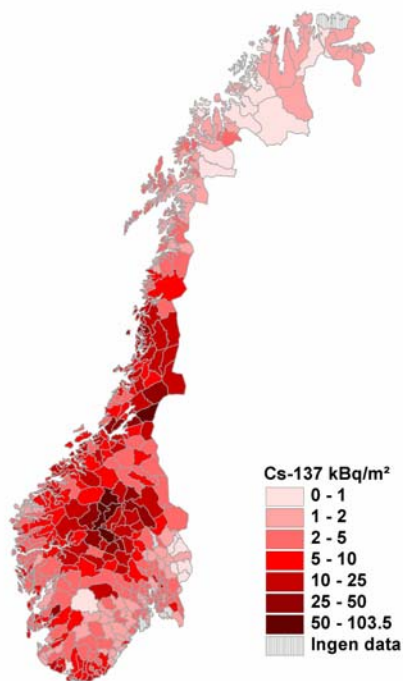


## Radioaktive stoffer i norske matvarer etter Tsjernobyl-ulykken

Tsjernobyl-ulykken i 1986 er den mest alvorlige atomkraftverkulykken i verden. Norge var blant de land som ble mest forurenset fra Tsjernobyl-nedfallet, og Gudbrandsdalen, Valdres, indre deler av Trøndelagsfylkene, samt sydlige deler av Nordland var de områdene som ble hardest rammet. I de 20 årene som er gått siden ulykken, er det utført omfattende undersøkelser av radioaktiv forurensning i bl. a. meieriprodukter, småfe, sopp, vilt og ferskvannsfisk. Resultatene fra mange av disse undersøkelsene viser at radioaktiv forurensning etter Tsjernobyl er et langvarig problem i mange utmarksområder, og at tiltak vil være nødvendig i mange år framover.

Nedfallet etter Tsjernobyl-ulykken besto av en rekke forskjellige radioaktive stoffer, blant annet jod-131, cesium-134 og cesium-137. I den første tiden utgjorde jod-131 en vesentlig del av forurensningen. Både jod-131 og cesium-134 har relativt kort fysisk halveringstid (hhv. 8 dager og 2 år), slik at det i dag er cesium-137 som utgjør hovedandelen av forurensningen. Figur 1 viser det geografiske nedfallsmønsteret av cesium-137 i Norge etter Tsjernobyl-ulykken.



Figur 1. Gjennomsnittlige aktivitetskonsentrasjoner av cesium-137 i jord etter kjernekraftulykken i Tsjernobyl (1986-verdier).

Kort tid etter nedfallet ble det målt svært høye nivåer av radioaktivt cesium i reinsdyr (150 000 Bq/kg), sau (40 000 Bq/kg), sopp (typisk 45 000 Bq/kg, men opptil 1-2 millioner Bq/kg ble registrert) og ferskvannsfisk (30 000 Bq/kg). Norske myndigheter har fastsatt tiltaksgrenser for aktivitetskonsentrasjoner av radioaktivt cesium i ulike matvarer. Tiltaksgrensene angir når dosebegrensende tiltak skal settes i verk.

### Tiltaksgrenser

I dag gjelder følgende tiltaksgrenser for radioaktivt cesium i Norge

Reinsdyrkjøtt og vilt:	3000	Bq/kg
Ferskvannsfisk:	3000	Bq/kg
Melk og barnemat:	370	Bq/kg
Andre matvarer:	600	Bq/kg

### Radioaktivt cesium i melk og småfe

I Norge brukes i stor grad utmark (bl.a. skogs- og fjellområder) som beiteområder for sau, geit og storfe. Det er i tillegg tamreindrift i flere fjellområder. Dyr på utmarksbeite har ofte høyere konsentrasjoner av radioaktivt cesium enn innmarksbeitende dyr, og forurensningen er dessuten mer langvarig. Overvåkningsresultater tyder på at det kan være problemer med høye konsentrasjoner av radioaktivt cesium i utmarksbeitende dyr i ytterligere 10-20 år framover.

