	780 ±110 (5)
1994	365 (1)	240 ±45 (4)	290 ±55 (6)	345 (1)	445 ±95 (3)	545 ±195 (10)	540 ±105 (4)

Tabell 14 Uppmätta värden för de i de olika klasserna ingående proverna

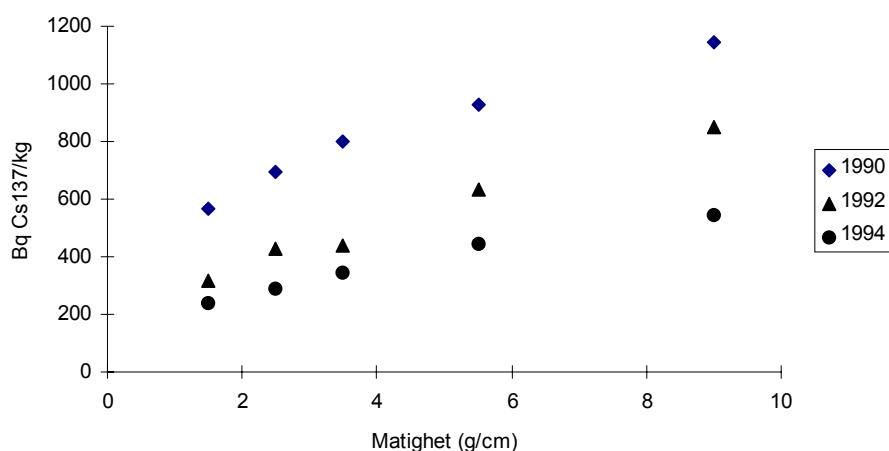


Diagram 33 Abborrar i Älgeredssjön 1990, 1992 och 1994, efter matighetsklass.

För perioden 1990-92 inträffade således en minskning som var konstant med ungefär 255 Bq. Motsvarande värde för perioden 1992-94 var ca 130, men minskningen var inte konstant för de olika klasserna.²⁰

²⁰ Ytterligare resonemang kring iakttagelser liknande dessa framförs i rapporten SSI 90-04, **Tord Andersson m fl, Radioaktivt cesium i fisk i svenska sjöar efter Tjernobyl** (SSI 90-04), ISSN 0282-4434

Sjöar i Nordanstig

Under vintern 1993-94 undersöktes (som ett ALU-projekt) fiskar, framför allt gäddor, i några sjöar i Nordanstig. Under vintern 1995-96 har en liknande undersökning genomförts. Data från dessa undersökningar har ännu inte bearbetats. Här redovisas några preliminära resultat.

Gäddorna har mätts färska, eventuellt efter en mellanlagring som innebar att de förvarats några dagar i frys. Innan mätningen tinades de.

Det första vi kan konstatera rör mätning av gädda och visar skillnaden i cesiumhalt mellan olika delar av gäddkroppen. Några exempel:

SJÖ	GÄDDA vikt/längd/matighet ²¹ (g/cm)		Bq/kg	Jämförelse	
ANNSJÖN	1,57 kg; 55 cm; 29 g/cm	framedel (utan huvud)	642	↘	
		bakdel	1075	+67 %	
BARRTJÄRN	1,14 kg; 52 cm; 22 g/cm	framedel	1780	↘	
		bakdel	2463	+38 %	
BARRTJÄRN	2,92 kg; 67 cm; 44 g/cm	framedel	823	↘	
		mittdel	1173	+43 %	↘
		bakdel	1426	+73 %	+22 %
FLARKTJÄRN	1,70 kg; 67 cm; 44 g/cm	framedel (utan huvud)	348	↘	
		bakdel	401	+15 %	
GRÄNNSJÖN	2 kg; 62 cm; 32 g/cm	framedel	1044	↘	
		mittbit	2580	+147 %	↘
		bakdel	2849	+173 %	+10 %
ORRSJÖN	1,75 kg	mittbit	2398	↘	
		bakdel	2822	+18 %	
STORSJÖN	1,49 kg; 53 cm; 28 g/cm	framedel	726	↘	
		bakdel	935	+29 %	
YSJÖN	1,9 kg; 51 cm; 37 g/cm	framedel	1964	↘	
		bakdel	2587	+32 %	

Tabell 15 Skillnader i cesiumhalten i olika delar av gäddkropparna

²¹ Måttet *matighet* definieras som "antal gram fisk per cm kroppslängd".

Skillnaden är inte oväntad. Det är känt att cesium samlas mest i arbetande muskler, åtminstone i En möjlig förklaring kan vara att musklerna i gäddans stjärtparti arbetar med aktivt och att musklernas aktivitetsgrad avtar mot frampartiet²². Detta gör ju att man måste se upp med hur man mäter gäddor som ofta är så stora att de måste delas för att kunna mätas.

Av de gäddor som redovisas här har de mindre mätts i sin helhet. Undantaget kan vara att i några fall har huvudet tagits bort för att gäddan skulle få plats i marinellikärlet, som användes som provburk. De större gäddorna har mätts i två (framedel, bakdel) eller tre delar (framedel, mittbit, bakdel).

I undersökningen av abborrarna i Älgeredssjön (se avsnittet "Abborrar i Älgeredssjön") användes måttet *matighet* (g/cm) som ett storleksmått. Detta mått gav ett i det närmaste linjärt samband mellan längd och vikt. För gäddor råder redan från början ett mer linjärt samband mellan längd och vikt och man kan använda vikt eller längd som storleksmått. Här har emellertid vikten använts, vilket är det brukliga.

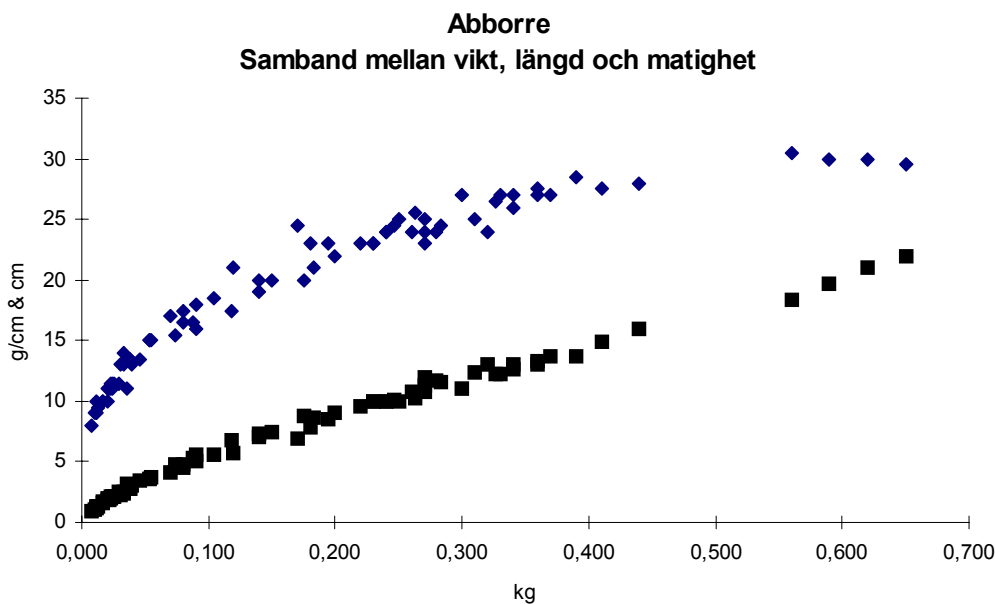


Diagram 34 Relationen vikt/längd för abborrar

Den övre punktmängden motsvarar längden (cm), den undre matigheten (g/cm). Diagrammet visar hur abborrarnas relativa längdökning minskar med tilltagande vikt. För små abborrar ökar längden snabbare än vikten.

