

## Radioaktivitet i jord

Siden Tsjernobyl-ulykken i 1986 har det pågått landsomfattende undersøkelser av radioaktivt cesium i jord. Nivåene av det radioaktive stoffet cesium-137 er fortsatt høyest i overflatejord fra nordvestlige deler av Østlandet, nord i Trøndelag og sør i Nordland. Resultatene viser at nivåene i gjennomsnitt har blitt redusert med cirka 80 prosent siden 1986. Dette skyldes fysisk nedbryting av stoffet, og at det fraktes med regnet nedover i dypere jordlag eller vaskes ut til vassdragene.



Jordprøve. Foto: Runhild Gjelsvik/DSA

### Forurensning fra Tsjernobyl-ulykken

Mesteparten av den radioaktive forurensningen som finnes i jorda stammer fra kjernekraftulykken i Tsjernobyl i dagens Ukraina i 1986. I Norge var det områdene nordvest på Østlandet, nord i Trøndelag og sør i Nordland som fikk mest radioaktivt nedfall. Årsaken var at det regnet i disse områdene da den radioaktive skyen passerte over Norge. Troms og Finnmark fikk lite radioaktivt nedfall fra Tsjernobyl-ulykken. Atmosfæriske prøvesprengninger av kjernevåpen på 1950- og 1960-tallet ga mest nedfall i nord og langs nedbørsrike områder langs norskekysten.

### Store geografiske forskjeller

Siden Tsjernobyl-ulykken har det pågått landsomfattende undersøkelser av radioaktivt cesium i jord fra utmark hvert tiende år. Rett etter ulykken i 1986 ble det samlet inn 626 prøver av utmarksjord fra hele landet. Nivåene av cesium-137 i jord fra 0-4 cm dyp varierte mye med nivåer fra 440 til 100 000 Becquerel per kvadratmeter ( $Bq/m^2$ ). Resultatene viste at det var store regionale og lokale variasjonene, både mellom og innad i hver kommune.

I 1995, 2005 og 2015 ble det gjennomført nye landsomfattende undersøkelser av cesium-137 i jord fra utmark. Disse årene ble det tatt ut jord fra de øverst 3 cm siden det meste av radioaktiviteten fortsatt ligger der. Det kan også finnes noe cesium-137 i de nedre jordlagene, men de øverste centimeterne er målt fordi dette laget anses som viktigst for opptak i planter. Det ble analysert 462 prøver i 1995, 463 prøver i 2005 og 118 prøver i 2015.

I 1995 varierte nivåene av cesium-137 i jord fra 180 til 66 000 Bq/m<sup>2</sup> og i 2005 fra 100 til 69 000 Bq/m<sup>2</sup>. Resultatene fra 2015 viser den samme trenden med avtagende nivåer i overflatejord med variasjoner fra 40 til 23 000 Bq/m<sup>2</sup> (Kart 1). Resultatene fra disse landsomfattende undersøkelsene viste det samme mønsteret for geografisk fordeling av cesium-137 som i 1986. Nivåene går ned med tiden, men det er store lokale variasjoner selv innenfor et lite område (Figur 1). Dette er grunnen til at høyeste enkeltmåling i 2005 var høyere enn i 1995.



Planterester fjernes fra toppen og det tas en jordprøve med en spesiellaget jordprøvetaker.



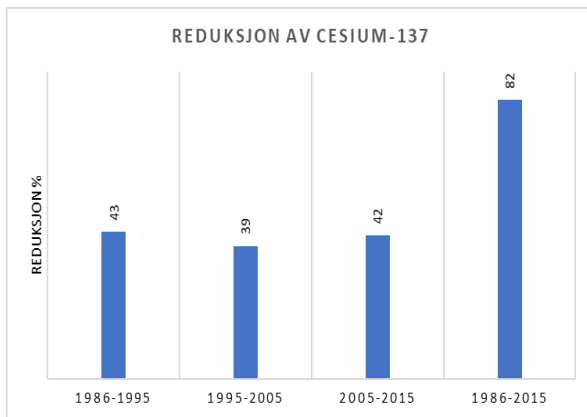
Bare de øverste 3 cm av jorden bli beholdt til prøven. Koordinater skrives ned og hver prøve legges i egne papirposer for oppbevaring til de ankommer laboratoriet.



På laboratoriet blir jordprøvene tørket i tørkeskap, siktet og lagt i egne prøvebokser før de er klare for radioaktivitetsmålinger.