## Kumelk

Konsentrasjonen av radioaktivt cesium i kumelk varierer betydelig fra sted til sted, og etter hvilken tid på året det er. Gjennomsnittlig konsentrasjon i konsummelk fra hele landet har imidlertid vært lav i alle år etter Tsjernobyl-ulykken - med 25 Bq/l i 1986, som i løpet av få år gikk ned til 2-4 Bq/l. Når det gjelder regionale forskjeller, har konsummelk fra Fosheim meieri i Vestre Slidre ligget godt over landsgjennomsnittet, med nivåer oppunder 500 Bq/l (cesium-134 + cesium-137) i 1986. Som det framgår av Figur 2, har konsentrasjonene av cesium-137 i konsummelk fra de aller fleste meierier, ligget godt under 10 Bq/l de siste 10-15 årene.

Når det gjelder enkeltbesetninger, er situasjonen en annen. I utvalgte besetninger fra Oppland, måles det fortsatt nokså høye nivåer av cesium-137 i melka. I 2004 ble det for eksempel målt 200-300 Bq/l i melk fra en besetning i Øystre Slidre. Melk fra denne besetningen har tidligere vært over tiltaksgrensa på 370 Bq/l ved flere anledninger. Den høyeste målingen ble gjort i 1992, med 660 Bq/l. I melk fra storfebesetninger fra Nordland har konsentrasjonene vært lavere enn tiltaksgrensa for hele overvåkingsperioden, og ligger nå stort sett under 50 Bq/l.

Måleresultatene fra utsatte besetninger i Nordland for perioden 1991-2004, antyder en effektiv økologisk halveringstid for cesium-137 i kumelk, på sju år. For storfebesetningene i Oppland var den

effektive økologiske halveringstiden noe lengre enn i Nordland - 10 år for perioden 1989-2004.

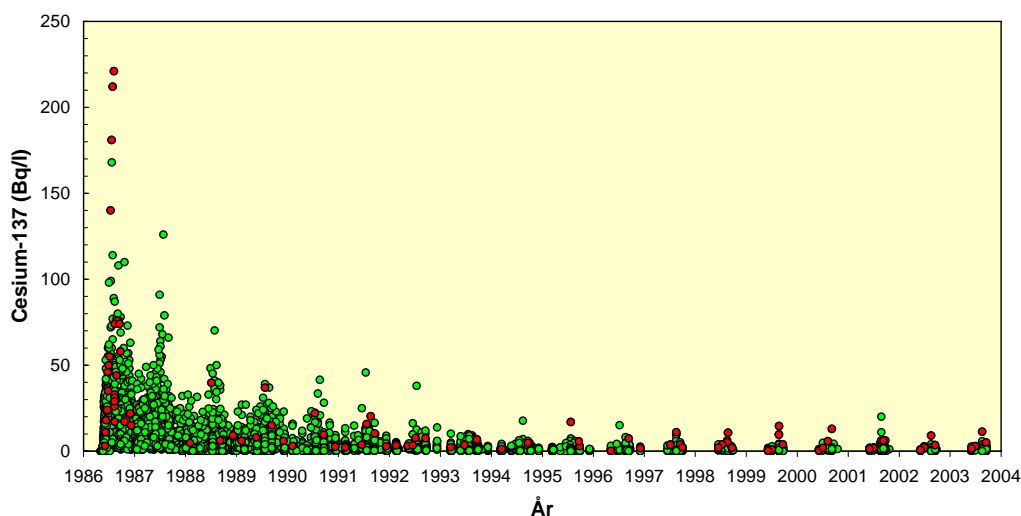
### Effektiv økologisk halveringstid

Begrepet kan lettest forklares gjennom et eksempel: Dersom vi antar at det skjer et nedfall av cesium-137 i et beiteområde, vil en del av forurensningen tas opp av planter og sopp, og deretter overføres til dyr som beiter i området. Den tiden det tar før nivået av cesium-137 er redusert til det halve i planter eller dyr i området, enten ved transport ut av økosystemet eller som følge av radioaktivt henfall, kalles effektiv økologisk halveringstid. Den effektive økologiske halveringstiden varierer fra art til art og fra isotop til isotop.

## Geitmelk

Konsentrasjon av radioaktivt cesium i geitemelk har generelt vært høyere enn for kumelk (3-5 ganger høyere enn kyr på samme beite). Dette har sammenheng med ulik diett og at geiter produserer mindre melk enn kyr.

I 1986 lå gjennomsnittlig konsentrasjon av radioaktivt cesium i geitemelk fra hele landet på 150 Bq/l. Den høyeste rapporterte konsentrasjonen var 1400 Bq/l. De to etterfølgende årene var gjennomsnittskonsentrasjonene redusert til ca. 1/3, og de siste årene har konsentrasjonene stort sett ligget under 50 Bq/l – som er grensa meieriene har satt for å kunne bruke melka til produksjon av geitost.