²² Jämför (trots att det kanske inte är alldeles givet att det går att jämföra fisk- och däggdjurskött): Axel Rydberg, *Cesiumhalten i olika styckningsdelar från ren* (Renförsöksavdelningen, Box 5097, S-900 05 UMEÅ, 1987)

Inger Andersson, Ingemar Hansson, *Distribution of ¹³⁷Cs to different Muscles and Internal Organs of Lambs Fed Contaminated Hay* (Swedish J. agric. Res. 19:93-98, 1989)

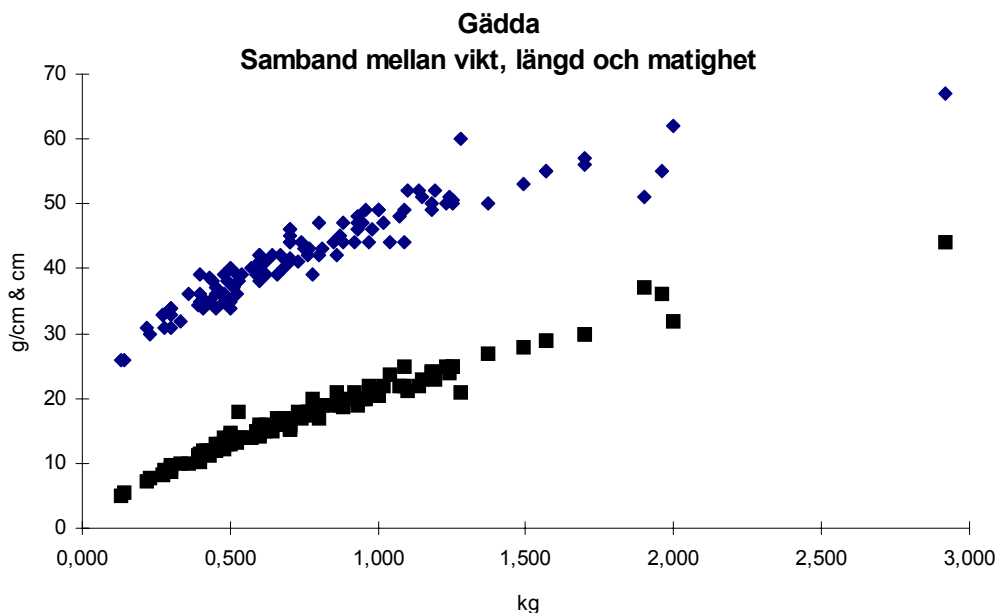


Diagram 35 *Relationen vilt/längd för gädda*

Den övre punktmängden motsvarar längden (cm), den undre matigheten (g/cm). Diagrammet visar hur gäddornas relativa längdökning (till skillnad från abborrarnas) i stort sett ökar linjärt.

Det visade sig (inte helt oväntat) att cesiumhalterna varierade ganska mycket från sjö till sjö. Radiakgruppen har inte haft ekonomiska möjligheter att själv utföra några sjömätningar; vi har fått förlita oss till dels de sjöundersökningar som kommunen utfört och dels de som utfördes i samband med riksinventeringen av sjöar 1990. Tyvärr har inte mätning av kväve- och fosforvärden ingått i dessa undersökningar. Framför allt saknar vi värden på totalfosfor. En mycket enkel sammanställning ska dock göras i form av ett diagram:

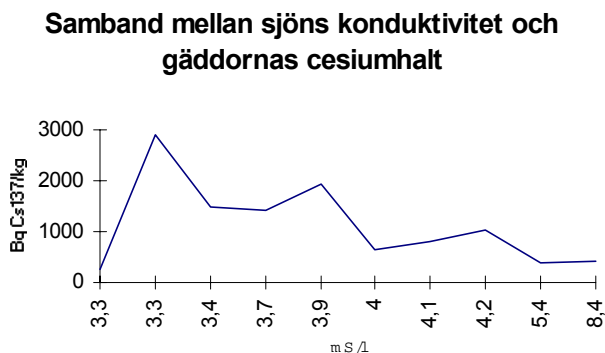


Diagram 36 *Preliminärt diagram över sambandet mellan Cs137 och sjöns konduktivitet*

Diagrammet visar sambandet mellan gäddornas halt av Cs137 och sjöns konduktivitet. I de fall konduktivitetsvärden för flera år är kända har det senast uppmätta värdet använts. Cesiumhalten faller i stort sett med minskad konduktivitet, vilket kan tydas som att när det

finns gott om joner, bl a kalium, minskar biosystemets upptag av cesium. Detta har också påvisats i en rapport från SSI²³: "Det råder således ett signifikant negativt samband mellan t ex cesiumhalten i gädda och sjövattnets konduktivitet..." Samtidigt görs ett viktigt påpekande, nämligen att "man inte skall ha en överdriven tillförlit till empiriska konstanter och koefficienter". För den första sjön, Stensjön (konduktivitet 3,3 mS/l), visar gäddan, trots sjöns låga konduktivitet, en låg cesiumhalt. Samma gäller för fisken i sjön med konduktiviteten 4,0 mS/l. I båda fallen gäller det bara ett enda prov, medan för de andra sjöarna handlar om minst 3 fiskar. Antalet fiskar är egentligen för litet; man bör kanske räkna med 10-15 gäddor för att få någorlunda representativa medelvärden.

Materialet kommer att bearbetas ytterligare och redovisas i en senare rapport tillsammans med de mätningar som utfördes vintern 1995/96.

²³ L. Håkanson, H. Kvarnäs m fl, *Cesium i gädda efter Tjernobyl - dynamisk och ekometrisk modellering* (SSI 1990-09)

TABELLER

Vilda bär

Lingon

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
32	320 ±140 (6)	250 ±65 (5)	325 ±45 (2)	–	315 ±105 (8)	285 (1)	260 ±65 (3)	215 (1)	210 ±40 (3)

Tabell 16 Lingon från område 32 (region V), 1987 – 1995 (angivna värden är avrundade).

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
V	270 ±135 (11)	215 ±75 (9)	275 ±110 (7)	–	285 ±140 (10)	185 ±105 (4)	380 ±145 (9)	225 ±10 (2)	210 ±40 (3)

Tabell 17 Lingon från region V, 1987 – 1995 (angivna värden är avrundade).

Svamp

Gul kantarell

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
II	625 (1)	950 ±430 (14)	---	795 ±315 (6)	1695 ±205 (2)	---	305 ±110 (4)	215 (1)	---
V	835 ±1020 (6)	775 ±370 (12)	445 ±30 (2)	925 ±605 (10)	590 ±380 (3)	855 ±50 (2)	---	---	790 ±780 (3)
VI	315 ±150 (3)	1330 ±1500 (13)	---	1175 ±655 (4)	1130 ±975 (4)	410 ±300 (3)	---	---	---
Samtliga	655 ±800 (10)	1005 ±890 (43)	445 ±30 (2)	900 ±595 (29)	1070 ±720 (10)	745 ±375 (7)	385 ±140 (10)	225 ±13 (2)	660 ±685 (4)

Tabell 18 Gul kantarell från regionerna II, V och VI, 1987 – 1992 (angivna värden är avrundade).

Trattkantarell

	1987	1988	1989	1990	1991	1992
III	1285 ±135 (3)	2360 ±750 (9)				
V	1420 ±865 (8)	2245 ±980 (13)				
VI	850 ±520 (5)	1830 ±1020 (11)				1185 ±410 (6)
Samtliga	1215 ±700 (16)	2040 ±1020 (41)		1520 ±735 (8)	3520 ±1970 (4)	1185 ±360 (11)

Tabell 19 Trattkantarell från regionerna III, V och VI samt samtliga prover, 1987 – 1992 (angivna värden är avrundade).

Fisk

Siklöja

	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Storsjön (område 23)	2380 2470	810 860 1200	490 500	60 470 470 480	356 486	266
Samtliga	2425 ± 60 (2)	955 ± 210 (3)	495 ± 0 (2)	370 ± 205 (4)	420 ± 90 (2)	265 (1)

Tabell 20 Siklöja i Storsjön, 1987 – 1992 (angivna värden är avrundade).