### Nedbør og jordtype påvirker nedgangen

Innholdet av cesium-137 i jord har siden 1986 i gjennomsnitt blitt redusert med cirka 80 prosent (Figur 1). Cesium-137 har en halveringstid på ca. 30 år. Dette betyr at rundt halvparten av stoffet nå, snart 37 år etter ulykken, er fysisk brutt ned. I tillegg er nivåene redusert med ytterligere 30 prosent ved at cesium-137 har blitt fraktet med regn nedover i dypere jordlag eller vasket ut til vann og vassdrag. Hvor fort utvaskingen skjer påvirkes av faktorer som jordtype, pH og mengde nedbør i området. For eksempel vil cesium bindes hardere til mineraljord med høyt innhold av leire enn til humusrik jord. Nivåene av cesium-137 i overflatejord er fortsatt høyest i innlandsområdene som fikk mest forurensning fra ulykken i 1986 (Figur 2). Reduksjon av cesium-137 i overflatejord har gått raskere i kystområder med mye nedbør og i områder på Sørlandet med luftforurensning enn i innlandsområder med lite nedbør og utvasking (Figur 2).

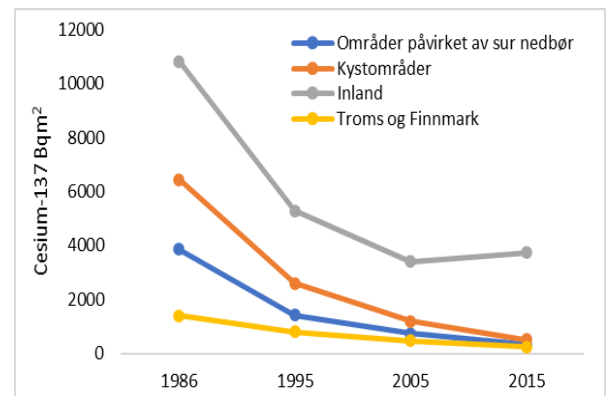


Figur 1. Nivåene reduseres relativt likt for hvert tiår etter 1986. Totalt er nivåene redusert med ca. 80 %.

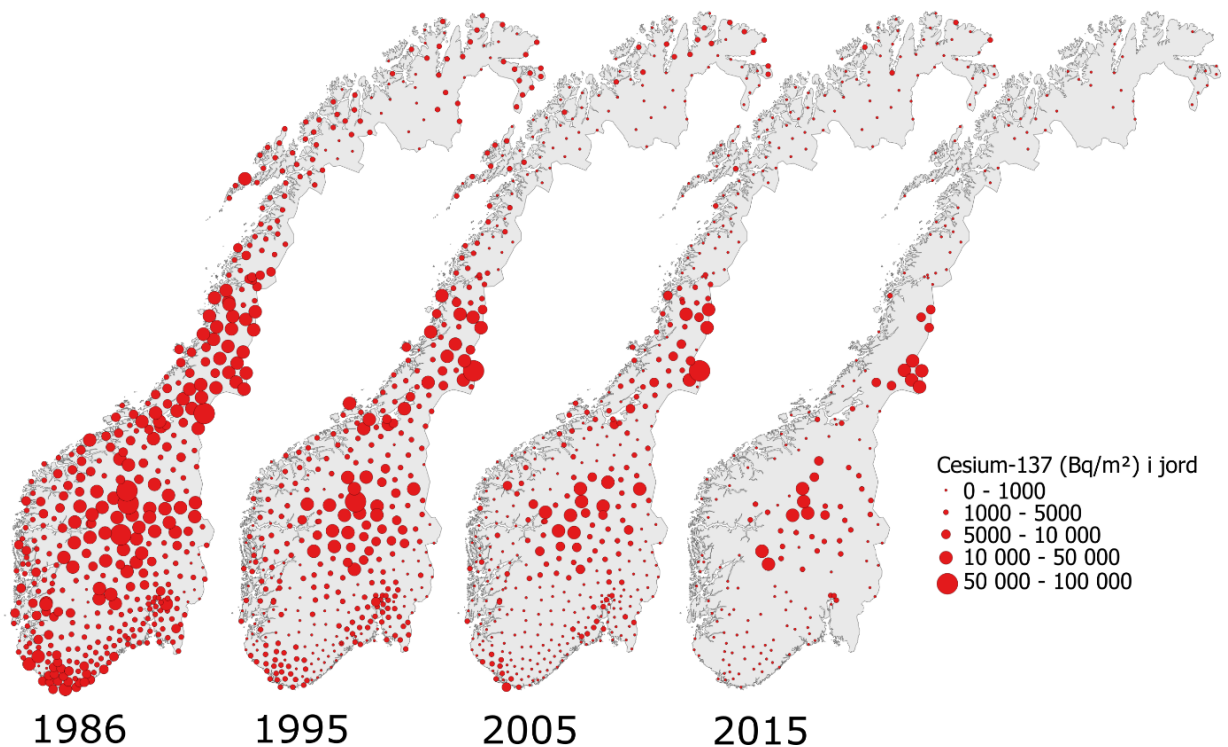
### Sirkulerer i naturen

Sopp og planter tar opp cesium-137 fra jorda. Hvor mye som tas opp varierer med mengde forurensning, jordtype og art. Sopp tar opp mer enn planter og opptaket er større i humusrik jord enn i mineralrik jord. Radioaktiv forurensning i sopp og planter overføres til ville dyr og husdyr på utmarksbeite. Radioaktiviteten føres tilbake til

jorda igjen via urin og avføring og ved nedbrytning av døde planter og dyr. Slik sirkuleres forurensningen i naturen, og nedgangen er derfor svært langsom i dag.