**Figur 2.** Aktivitetskonsentrasjon av cesium-137 i enkeltprøver av kumelk (konsummelk) fra ulike meierier i Norge. Fosheim meieri i Vestre Slidre er uthevet i rødt. (Figuren er basert på data hentet fra Norsk Matanalyse).

Det er målt geitmelk fra utsatte besetninger i Buskerud, Oppland, Sogn og Fjordane, Rogaland, Nord-Trøndelag og Nordland. De høyeste nivåene er målt i en besetning fra Øystre Slidre. I månedsskiftet august/september 1991 ble det her målt konsentrasjoner på 1500-2000 Bq/l. Fortsatt måles det konsentrasjoner av cesium-137 på 400 Bq/l i melk fra denne besetningen.

Beregnet effektiv økologisk halveringstid av cesium-137 i geitemelk fra besetninger i Nord-Trøndelag og Oppland er henholdsvis 9 og 10 år for perioden 1989-2004.

### Sau

Sauproduksjonen i Norge er en typisk utmarksnæring. Dersom lammene slaktes direkte fra fjellbeite om høsten, kan de inneholde forholdsvis mye radioaktivt cesium, alt etter graden av forurensning i beiteområdene. Forurensning av sau på beite har vært et betydelig enkeltproblem i Norge etter Tsjernobyl-ulykken. I 1988 ble 360 000 av i alt 1,1 millioner lam føret ned (dvs. gitt fôr med lavt innhold av radioaktivt cesium i noen uker før slaktingen). Fortsatt drives det med nedføring av sau, og i 2005 var antallet 14 500, fordelt på 31 kommuner.

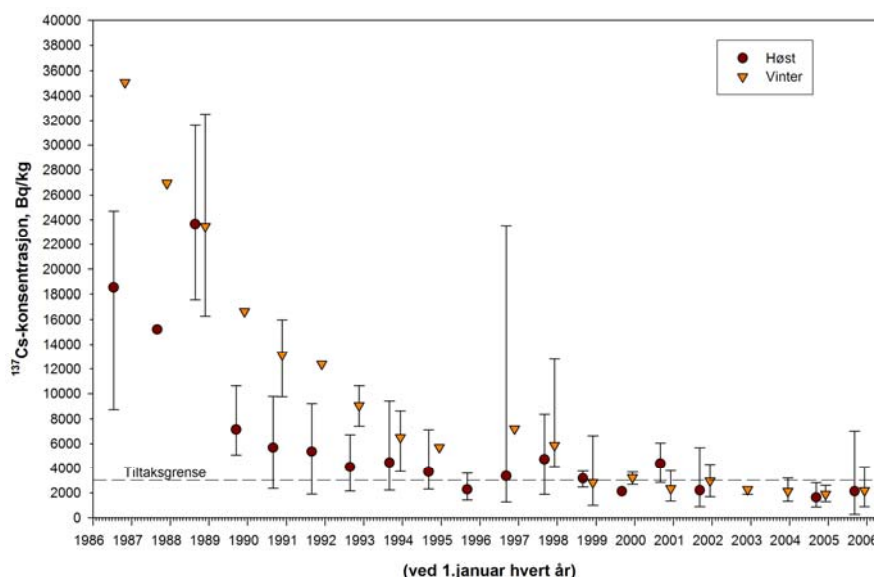
En besetning med søyer og lam fra Vestre Slidre i Oppland, er overvåket siden 1988. De høyeste

gjennomsnittsverdiene ble målt i august 1988, og var 4500 Bq/kg for lam og 3900 Bq/kg for søyer. Beregnet effektiv økologisk halveringstid i sau for perioden 1989-2004 var 10-11 år. Middelerdien (median) i 2004 var henholdsvis 190 Bq/kg i søyer og 530 Bq/kg i lam.