Den uppskattade kurvan i **Diagram 4** (räknad på oavrundade medelvärden) kan framställas som

$$y = 2215 \cdot x^{-1,2} \quad r^2 = 0,98$$

Vilt

Rådjur

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Samtliga	1505 ± 890 (11)	2485 ± 2085 (42)	2340 ± 3510 (10)	2540 ± 2450 (72)	1685 ± 1680 (33)	1625 ± 1750 (20)	2855 ± 1710 (19)	---	1156 (1)

Tabell 21 Aritmetiska medelvärden för rådjur skjutna efter 30 sept (angivna värden är avrundade).

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Första halvåret	---	---	---	530 ±370 (6)	440 ±90 (8)	1140 ±370 (14)	625 ±320 (3)	---	435 ±55 (2)
Andra halvåret	1635 ± 1065 (18)	2485 ± 2085 (42)	2340 ± 3510 (10)	2720 ± 2475 (66)	2080 ± 1755 (25)	2770 ± 3005 (6)	2725 ±1675 (22)	---	1155 (1)

Tabell 22 Aritmetiska medelvärden för samtliga rådjur skjutna inom kommunen fördelade halvårsvis, första resp andra halvåret (angivna värden är avrundade).

Älg

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Ko	460 ± 150 (37)	590 ± 300 (27)	445 ± 190 (24)	445 ± 180 (17)	450 ± 180 (18)	480 ± 160 (3)	485 ± 190 (24)	330 ± 80 (7)	335 ± 135 (9)
II Kalv	535 ± 145 (33)	730 ± 370 (29)	590 ± 235 (36)	615 ± 265 (24)	560 ± 235 (22)	650 ± 285 (6)	585 ± 350 (20)	400 ± 110 (11)	450 ± 230 (11)
Tjur	485 ± 155 (35)	705 ± 220 (36)	495 ± 190 (26)	495 ± 185 (21)	585 ± 260 (15)	475 ± 295 (13)	600 ± 315 (11)	315 ± 60 (9)	425 ± 85 (5)
Alla	490 ± 150 (110)	630 ± 290 (131)	520 ± 215 (88)	525 ± 225 (64)	525 ± 220 (63)	520 ± 270 (23)	550 ± 285 (57)	350 ± 90 (27)	380 ± 175 (31)
Ko	360 ± 170 (20)	470 ± 165 (31)	420 ± 180 (7)	470 ± 150 (9)	390 ± 75 (7)	---	370 ± 50 (2)	---	325 ± 70 (4)
III Kalv	465 ± 170 (21)	735 ± 475 (34)	565 ± 255 (12)	590 ± 305 (13)	560 ± 235 (5)	1335 ± 555 (5)	810 ± 340 (5)	315 ± 60 (3)	405 ± 165 (6)
Tjur	390 ± 125 (20)	655 ± 270 (29)	440 ± 185 (9)	450 ± 180 (12)	630 ± 280 (5)	574 (1)	370 ± 105 (4)	205 ± 35 (2)	---
Alla	405 ± 160 (61)	630 ± 370 (105)	485 ± 210 (31)	500 ± 225 (37)	510 ± 205 (19)	1210 ± 585 (6)	605 ± 305 (13)	270 ± 75 (5)	315 ± 155 (14)
Ko	590 ± 170 (25)	1080 ± 575 (15)	575 ± 130 (26)	690 ± 220 (17)	700 ± 390 (4)	795 ± 330 (11)	540 ± 205 (11)	475 ± 185 (6)	515 ± 185 (13)

		1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
IV	Kalv	620 ± 175 (18)	1405 ± 455 (26)	765 ± 225 (18)	900 ± 280 (13)	905 ± 255 (5)	1030 ± 490 (8)	700 ± 310 (10)	305 ± 145 (9)	855 ± 455 (9)
	Tjur	615 ± 130 (20)	1015 ± 445 (24)	585 ± 105 (24)	820 ± 275 (21)	735 ± 200 (17)	885 ± 165 (12)	890 ± 200 (9)	415 ± 100 (20)	500 ± 250 (12)
	Alla	610 ± 160 (64)	1220 ± 515 (78)	630 ± 170 (68)	790 ± 270 (52)	760 ± 245 (26)	890 ± 335 (31)	700 ± 280 (30)	395 ± 135 (35)	605 ± 315 (38)
	Ko	435 ± 210 (15)	565 ± 365 (22)	570 ± 310 (6)	550 ± 255 (19)	775 (1)	---	510 ± 335 (9)	265 ± 95 (2)	425 (1)
V	Kalv	415 ± 165 (11)	750 ± 490 (33)	510 ± 200 (5)	600 ± 340 (24)	340 ± 70 (2)	---	645 ± 435 (5)	560 ± 215 (5)	515 ± 255 (2)
	Tjur	450 ± 295 (13)	835 ± 395 (23)	420 ± 215 (9)	530 ± 200 (24)	525 ± 185 (6)	---	550 ± 135 (4)	580 (1)	220 ± 55 (3)
	Alla	465 ± 215 (54)	745 ± 435 (86)	475 ± 220 (24)	570 ± 265 (72)	600 ± 220 (15)	---	555 ± 320 (18)	565 ± 245 (10)	365 ± 165 (8)
	Ko	305 ± 55 (4)	680 ± 300 (9)	395 ± 85 (2)	575 ± 590 (2)	545 ± 155 (8)	---	600 ± 195 (3)	225 (1)	380 (1)
VI	Kalv	420 ± 50 (5)	915 ± 525 (22)	465 ± 330 (4)	625 ± 285 (2)	695 ± 295 (6)	---	745 ± 410 (7)	335 ± 140 (3)	390 (1)
	Tjur	260 (1)	795 ± 570 (13)	655 ± 210 (2)	755 ± 35 (2)	495 ± 200 (2)	---	870 ± 305 (4)	275 ± 2 (2)	510 ± 290 (2)
	Alla	345 ± 95 (11)	830 ± 495 (45)	470 ± 250 (9)	635 ± 260 (8)	620 ± 220 (18)	---	750 ± 335 (14)	380 ± 175 (10)	445 ± 185 (4)
A	Ko	455 ± 190 (103)	635 ± 405 (105)	490 ± 200 (68)	550 ± 240 (64)	495 ± 210 (38)	730 ± 325 (14)	505 ± 220 (49)	370 ± 150 (16)	410 ± 180 (29)
L	Kalv	515 ± 170 (88)	860 ± 530 (150)	605 ± 260 (77)	655 ± 310 (76)	615 ± 265 (40)	940 ± 510 (21)	665 ± 350 (49)	385 ± 160 (31)	570 ± 355 (30)
L	Tjur	470 ± 200 (93)	760 ± 390 (131)	500 ± 185 (74)	590 ± 255 (80)	635 ± 235 (45)	670 ± 310 (26)	680 ± 300 (32)	375 ± 110 (34)	430 ± 225 (23)
A	Alla	480 ± 190 (306)	750 ± 460 (468)	525 ± 220 (229)	600 ± 270 (233)	585 ± 240 (141)	770 ± 405 (62)	615 ± 300 (134)	395 ± 155 (87)	450 ± 265 (98)

Tabell 23 Älgar, områdesvis fördelade på kor, kalvar och tjurar, 1987-1995 (angivna värden är avrundade).

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
II	495	675	510	520	520	530	510	350	405
III	405	620	475	505	525	(955)	(515)	(260)	(365)
IV	610	1165	640	805	780	905	700	400	385
V	435	715	500	560	(545)	---	570	(470)	(385)
VI	(330)	795	(505)	(650)	580	---	740	(280)	(425)
Alla	480	750	530	600	580	770	620	375	465

Tabell 24 Älgar, områdes- och årsvis fördelade efter korrigering så att kor, kalvar och tjurar blir likvärdigt representerade, 1987-1995. Siffror inom parentes visar värden som där antalet prov är färre än 15 (angivna värden är avrundade).

