

# Tiltak for næringsmidler ved en atomhendelse



**Referanse**

Komperød M, Thørring H, Østmo TA. Tiltak for næringsmidler ved en atomhendelse. Teknisk dokument nr. 24. Østerås: Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet, 2022.

Publisert  
Sider

14.10.2022  
57

DSA,  
Postboks 55,  
No-1332 Østerås,  
Norge.

**Emneord**

Næringsmidler. Mat. Drikkevann. Atomulykke. Atomhendelse. Radioaktiv forurensning. Radioaktivt nedfall. Tiltak.

Telefon  
Faks  
Email

67 16 25 00  
67 14 74 07  
dsa@dsa.no  
dsa.no

**Resymé**

Rapporten gir en oversikt over aktuelle tiltak og råd knyttet til radioaktiv forurensning av næringsmidler ved en atomhendelse.

ISSN 2387-5240

**Reference**

Komperød M, Thørring H, Østmo TA. Countermeasures for food and drinking water in a nuclear event. Technical Document no. 24. Østerås: Norwegian Radiation and Nuclear Safety Authority, 2022. Language: Norwegian.

**Key words**

Food. Drinking water. Nuclear accident. Nuclear event. Radioactive contamination. Radioactive fallout. Countermeasures.

**Abstract**

This report gives an overview of relevant countermeasures and recommendations related to radioactive contamination of food and drinking water in a nuclear event.

Prosjektleder: Mari Komperød

Godkjent:



Astrid Liland

Avdelingsdirektør, avdeling beredskap

## Tiltak for næringsmidler ved en atomhendelse

Mari Komperød  
Håvard Thørring

Torild Agnalt Østmo

fra Direktoratet for strålevern  
og atomsikkerhet (DSA)

fra Mattilsynet

Østerås, 2022,  
Norway

Oslo, 2022  
Norway

# Forord

Hvis en atomulykke eller annen større hendelse med radioaktive utslipp rammer Norge, vil dette føre til radioaktiv forurensning i mat og drikke. Denne rapporten gir en oversikt over tiltak og råd som myndighetene kan innføre i en slik situasjon for å sikre trygg mat og begrense stråledosene til befolkningen. Den pågående spente situasjonen i Ukraina gjør temaet svært aktuelt.

Rapporten er utarbeidet av Mattilsynet og Direktoratet for strålevern og atomsikkert (DSA) i fellesskap, som oppfølging av vår felles Strategi for håndtering av radioaktivitet i næringsmidler 2021-2025.

Vi ønsker å takke Kriseutvalget for atomberedskap sine rådgivere på matområdet, som har vært viktige bidragsyttere i arbeidet:

- Folkehelseinstituttet v/ Tora Scharffenberg, Camilla Svendsen, Christine Instanes og Elisabeth Henie Madslie
- Havforskningsinstituttet v/ Hilde Elise Heldal
- Landbruksdirektoratet v/ Tone Bulling Hustad og Kai Terje Dretvik
- Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) v/ Erik J. Joner
- Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU) v/ Deborah Oughton, Yevgeniya Tomkiv og Lindis Skipperud
- Veterinærinstituttet v/ Aksel Bernhoft og Gunnar Sundstøl Eriksen

Vi ønsker også å takke bransjeorganisasjoner og virksomheter vi har vært i kontakt med, som også har gitt mange viktige innspill.

Denne rapporten er først og fremst beregnet på aktører innen atomberedskapsorganisasjonen, slik at de ulike etatene og organisasjonene kan planlegge sin beredskap med samme utgangspunkt.

Andre dokumenter som samspiller med denne rapporten, er fremdeles under utvikling. Rapporten vil bli oppdatert med nye henvisninger og informasjon etter hvert som dette ferdigstilles.

# Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>6</b>
1.1	Tiltak i atomberedskapen	6
1.2	Krisegrenseverdier og andre restriksjoner	6
1.3	Roller og ansvar	8
1.4	Prøvetaking og måling	9
1.5	Om denne rapporten	9
	Faktaboks 1: Erfaringer fra Tsjernobyl-ulykken	11
<b>2</b>	<b>Valg av tiltak og tiltaksstrategier</b>	<b>12</b>
2.1	Type hendelse	12
2.2	Utslippssted og forurensningsnivå	14
2.3	Hensyn til tiltak rettet mot befolkningen	14
2.4	Type radioaktive stoffer	14
	Faktaboks 2: Hvordan blir landbruksprodukter forurenset etter radioaktivt nedfall?	16
2.5	Tid på året	17
2.6	Berørte områder	17
2.7	Begrensende ressurser	18
2.8	Tilgjengelig beslutningsgrunnlag	18
2.8.1	Utvikling av kunnskapsgrunnlag over tid	18
2.8.2	Første tiltaksvurderinger basert på nedfall på bakken (operasjonelle tiltaksnivåer)	19
<b>3</b>	<b>Aktuelle tiltak for næringer</b>	<b>21</b>
A.	Drikkevann fra vannverk	22
B.	Matplanter	25
C.	Husdyr og fôr	29
D.	Reindrif	34
E.	Honning	36
F.	Ville arter fra land og ferskvann (høsting for salg)	37
G.	Sjømat	39
H.	Virksomheter som håndterer næringsmidler	41
<b>4</b>	<b>Aktuelle råd til befolkningen</b>	<b>42</b>
4.1	Råd til den generelle befolkningen	42
4.2	Råd og tiltak for utsatte grupper	42
4.3	Anbefalinger om totalt inntak av radioaktiv forurensning	45
<b>5</b>	<b>Avfallshåndtering</b>	<b>47</b>
	<b>Vedlegg A: Referanser for videre lesning</b>	<b>48</b>
	<b>Vedlegg B: Operasjonelle tiltaksnivåer for drikkevann fra overflatekilder</b>	<b>50</b>
	<b>Vedlegg C: Redusere nivåer i produkter gjennom bearbeiding</b>	<b>54</b>

# 1 Innledning

## 1.1 Tiltak i atomberedskapsplanen

Radioaktivt nedfall fra en reaktorulykke eller annen større atomhendelse kan føre til forurensning av matvarer og drikkevann. Ved et nedfall i Norge vil myndighetene ta grep for å begrense stråledosene til befolkningen.

God håndtering av en atomhendelse krever en rekke ulike typer tiltak. Disse kan deles inn i<sup>1</sup>:

- Situasjonskartlegging og prognoser: Skaffe oversikt over forurensningssituasjonen
- Konsekvensreducerende tiltak: Redusere konsekvenser for liv, helse, miljø og andre samfunnsinteresser
- Informasjonstiltak: Informere media og publikum om situasjonen og håndteringen

Blant de konsekvensreducerende tiltakene er de som skal sørge for lave stråledoser til befolkningen fra mat og drikke. For å oppnå dette har myndighetene blant annet mulighet til å:

- A. Innføre krisegrenseverdier for næringsmidler som omsettes
- B. Innføre generelle omsetningsforbud
- C. Anbefale eller pålegge virksomheter å gjøre bestemte tiltak for å redusere forurensningsnivåer i mat og drikke
- D. Gi råd til privatpersoner om hvilke tiltak de selv bør gjøre for å begrense inntak av radioaktiv forurensning

Hensikten med denne rapporten er å spesifisere nærmere hvilke tiltak og råd som er aktuelle for punkt C og D. Krisegrenseverdiene for næringsmidler som omsettes (kapittel 1.2) setter rammene for myndighetenes vurderinger om eventuelle omsetningsforbud og tiltak i virksomheter. Råd til privatpersoner må vurderes utfra den helhetlige forurensningssituasjonen.

**Hvorvidt tiltak faktisk er nødvendig, og hvilke tiltak som i så fall er mest hensiktsmessige, må alltid vurderes utfra den gjeldende situasjonen (kapittel 2).**

## 1.2 Krisegrenseverdier og andre restriksjoner

De høyeste grenseverdiene for næringsmidler og fôr til omsetning<sup>2</sup> som Mattilsynet midlertidig kan fastsette i en krisesituasjon (krisegrenseverdier), er fastsatt i atomberedskapsforskriften for næringsmidler<sup>3</sup>. Det norske næringsmiddelregelverket er harmonisert med EUs bestemmelser, og det

---

<sup>1</sup> Listen er hentet fra: Statens strålevern. [Roller, ansvar, krisehåndtering og utfordringer i norsk atomberedskap](#). StrålevernRapport 2012:5. Østerås: Statens strålevern, 2012.

<sup>2</sup> Definisjon av omsetning i matloven: «Besittelse med sikte på salg, utbud for salg, distribusjon, samt selve salget og enhver annen form for overdragelse med eller uten vederlag.»