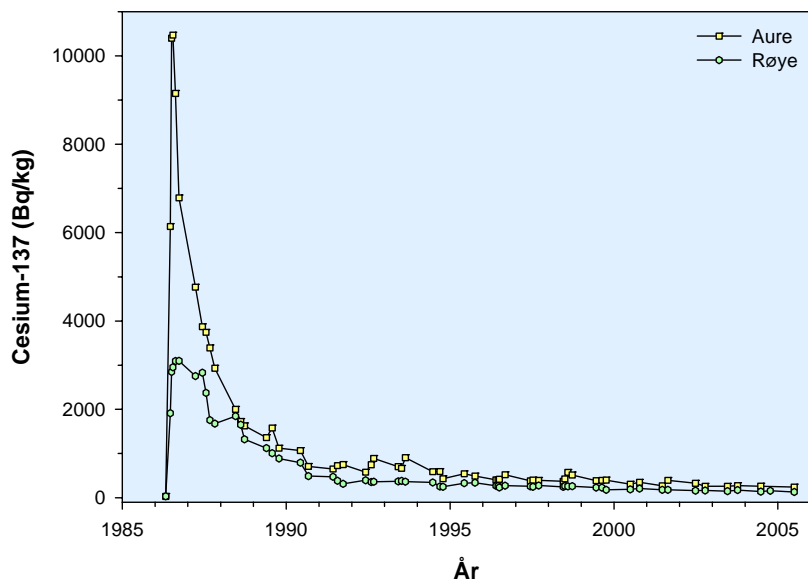
### Tamrein

Reindriftsnæringa ble hardt rammet av nedfallet av radioaktivt cesium fra Tsjernobyl-ulykken, og det har vært nødvendig med tiltak i en del områder i landet helt fram til i dag. De mest utsatte områdene har vært Vågå og Lom (Oppland) og Elgå (Hedmark), Østre-Namdal (Nord-Trøndelag) og Børgefjell (Nordland). Konsentrasjoner i tamrein fra Vågå er vist i Figur 3.

Fram til siste halvdel av 1990-tallet, var det en jevn nedgang i konsentrasjonen av cesium-137 i rein fra både Østre-Namdal og Vågå, med effektive økologiske halveringstider på 3-5 år (avhengig av distrikt og årstid). De siste årene har det imidlertid ikke vært noen påvisbar nedgang i noen av områdene. De seneste verdiene fra Vågå i 2005 – hvor nesten 1300 dyr ble målt viser et maksimum på 7000 Bq/kg (høst) og 4100 Bq/kg (vinter). I Østre-Namdal (hvor det kun ble foretatt målinger i desember) var maksimum 5000 Bq/kg.



**Figur 3.** Cesium-137 i reinsdyr fra Vågå tamreinlag målt henholdsvis høst og vinter. Legg merke til at det rett etter ulykken var klare forskjeller mellom tidlig høst- og vinternivåer. Dette skyldes bl.a. sesongrelaterte forskjeller i reinsdyras valg av fôr – med mye lav på vinteren. Feilmarginer representerer laveste og høyeste måleverdi.



**Figur 4.** Middelkonsentrasjonene av cesium-137 i aure fra Høysjøen var over 10 000 Bq/kg i juli 1986, mens tilsvarende for røye lå på om lag 3000 Bq/kg. Generelt er det et høyere innhold av radioaktivt cesium i aure enn i røye. Forskjellene kan i hovedsak tilskrives artenes fødevalg og oppholdssted i innsjøen. ( Figuren er basert på data hentet fra Norsk institutt for naturforskning).

### Radioaktivt cesium i ferskvannsfisk

Det er målt fisk fra mange innsjøer i Norge etter Tsjernobyl-ulykken. To innsjøer som er spesielt nøye studert er Øvre Heimdalsvatn, sørøst i Jotunheimen (Oppland) og Høysjøen i Verdal kommune (Nord-Trøndelag). Begge innsjøene er næringsfattige, med svært lav kaliumkonsentrasjon. Konsentrasjonene av cesium-137 i aure og røye fra Høysjøen er vist i Figur 4.

De første årene etter Tsjernobyl-ulykken sank konsentrasjonene av cesium-137 i aure fra Høysjøen med en effektiv økologisk halveringstid på i overkant av 1 år, mens konsentrasjonen i røye gikk noe langsommere ned (om lag 2 år). I årene fra 1991 fram til i dag har konsentrasjonen av radioaktivt cesium i så vel aure som røye gått vesentlig langsommere ned, med effektive økologiske halveringstider på i overkant av åtte år for aure og omtrent ni år for røye. De siste årene har konsentrasjonene av cesium-137 ligget på ca. 300 Bq/kg for aure og 150 Bq/kg for røye.

Konsentrasjonene av cesium-137 i fisk fra Høysjøen har ikke ligget over tiltaksgrensen på 3000 Bq/kg siden 1987.



Aure (foto: Martin Blom).