	< 300	300 - 600	600 - 900	900 - 1 200	1 200 - 1 500	> 1 500	Summa
1987	16	58	23	3	0	0	100 %
1988	13	32	28	12	7	8	100 %
1989	17	50	26	6	0	0	99 %
1990	11	42	33	10	3	0	99 %
1991	9	44	38	8	1	0	100 %
1992	10	33	27	19	6	5	100 %
1993	13	43	25	12	6	0	99 %
1994	31	57	11	0	0	0	99 %
1995	27	49	19	2	2	1	100 %
Samtliga	15	44	27	8	3	2	99 %

Tabell 25 Procentuell fördelning av samtliga mätta älgar i de olika haltintervallen fördelade på de olika åren 1987-1995

	< 300	300 - 600	600 - 900	900 - 1 200	1 200 - 1 500	> 1 500	Summa
Kor	18	50	24	6	2	1	101 %
Kalvar	13	39	27	11	6	4	100 %
Tjurar	14	46	29	8	2	1	100 %
Samtliga	15	44	27	8	3	2	99 %

Tabell 26 Procentuell fördelning av samtliga mätta älgar i de olika haltintervallen 1987-1995 fördelade på kor, kalvar och tjurar

	< 300	300 - 600	600 - 900	900 - 1 200	1 200 - 1 500	> 1 500	Summa
II	15	52	25	6	1	0	99 %
III	21	49	19	7	2	1	99 %
IV	4	35	36	14	5	6	100 %
Samtliga	15	44	27	8	3	2	99 %

Tabell 27 Procentuell fördelning på de olika haltintervallen av samtliga mätta älgar i de olika haltintervallen i tre olika regioner (II, III, IV) 1987-1995 fördelade på kor, kalvar och tjurar

Hare

RegNr	OmrNr	Region	Ort/Vatten	Provvikt (kg)	Cs137 (Bq/(kg))
870929,013	6	II	Hassela, Svedjebodvallen	0,99	675
881002,001	9	II	Hagvallen	0,44	999
890910,004	9	II	Hagvallen	0,54	3236
891029,003	9	II	Norr Hassel	0,40	944
881002,002	12	II	Norrbovallen	0,55	940
880911,023	13	II	Annsjön	0,26	695
881006,002	13	II	Vitbergsvallen	0,15	618
880918,004	13	II	norr Grännsjön	0,55	2400
901010,019	13	II	Annsjön	0,09	908
901010,020	13	II	Kråkbäcken	0,06	1958
910901,001	13	II	Grängsjön	0,56	1880
940918,002	14	II	Hannåsen	0,24	620
880825,002	7	III	Storvik	0,43	484
881006,004	7	III	Högkölsåsen, Rexfors	0,49	2035
870908,007	7	III	Älvsund	0,38	2914
880911,003	11	III	Norrgima	0,51	736
900916,006	15	III	Bjåstavallen	0,78	1873
891008,002	26	IV	Tjärnmoen	0,27	1404
880915,016	23	V	Trösten	0,20	150
891126,004	23	V	Trösten	0,13	123
901111,009	23	V	Trösten	0,46	957
901104,003	23	V	Hånick	0,14	1654
891008,003	24	V	Finnmyra	0,24	3041
871108,008	24	V	Orrsjön	0,66	3454
871105,001	32	V	Hårte	0,61	5999
881011,005	32	V	Djursta, Jättendal	0,78	2905
881127,004	32	V	Sörskogen, Gnarp	0,71	3874
901010,050	32	V	Hårte	0,09	1225
881011,084	33	V	Lilltjärn, Jättendal	0,88	2417
941108,001	34	V	Harsjön	0,12	1866
890221,001	25	VI	Sörfjärden	0,80	154
880911,021	25	VI	Ulvberget, Gnarp	0,31	1969
880913,002	30	VI	Skeva, Jättendal	0,48	1685
911124,003	38	VII	Grans fyrplats	0,18	9248
911124,004	38	VII	Grans fyrplats	0,21	10913

Tabell 28 Harar i Nordanstig 1987-1994

Region	Medelvärde ± Spridning (antal)
II	5 890 ± 1250 (± 64 %) (4)
III	5 890 ± 1250 (± 62 %) (4)
V	5 890 ± 1250 (± 73 %) (4)

Tabell 29 *Harar i region II, III och V 1987-1994*

Referensmätningar

För referenspunkterna gäller.

- Mätningarna utförs med Eberline ESP-1 (serNr 1285) med plastscintillator SPA-6 (serNr 176). Instrumentet är kalibrerat för ^{137}Cs , kalibreringsbevis SSI Nr 06-91424 (5 nov 1991).
- Vid mätning är detektorn placerad på ett stativ. Detektorn är horisontellt monterad med centrumlinjen 1 m över markytan
- Platserna har valts så att de liknar varandra så långt som är möjligt. Två huvudtyper:
 1. Gräsmatta (t ex Harmånger (22), Ilsbo (18) och Gnarp (25))
 2. Vallbodar där gräset inte är alltför högvuxet eller magert. Normal, frodig gräsvall har eftersträvat. Inslag av mossor får inte förekomma (ger förhöjda värden). Karaktärsarter: hallon, smörblomma, midsommarblomster, rallarros, rödblåra, liten blåklocka, ärenpris och grästjärnblomma. De tre sistnämnda förekommer inte alltid.
- Platserna har beskrivits så att mätpunkterna går att återfinna på metern när.
- Mättid är normalt 15 min. Resultatet räknas om till $\mu\text{Sv/h}$. På varje plats sker mätning på minst två ställen med minst 10 m avstånd. Resultaten från dessa båda mätningar tillåts skilja högst $0,02 \mu\text{Sv/h}$. Av dem beräknas det aritmetiska medelvärdet som får representera värdet för den enskilda referenspunkten. (Avrundning sker enligt SS 10 41 41.)
- För mätningarna finns även rådande lufttryck registrerat (gällande en punkt belägen i Gällsta, Gnarp (35 möh) liksom väderförhållanden.

Exempel på post i referenspunktsregistret:

Frästavallen (26)

Högt uppe på vallen, nedanför den nybyggda stugan innan stigen till Åsvallen. Lågvuxet gräs. Karaktärsarter OK.

Rikets koordinater: 68882-15724

920614 18.00-1830 **0,14** mSv/h

Delvis moln, delvis klar himmel och sol. Det regnade vid 14-tiden. Lufttryck 1020.

00: 2,67E-2[10]; **01:** 2,70E-2 [10]



Figur 2 *Exempel på post i referenspunktsregistret*

	Område	Koordinater enl rikets nät (höjd över havet i m)	Plats beskrivning	Mättilfälle	Väder (lufttryck i bar)	Dosrat (μ Sv/h)
Åsvallen	8	68807-15498 (275)	Något trångt gentemot omgivande skog ²⁴	920707 22.15-23.45	Soligt, varmt och torrt (1020)	0,17
Kråkbäcks- vallen	10	68853-15601 (140)	Något trångt gentemot om- givande skog ¹²	920707 19.00-19.30	Soligt, varmt och torrt (1020)	0,17
Rödskullsvallen	13	68887-15652 (250)	Relativt högvuxet gräs	920626 14.45-15.15	Soligt, varmt och torrt (1020)	0,14
Ilsbo	18	68610-15656 (80)	Gräsmatta	920608 16.30-17.00	Soligt, varmt och torrt	0,15
Harmånger	22	68691-15741 (15)	Gräsmatta (idrottsplan)	920626 14.30-15.00	Soligt, varmt, molnfri himmel	0,14
Kungsgårds- vallen	24	68778-15732 (125)	Lågvuxet gräs	920625 15.00-15.45	Soligt, varmt (1010)	0,15
Gnarp	25	68823-15744 (25)	Gräsmatta	920528 11.30-12.00	Klar himmel, varmt och soligt. Molnfritt, lätt ostlig bris.	0,14
Frästavallen	26	68882-15724 (190)	Lågvuxet gräs	920614 18.00-18.30	Delvis moln, delvis klar himmel och sol. Regn vid 14-tiden (1020)	0,14
Toppbodarna	29	68893-15832 (35)	Fet ängsmark. Trångt mot om- givande skog ²⁵	920614 14.15-14.45	Grå himmel efter timslångt regn (1020)	0,19
Strömsbruk	34	68629-15795	Gräsmatta (park)	920627	Soligt, varmt, torrt (1015)	0,20

Tabell 30 Referenspunkter i Nordanstigs kommun, sommaren 1992

²⁴ Med *något trångt* menas att avståndet till skogsbrynet ligger inom 50 m från mätplatsen, dock längre ifrån än 20 m.