Figur 2. Gjennomsnittlig nivå av cesium-137 i jord fra ulike regioner i landet i 1986, 1995, 2005 og 2015. Innlandet fikk mest radioaktiv forurensning fra Tsjernobyl-ulykken og reduksjonen går saktere her enn i de andre delene av landet.



Kart 1. Kartet viser konsentrasjonen av cesium-137 (Bq/m<sup>2</sup>) i de øverste 3-4 cm av jord, basert på landsomfattende prøvetakinger i utmarksjord i 1986, 1995, 2005 og 2015. Det ble tatt flere jordprøver ved de første innsamlingene enn i 2015. Det kan også finnes noe cesium-137 i de nedre jordlagene, men de øverste centimeterne er målt fordi dette laget anses som viktigst for opptak i planter. Kilde: Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet/NTNU.

## Tiltak i landbruket

På dyrket mark kan opptaket av radioaktivt cesium fra jord til planter reduseres ved å pløye og tilsette ekstra kaliumgjødsel. Dette var blant tiltakene som landbruksmyndighetene anbefalte bønder i områder med mye radioaktiv forurensning i årene etter Tsjernobyl-ulykken. I utmark er det ikke mulig å gjøre slike tiltak. Dette er en av grunnene til at vi fremdeles finner høyere innhold av radioaktivt cesium i dyr på utmarksbeite enn dyr på innmark i de berørte områdene. De geografiske variasjonene i jorda gjenspeiles i tilsvarende forskjeller av cesium-137 i sopp, planter og dyr fra ulike områder.

## Kontroll av dyr på utmarksbeite

Utmarksprodukter som vilt, vill ferskvannsfisk, sopp og bær fra områder som ble hardt rammet av forurensning fra Tsjernobyl-ulykken, inneholder vanligvis mer radioaktivt cesium enn landbruksprodukter. Dette er fordi gjødsling og pløying fører til at mindre radioaktivt cesium tas opp i plantene på dyrket mark enn på næringsfattig utmark. Dyr som beiter på utmark, inkludert sau og tamrein, får også høyere innhold av radioaktivt cesium i kjøttet enn andre arter, når de beiter i forurensede områder. På grunn av den radioaktive forurensningen i utmark utfører myndighetene fortsatt kontrollmålinger av radioaktivt cesium i kjøtt fra sau og tamrein i de mest berørte områdene.

For de aller fleste av oss er stråledosen knyttet til radioaktiv forurensning lav. Enkelte grupper kan imidlertid få et vesentlig bidrag til stråledosen fra kostholdet. Dette kan være reindriftsutøvere i Midt-Norge og de som spiser veldig mye sopp, vilt og andre utmarksprodukter fra områder med mye radioaktiv forurensning. Det er utarbeidet egne kostholdsråd for disse gruppene.

## Direkte stråling fra jord

Cesium-137 sender ut gammastråling som har lang rekkevidde og kan trenge gjennom de fleste materialer, inkludert jord og kroppsvev. Derfor blir man også utsatt for direkte stråling fra cesiumet i

omgivelsene. Stråledosen fra cesium-137 i bakken avhenger av mengden radioaktivt nedfall og dybdefordelingen i jorda. Risikoen knyttet til denne strålingen er i dag svært lav.

## Naturlige radioaktive stoffer i miljøet

I tillegg til menneskeskapte radioaktive stoffer, finnes det naturlig forekommende radioaktive stoffer i jorda. En del av dem overføres i næringskjedene. De fleste steder er det langt mer naturlig radioaktivitet i jorda enn menneskeskapte radioaktive stoffer.

## Systematisk overvåkning

Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet (DSA) har ansvaret for det nasjonale miljøovervåkningsprogrammet for radioaktiv forurensning i norske landområder og ferskvannssystemer. Programmet ble opprettet i 1999 og ledes og koordineres av DSA på oppdrag fra Klima- og miljødepartementet. Overvåkingen av landmiljøet gjennomføres i samarbeid med blant annet Norsk institutt for naturforskning (NINA), Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) og Universitetet i Oslo (UiO).

Overvåking av radioaktiv forurensning i jord er utført i samarbeid med Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU).

## Beredskap for fremtidige ulykker og hendelser

Miljøovervåkningsprogrammet gir oss kunnskap om hvordan radioaktivt cesium oppfører seg i naturen over tid. Dette gjør oss bedre rustet til å vurdere de langsiktige konsekvensene av radioaktiv forurensning i mat og miljø. Overvåkingen bidrar samtidig til å opprettholde kompetanse og målekapasitet som er viktig for den norske atomberedskapen. Myndighetene har dermed et bedre grunnlag for å gjøre riktige tiltak hvis noe lignende skulle skje igjen.