²⁵ Med *trångt* menas att skogen låg tätt inpå, inom 15 à 20 m

Harar på Gran

Hare	Cs137 (Bq/kg)
Hane, mkt liten, född 1990	15 100
Hane, liten, född 1990, lungmask	3 130
Hane, liten, född 1990, lungmask	5 940
Hane, stor, lungmask	10 120

Tabell 31 De fyra först skjutna hararna på Gran, hösten 1990

	1:a kull (Bq Cs137/kg)	2:a kull (Bq Cs137/kg)	3:e kull (Bq Cs137/kg)	"ung" (Bq Cs137/kg)	vuxen (Bq Cs137/kg)
Hane (21 st)	10630	3150	3200	7110	3160
		3490	6360		4610
		4220	7260		5330
		4740	7760		14420
		5260	9870		
		6630	10100		
		7100			
		8170			
		11330			
		6010 ± 2610 (9)	7425 ± 2540 (6)		6880 ± 5105 (4)
Hona (12 st)	4270	2420			5040
	5750	11250			5820
	6270		-----	-----	6660
	7270				7200
					10750
				13560	
	5890 ± 1250 (4)			8170 ± 2395 (6)	
Samtliga (33 st)	6840 ± 2380 (5)	6160 ± 3075 (11)	7425 ± 2540 (6)	Samtliga ungdjur: 6680 ± 2665 (23)	Samtliga vuxna: 7655 ± 3895 (10)

Tabell 32 De 33 hararna skjutna på Gran, hösten 1990 (angivna värden är avrundade).

	vikt (kg)	Cs137 (Bq/kg)	K40 (Bq/kg)		vikt (kg)	Cs137 (Bq/kg)	K40 (Bq/kg)
14 Hona	3,0	3830	53	2 Hane	3,2	1958	55
24 Hona	2,6	4045	75	16 Hane	2,2	2925	120
13 Hona	3,6	4474	196	9 Hane	2,2	4338	262
29 Hona	2,5	6546	102	21 Hane	2,9	4662	197
18 Hona	3,6	6709	93	15 Hane	3,1	5768	58
6 Hona	3,5	7260	90	27 Hane	3,0	5787	163
1 Hona	3,2	8137	137	20 Hane	1,9	6106	70
17 Hona	2,9	8226	180	4 Hane	3,6	6820	65
7 Hona	3,1	9903	141	30 Hane	3,0	8025	66
23 Hona	4,1	10153	125	3 Hane	3,5	9460	235
11 Hona	3,5	10871	146	19 Hane	4,0	11944	135
25 Hona	2,2	15583	206	28 Hane	2,0	12322	74
22 Hona	1,7	15926	39	12 Hane	3,5	13460	107
				10 Hane	3,4	13767	93
				5 Hane	3,5	15800	126
				26 Hane	3,1	17716	82
				8 Hane	3,4	19956	58

Tabell 33 De 30 hararna skjutna på Gran, 24 sept 1993²⁶

	Bq Cs137/kg	Bq K40/kg
Hane	7200 ±5380 (17)	125 ±65 (17)
Hona (13 st)	8590 ± 3895 (13)	120 ±55 (13)
Samtliga (30 st)	9085 ± 4735 (30)	120 ±60 (30)

Tabell 34 Medelvärde och spridning för halten Cs137 och K40 hos de 30 hararna från Gran, 24 sept 1993 (angivna värden är avrundade).

²⁶ Aktivitetsanalyserna är utförda vid institutionen för radioekologi vid Sveriges lantbruksuniversitet i Uppsala, 1993

Åldersbestämningen av hararna var något osäker. Därför redovisas inte uppdelningen i *ung* och *gammal*, men den preliminära åldersbestämningen var enligt följande:

Hare Nr	Bestämning
1, 6, 7, 13, 14, 22, 24, 25, 29	"Hona, ung"
2, 9, 15, 16, 20, 21, 27, 28, 30	"Hane, ung"
3	"Hane"
4, 5, 8, 10, 12, 18, 19, 26	"Hane, gammal"
11, 17, 23	"Hona, gammal"

Tabell 35 *Åldersbestämning av harar från Gran, 24 sept 19933*

Abborrar i Älgeredssjön

Undersökningen 1990

RegNr	Antal fiskar (i provet)	Längd (cm)	Vikt (g)	Matighet (g/cm)	Cs137 (Bq/kg)
900305,007	106	9	8,7	0,97	429
900305,004	75	8,5	7,7	0,91	450
900305,005	75	8,5	7,6	0,89	461
900305,006	50	8,5	8,4	0,99	477
900305,012	45	9	14,7	1,63	489
900305,008	50	9,5	9,2	0,97	496
900305,009	41	9,5	10,7	1,13	501
900305,003	50	8	7,6	0,95	513
900305,016	50	11	20,6	1,87	515
900305,013	50	10,5	13,3	1,27	524
900305,002	100	8	6,8	0,80	525
900305,001	80	8	6,8	0,85	541
900305,018	50	11	16,2	1,47	548
900305,015	35	11	16,3	1,48	555
900305,010	50	9,5	10,2	1,07	570
900305,019	44	11,5	19,1	1,66	572
900305,014	40	11	15,5	1,41	575
900305,017	50	11	17,8	1,62	594
900305,011	49	9	7,8	0,87	604
900305,024	24	12,5	22,8	1,82	609
900305,025	25	13	30,8	2,37	612
900305,020	37	11,5	19,1	1,66	636
900305,029	28	12	26,4	2,20	644
900305,023	25	12,5	24,0	1,92	658
900305,028	19	14	40,0	2,86	676
900305,030	25	12,5	26,0	2,08	690
900305,027	20	14	38,0	2,71	699
900305,033	13	15	50,8	3,38	701
900305,031	13	15	55,8	3,72	710
900305,032	13	15	50,4	3,36	735
900305,021	23	12	24,8	2,07	735
900305,026	25	13	34,8	2,68	747
900305,022	22	12	24,6	2,05	758
900305,036	7	17,5	95,0	5,00	772
900305,039	6	19	138,0	7,00	773
900305,035	7	17,5	99,0	6,00	787
900305,038	6	17,5	82,0	5,00	811
900305,034	6	16	60,0	3,75	1050

RegNr	Antal fiskar (i provet)	Längd (cm)	Vikt (g)	Matighet (g/cm)	Cs137 (Bq/kg)
900305,040	6	21	168,3	8,02	1244
900305,037	6	17,5	83,3	4,76	1339
900305,041	3	25	275,0	11,0	1421

Tabell 36 De 40 abborrproverna från Älgeredssjön 1990 sorterade efter cesiumhalt

Undersökningen 1992

RegNr	Antal fiskar (i provet)	Längd (cm)	Vikt (g)	Matighet (g/cm)	Cs137 (Bq/kg)
920419,006	50	9,5	12,4	1,31	271
920419,007	35	9,5	14,29	1,50	282
920420,005	50	9	10,8	1,20	282
920420,002	50	9,5	12,2	1,28	282
920420,004	50	8	7,6	0,95	286
920419,011	10	13,5	45	3,33	290
920419,038	30	10	16	1,60	299
920419,034	35	10	14	1,40	310
920420,001	50	9	9,4	1,04	311
920420,006	30	10	16,0	1,60	315
920419,040	25	11	18,4	1,67	329
920419,032	25	11	21,6	1,96	333
920420,003	35	10	14,3	1,43	340
920419,031	30	10,5	17	1,62	342
920419,016	30	9	11	1,22	343
920419,020	25	11,0	19,2	1,75	344
920419,027	25	11	20,8	1,89	352
920419,012	15	12,5	31,3	2,51	376
920419,004	20	11	23,0	2,09	385
920419,021	20	12	24,5	2,04	405
920419,003	20	12	27,5	2,29	411
920419,017	4	17	92,5	5,44	439
920419,039	10	14,5	49	3,38	455
920419,029	4	17	90	5,29	488
920419,010	2	20	185	9,25	522
920419,005	5	15,5	68,0	4,39	573
920419,008	9	14	40	2,86	575
920419,013	8	14,5	52,5	3,62	581
920419,024	4	18	117,5	6,53	598
920419,019	5	16,5	78	4,73	684
920419,036	1	26	400	15,3	692

RegNr	Antal fiskar (i provet)	Längd (cm)	Vikt (g)	Matighet (g/cm)	Cs137 (Bq/kg)
920419,022	4	18,5	112,5	6,08	702
920419,037	1	25	320	12,8	703
920419,035	1	26	390	15	714
920419,033	2	21	205	9,76	720
920419,026	2	21	185	8,81	752
920419,025	2	20	155	7,75	763
920419,030	2	21,5	230	10,7	765
920419,018	1	23	320	13,91	898
920419,015	1	24	310	12,92	901
920419,023	5	16	70	4,38	965
920419,028	3	19	137	7,19	1031
920419,009	2	22	220	10,00	1046
920419,014	1	23,5	250	10,64	1186

Tabell 37 De 44 abborrhproverna från Älgeredssjön 1992 sorterade efter cesiumhalt

Undersökningen 1994

RegNr	Antal fiskar (i provet)	Längd (cm)	Vikt (g)	Matighet (g/cm)	Cs137 (Bq/kg)
940308,001	49	8	7,14	0,89	366
940308,002	60	9	11,2	1,24	258
940308,003	71	9	12,3	1,36	211
940308,004	47	10	16,2	1,62	299
940308,005	51	10	17,1	1,71	198
940308,006	24	11,5	23,3	2,03	271
940308,007	32	11,5	25,0	2,17	248
940308,008	34	11,5	24,4	2,12	261
940308,009	20	13,5	38,0	2,81	281
940308,010	20	13,5	37,0	2,74	274
940308,011	14	13,5	37,9	2,80	394
940308,012	11	15	55,5	3,70	347
940308,013	5	16,5	88,0	5,33	410
940308,014	5	16,5	80,0	4,85	551
940308,015	7	18,5	104	5,63	373
940308,016	5	20	150	7,50	387
940308,017	4	21	182,5	8,69	479
940308,018	2	22	200	9,09	174
940308,020	1	23	230	10,0	334
940308,022	2	23	460	10,0	668
940308,023	2	23	220	9,57	629
940308,024	1	24	280	11,7	675

RegNr	Antal fiskar (i provet)	Längd (cm)	Vikt (g)	Matighet (g/cm)	Cs137 (Bq/kg)
940308,025	1	24	240	10,0	742
940308,026	1	30	590	19,7	626
940308,027	1	26	340	13,1	655
940308,028	1	27,5	410	14,9	404
940308,029	1	25	270	10,8	754
940308,030	1	27,5	360	13,1	572
940308,031	1	24	240	10,0	599
940308,032	1	25	310	12,4	537

Tabell 38 *De 30 abborrproverna från Älgeredssjön 1994 sorterade efter cesiumhalt*

Sjöar i Nordanstig

	Rikets koordinater (x / y)	Storlek (km ²)	Medeldjup (m)	Avrinnings- område
Stensjön	689727 / 152843	1,32	4,5	44
Jättendalssjön	687338 / 157862	1,49	5	43/44
Flarktjärn				
Holsjön	686516 / 156543	0,68	3,5	44
Tröstentjärnen	687276 / 156822	0,28	5,5	44
Kittesjön	686715 / 156491	2,32	3,5	44
Flentjärn	688244 / 155558	0,42	2	44
Bodsjön Norra	690254 / 153257	0,59	4	44
Bodsjön Södra	689889 / 152277	0,30	3,5	44
Kyrksjön	686762 / 157622	0,35	2	44
Viggjärn	688551 / 154897	0,17	4	44
Hasselasjön	688400 / 155279	7,44	4,5	44
Barrtjärn	687890 / 156035	0,40	3,5	44
Flentjärnarna	688244 / 155558	0,42	2	44
Storsjön	687058 / 157146	12,82	4,5	44
Annsjön	688945 / 156402	1,23	3,5	43
Orrsjön	687674 / 157174	2,07	4,5	44
Grännsjön	688199 / 156577	2,63	3,5	43
Storsvarven				
Ysjön				
Lillmalungen				
Långsjön	689903 / 152150	0,41	3	44

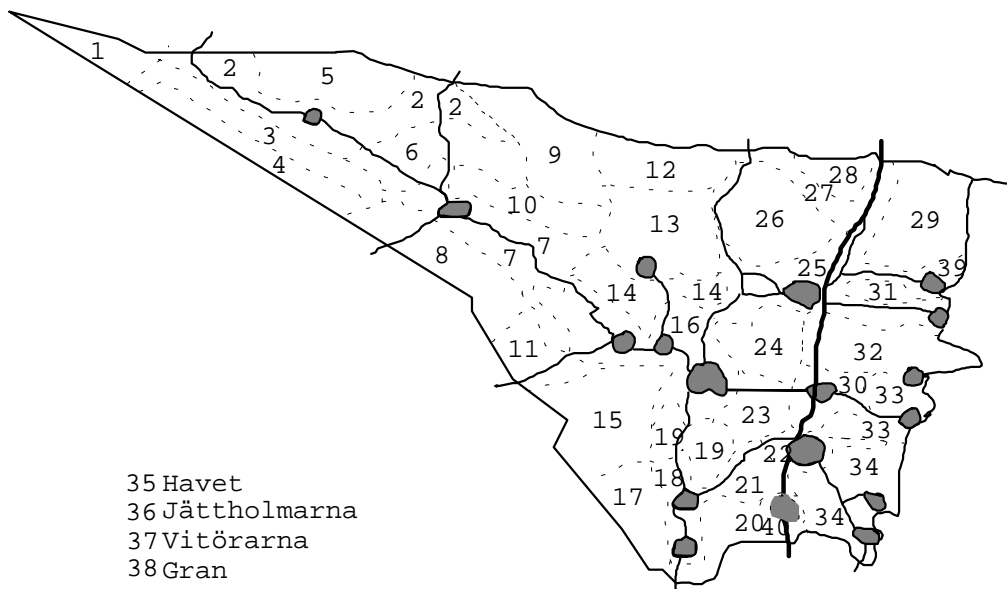
Tabell 39 *Sjöarna i undersökningen 1993/94*

	Abborre (Bq/kg) (antal) min-max (g)	Gädda (Bq/kg) (antal) min-max (kg)	ph	alkalinitet (mmol/l)	kond (mS/l)	Färgtal PT (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Al (mg/l)	Provtagning Kalkad
Stensjön		273 (1) 1,2	6,8 6,7	0,18 0,23	3,40 3,30	55 60	2,10 1,80	1,50 1,60		910301 930215
Jättendalssjön		280 (27) 0,22-2,4								
Flarktjärn	310 (15) 20-620	320 (4) 0,57-1,7								
Holsjön		400 (6) 0,33-2,0	6,8	0,21	5,40	20	4,00	1,40	0,04	920223
Tröstentjärnen		410 (4) 0,52-0,7	6,9	0,53	8,40	20	20	7,30	3,30	930202
Kittesjön		465 (4) 0,39- 0,77								1989
Flentjärn		530 (10) 0,3-1,0								
Bodsjön	414 (33) 21-33		6 6,6 6,8	0,11 0,23 0,20	3,50 4,40 3,30	63 90 30	2,80 2,70	0,93 1,40		900216 920223 930216
Kyrksjön	460 (14) 24-30	640 (1) 0,98	6,8	0,20	4,00	70	2,30	1,60		930203
Viggjärn	510 (1) 10			0,18						
Hasselasjön	675 (14) 23-440		6,7	0,30	5,10	52				900216
Barrtjärn		715 (10) 0,13-2,9								
Flentjärn v		760 (12) 0,29-3,9								
Storsjön		795 (4) 0,95-1,5	6,9 6,9	0,16 0,20	4,10 4,10	42 45	1,90	1,40		900213 920223
Annsjön		1045 (11) 0,4-1,6	6,7	0,22	4,20	57				900216
Orrsjön	1440 (55) 13-140	1410 (10) 0,23-1,8	6,6	0,11	3,70	30	1,90	1,20	---	920223
Grännsjön	2530 (34) 53-650	1475 (22) 0,40-2,0	6,7 6,9	0,11 0,13	3,40 3,40	55 45	2,30 1,60	1,30 1,20	0,10 0,09	910301 920223

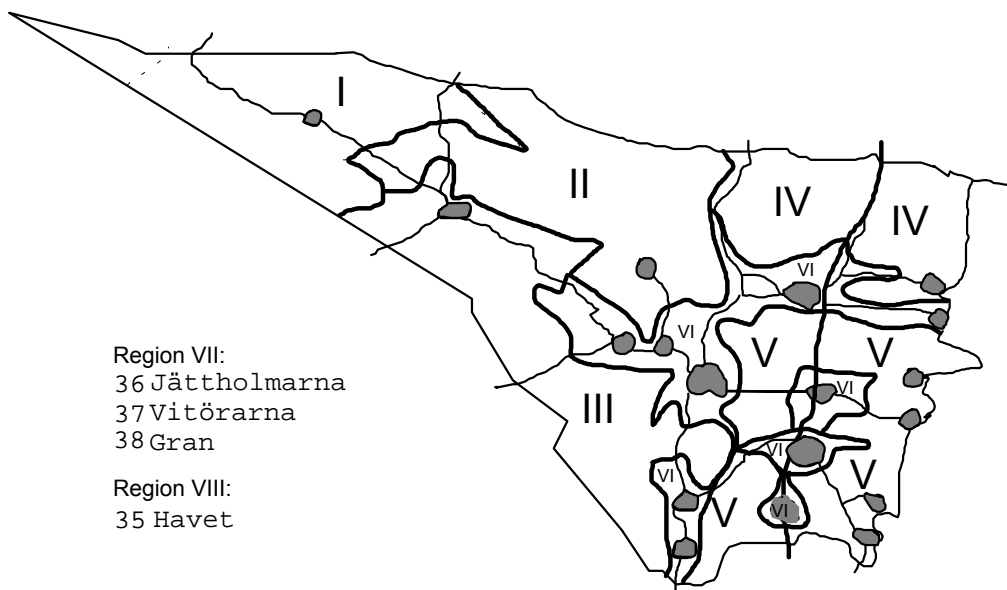
	Abborre (Bq/kg) (antal) min-max (g)	Gädda (Bq/kg) (antal) min-max (kg)	ph	alkalinit t (mmol/l)	kond (mS/l)	Färgtal PT (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Al (mg/l)	Provtagn Kalkad
Storsvarven	950 (33) 20-53	1995 (4) 0,66-1,2								
Ysjön		1950 (3) 0,69-1,9	6,1 7,1 6,8 6,7 6,6	0,07 0,37 0,23 0,15 0,15	2,80 5,20 3,90 3,80 2,60	90 70 60 70 90	1,80 5,80 5,70 2,00 17,0	0,80 0,82 0,87 1,10 0,71	0,20	910301 920223 921005 930203 931004
Lillmalungen		2045 (8) 0,45-1,1								
Långsjön		2890 (4) 0,19-4,1	6,6	0,16	3,30	45	2,10	1,40		910301

Tabell 40 *Materialet som ingick i sjöundersökningen 1993/94*

KOMMUNENS INDELNING I OMRÅDEN OCH REGIONER



Karta 4 Nordanstigs kommun indelad i 40 områden



Karta 5 Nordanstigs kommun indelad i 8 regioner

EFTERSKRIFT

Fredagen den 25 april 1986 låg ett mäktigt högtryck över Europa med sitt centrum uppe vid Vita havet. Från Spanien bredde ett svagt, men omfattande lågtryck ut sig ända upp mot södra Skandinavien. I Tjernobyl var det nästan molnfritt och stiltje när den 4:e reaktorn exploderade kl 22.23 svensk tid.

Efter explosionen följde brand och värmen lyfte upp en del av reaktorns innehåll till över en kilometers höjd. Stigningen dämpades något av ett inversionsskikt på 500 m höjd. Därefter drog molnet västerut, mot Östersjön. Ute vid kusten delade sig vindarna i tre grenar. Den ena vek av mot norr och nådde Finlands kust strax efter middag den 27 april. Vindstyrkan i de båda andra grenarna var inte lika stor, de nådde den svenska kusten omkring midnatt. Den 28 april regnade det på flera håll i Sverige, över delar av Norrland fram till 30 april.

De allra första dagarna i maj svängde vindarna om och drog bort från Sverige, mot sydväst och in över bl a Österrike och Ungern, men vände därefter mot nordväst och nådde Polens kust runt den 8 maj. Vid middagstid nådde de åter fram till Sverige, denna gång till Blekinge och Småland, och drog sedan vidare mot nordnordväst. Den 9 maj hade de nått upp till takterna runt Gävle som fick ta emot nya nedfall.

Man räknar med att ungefär $4 \cdot 10^{16}$ Bq Cs137 släpptes ut från reaktorn. Ett område på 870 km² runt reaktorn fick ta emot en beläggning som översteg 300 MBq/m². Där föll även tyngre radionuklider som ²³⁹Pu (plutonium) och ⁹⁰Sr (strontium). De hårdast drabbade områdena i Sverige fick ta emot 25-200 kBq/m². Mer information finns på <http://www.radek.slu.se/radio/chern.htm>.

Nedfallet från 60-talets atmosfäriska atombombsprov låg i storleksordningen 4 kBq Cs137/m². Redan då var det problem med renar som kunde visa halter på upp emot 1000 Bq/kg. Nedfallet från Tjernobyl låg snarare runt 40 kBq Cs137/m². Även om det varierade inom rätt vida gränser kan man ta som tumregel att det var minst tio gånger större än nedfallet från atombombsproven.

Förvirring

Året efter Tjernobyl rådde stor förvirring. Sorter som sievert, bequerel, röntgen, rem, gray virvlade runt på tidningssidorna och var inte lätta att förstå. Vi saknade ett enkelt instrument som kunde visa oss den osynliga strålningen. Experter avrådde – att mäta var inte så enkelt. Nu vet vi att det hade räckt med den enklaste geigermätare. Den hade visat oss att det under stuprännorna hade samlats en hel del cesium. Att gräva bort jorden hade åtminstone gett oss en känsla av att inte vara helt utelämnade.

Nordanstigs kommun hade inga planer på att köpa en egen mätutrustning. Proverna skickades till Hudiksvall. Det kostade pengar. Folk kunde nekas att mäta därför att kommunen ansåg det onödigt. Det lugnade knappast den som vill ha just sina bär mätta. Vi bildade radiakgruppen därför att vi ansåg att det måste finnas en möjlighet för alla att utan restriktioner mäta vad som helst hur mycket som helst – och utan att det kostade något. Vi lyckades samla in över 35000 kronor från frivilliga bidragsgivare – jaktlag, fiskevårdsföreningar, församlingar och privatpersoner. Även om vår första utrustning var enkel var den inte alldeles billig, den kostade bortemot 20000 kronor och då konstruerade och byggde vi i alla fall blykammaren själva.

Till en början mötte vi ibland misstänksamhet och motstånd, såväl från myndigheter som privatpersoner. Man gillrade en del fällor med dubbelprover och prover från tiden för Tjernobyl. Vissa ansåg att strålningsmätning inte var något för amatörer.

Nu hade vi skaffat oss en möjlighet att själva bedöma situationen medan myndigheterna gjorde allt för att lugna oss. "Matkorgen" var ett projekt där utvalda kommuner skulle skicka in ett representativt urval matvaror för mätning. Ett resultat från maj 87 talar om att en "genomsnittsätare" bara får i sig 15 Bq Cs137 per dag (DN 12 maj 1987). Det angick ju inte oss, så mycket förstod vi. Vi var inga genomsnittsmänniskor, om nu några sådana överhuvud taget existerar. Bara ett par hekto abborre kunde ju ge över 1000 Bq.

Under de år som följde rapporterade lokalpressen med jämna mellanrum resultaten av cesiummätningarna i de olika kommunerna. Fortfarande fanns inte så mycket kunskap om de stora variationerna som kan förekomma mellan de olika åren. Därför kunde Hudiksvalls Tidning (16 sept 1987) meddela att "Cesiumvärdena i älgar fällda under årets älgjakt i Sundsvalls kommun är lägre än i fjol". Det var sant, men det gav ett intryck av att halterna var på väg nedåt. Redan följande år skulle visa att det fanns överraskningar att vänta. Från Hudiksvall kom tio dagar senare ett annat budskap: "Höga halter cesium i Hudikområdet!" (HT 26 sept 1987).

Sedan pendlar uppgifterna i pressen. "Gammastrålningen snart på normal nivå igen" (1987); "Lägre cesiumhalt i älgen" (1987); "Höga cesiumhalter i Hudikområdet" (1987); "Oväntat höga cesiumhalter i fisk i Söderhamnstrakten" (1988); "Jägare chockeras över nya cesiumrekord" (1988); "Ingen fara att äta svamp" (1988); "Undvik att äta svamp som växt på Hornslandet" (1988); "Lake innehöll 35000 Bq" (1989); "Förbryllande höga halter av cesium" (1989); "Ändrade arvsanlag i flugor" (1989); "Fortsatt höga cesiumvärden" (1990); "Cesiumhalten fortfarande hög i kantareller" (1990); "Hög cesiumhalt i insjöfisk" (1991); "Lugnande besked om cesiumhalten" (1992); "Fortsatt höga cesiumvärden i älg" (1994). Och så där har det hållit på.

Gränsvärden

Om man vill skatta årsintaget lägger man ihop cesiumhalterna i det man äter. Om man t ex äter 2 hg älgkött med en halt av 800 Bq/kg har man fått i sig 160 Bq. Och så kan man fortsätta och summera det uppskattade årsintaget. Man brukar räkna med att runt 60000-70000 Bq Cs137 ger en stråldos motsvarande 1 mSv.

De gränsvärden som gäller för födan är *inte* beräknade med tanke på hälsorisker för den enskilda människan, utan med tanke på vad samhällsekonomin har råd med i form av skador och dödsfall sett på hela befolkningen. Dessutom talar man bara om cancer, men man vet att fria radikaler, som skapas vid radioaktiv bestrålning av levande vävnad, ger upphov till en mängd olika typer av skador, bl a risk för nedsatt immunförsvar och då handlar det inte bara om motståndskraft mot infektioner.

Den som fyller frysen med t ex älgkött och har det som basföda bör inte räkna 1500 Bq Cs137/kg som gränsvärde, utan snarare 300 Bq. Den höga gränsen är satt med tanke på hela befolkningen; det är ju främst folk i glesbygderna som kan ha vilt och insjöfisk som basföda.

Enskilda initiativ

1988 gjorde Greenpeace en sammanställning över olika fristående mätgrupper i Europa²⁷. När nästa kärnkraftsolycka inträffar ska man snabbt kunna få en bild av läget. Det visade sig att det fanns grupper liknande vår i Österrike, Belgien, Danmark, Finland, Frankrike, Irland, Italien, Luxemburg, Nederländerna, Norge, Portugal, Spanien, Schweiz och England. På vissa platser hade man, här i Europa liksom i USA, skapat en ring av mätstationer runt vissa kärnkraftverk.

Vi översatte vår rapport från 1988 till engelska (Radiakgruppen Nordanstig, *Report 1987-1988*, 1989:1) och skickade den till de olika grupperna och fick en hel del nya kontakter. Genom NordNet får vi information om olika händelser i världen som berör vår verksamhet.

Vår erfarenhet är att man som privatperson mycket väl kan utföra egna mätningar. Det är inte alla gånger alldeles okomplicerat, men det beror också på vilken ambitionsnivå man har. Från ett sätt att se det handlar det inte alls om mätningar, utan mer om att skaffa sig ett, visserligen konstgjort, sinnesorgan för att se något som sedan några tiotal år kommit att ingå som en del av vår vardag. Visst är det väl märkligt att vår moderna teknologi, så framåtsträvande den vill vara, har en förmåga att föra oss tillbaka till urtiden. Eller hur ska man se det när förbränning av kol och olja för koldioxiden tillbaka till atmosfären eller när kärnkraftverk skapar radioaktiva ämnen som nästan försvunnit genom naturligt sönderfall. Framstegen är i själva verket reträtter.

Radiakgruppen Nordanstig strävar efter att få en samlad bild av strålningsläget inom kommunen. Nu vet vi ganska väl hur det ligger till när det gäller cesium i livsmedel och vi har också fått en ganska bra bild av bakgrundsstrålningen. I nästa fas av vårt arbete kommer vi att mäta radon i vatten för att på längre sikt få en totalbild av den strålning som drabbar befolkningen i kommunen. Först därefter kan vi försöka oss på att beräkna individdoser för folk i olika kommundelar. Om detta arbete kommer att ge några mer påtagliga resultat vet vi inte.

Eftersom vi arbetar ideellt och har en ekonomi som inte kan bära några större kostnader går arbetet ganska långsamt.

Gnarp 15 april 1996

Bosse Lundberg

²⁷ *Survey of Radiation Monitoring Organisations in Western Europe*, Greenpeace 1988

REFERENSER

Axel Rydberg, *Cesiumhalten i olika styckningsdelar från ren*, Renförsöksavdelningen, Box 5097, S-900 05 UMEÅ, 1987

Inger Andersson, Ingemar Hansson, *Distribution of ^{137}Cs to different Muscles and Internal Organs of Lambs Fed Contaminated Hay*, Swedish J. agric. Res. 19:93-98, 1989

Greenpeace, *Survey of Radiation Monitoring Organisations in Western Europe*, Greenpeace 1988

Gunnar Walinder, *Radiologisk katastrofmedicin*, FOA 1981, ISBN 91-7056-060-9

Karl J Johanson, *Radiocesium i bär, svamp, ren och vilt*, Institutionen för radioekologi, Uppsala

L. Håkanson, H. Kvarnäs m fl, *Cesium i gädda efter Tjernobyl - dynamisk och ekometrisk modellering*, SSI 1990-09

Länsstyrelsen i Gävleborg, *Cesium i Gävleborg 1986-1990*, Rapport 1991:6

Mauritz Wallin, Robert Finck, Gunnar Persson, *Lokala referensmätningar av gammastrålning*, SSI 89-09

Miljö- och Hälsoskyddskontoret i Hudiksvall, *Älgjakten 1988 Hudiksvalls kommun, Sammanfattning och jämförelse mot tidigare år*

Paul Hayward, Don Arnott, *Radiation monitoring, an introduction*, Greenpeace, 1988

Radiakgruppen Nordanstig, *Cesiummätningar 1987*, Rapport 1988:1

Radiakgruppen Nordanstig, *Cesiummätningar 1987-1992*, Rapport 1993:1

SSI rapport, *Lokala referensmätningar av gammastrålning*, SSI 1993-01-24

Pris 80 kr

Bosse Lundberg
Radiakgruppen Nordanstig
Bergevägen 22
820 77 GNARP
tel 0652 205 76 fax 0652 202 35 e-post bosse@klarsprak.se