<sup>3</sup> [Forskrift om høyeste midlertidige grenseverdier for radioaktiv forurensning i næringsmidler og fôr til omsetning, og eventuelt andre nødvendige restriksjoner etter matloven, som følge av en atomhendelse](#). Mattilsynet har mulighet til å fastsette krisegrenseverdier som er lavere enn de oppgitt i tabellen i en gitt hendelse, eller å ikke innføre krisegrenseverdier for enkelte stoffer eller kategorier. I praksis er det forventet at krisegrenseverdiene fra tabellen vil bli

samme er krisegrenseverdiene som er fastsatt i norsk lovgiving. Krisegrenseverdiene for næringsmidler er gjengitt i tabell 1.2.-1. Verdiene er satt slik at stråledosene til befolkningen fra radioaktiv forurensning i omsatte næringsmidler ikke skal overskride 1 mSv det første året etter hendelsen.

Hvis nivåene i mat og drikke risikerer å overskride de fastsatte krisegrenseverdiene, må det gjøres tiltak for å redusere forurensningsnivåene før produktene kommer på markedet (kapittel 3). Produkter over krisegrenseverdiene kan ikke selges, men må kasseres eller eventuelt få annet bruksområde (kapittel 5).

**Tabell 1.2-1.** Høyeste midlertidige grenseverdier for radioaktiv forurensning i næringsmidler (krisegrenseverdier) som omsettes, som Mattilsynet har myndighet til å innføre ved en atomhendelse som ventes å kunne medføre eller har medført vesentlig radioaktiv forurensning av næringsmidler. Les mer i fotnote 3. For fullstendige definisjoner av næringsmiddelkategoriene, se forskriftstekstens vedlegg 1.

Isotopgruppe	Næringsmiddel (Bq/kg)			
	Spedbarns- mat	Melke- produkter	Andre næringsmidler*	Flytende næringsmidler, inkludert drikkevann
Sum av isotoper av strontium, særlig Sr-90	75	125	750	125
Sum av isotoper av jod, særlig I-131	150	500	2 000	500
Sum av alfaaktive plutonium- og transplutoniumisotoper, særlig Pu-239 og Am-241	1	20	80	20
Sum av alle andre isotoper med en halveringstid på mer enn ti dager, særlig Cs-134 og Cs-137	400	1 000	1 250	1 000

\*Unntatt «mindre viktige næringsmidler», som krydder o.l., definert i vedlegg 2 i forskriften. For disse er krisegrenseverdiene 10 ganger høyere enn «Andre næringsmidler».

Atomberedskapsforskriften for næringsmidler tillater imidlertid høyere nivåer i mat dersom eksisterende forskrifter allerede tillater høyere nivåer enn verdiene gitt i tabell 1.2-1. Med dagens regelverk innebærer dette at tamrein, vilt og vill ferskvannsfisk vil ha en grenseverdi på 3000 Bq/kg for radioaktivt cesium også i krisesituasjoner<sup>4</sup>.

Forskriften gir også Mattilsynet myndighet til å iverksette andre nødvendige restriksjoner etter matloven som følge av en atomhendelse. Hvis forurensningsnivået gjør at det ikke er mulig å produsere mat innen de normale rammene, kan det bli aktuelt at myndighetene bruker økonomiske eller andre virkemidler for å sørge for virksomhetenes mulighet til å opprettholde drift en periode.

---

brukt direkte i den første, uoversiktlige perioden, og revurdert når situasjonen er kartlagt og mer oversiktlig. Ved en atomhendelse som også rammer resten av Europa er det ventet at EU vil innføre lignende regelverk som også vil gjelde Norge.

<sup>4</sup> Jf. [forskrift om visse forurensende stoffer i næringsmidler](#)

### 1.3 Roller og ansvar

Flere etater og aktører har en rolle knyttet å sikre trygg mat og drikke etter en atomhendelse. De viktigste aktørene og deres ansvarsområde knyttet til næringsmidler er vist i tabell 1.3-1.

**Tabell 1.3-1.** Aktører med direkte ansvar knyttet til i næringsmidler etter en atomhendelse.

Aktør	Ansvar knyttet til næringsmidler
Kriseutvalget for atomberedskap	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Skal sørge for koordinert innsats og informasjon fra myndighetene ved en atomhendelse.</li> <li>- Har i akutfasen av en atomhendelse fullmakt til å fatte beslutninger og gi pålegg om tiltak for å redusere konsekvenser, inkludert tiltak knyttet til sikring av næringsmidler.</li> <li>- Skal i senfasen gi faglig koordinerte råd angående mer langsiktige tiltak, for eksempel restriksjoner i produksjon og omsetning av matvarer.</li> <li>- De viktigste medlemmene på matområdet er Mattilsynet og DSA. DSA er også leder og er sekretariat for Kriseutvalget.</li> <li>- Vurderinger skal gjøres med faglig støtte fra Kriseutvalgets rådgivere. (Rådgivere på matområdet er her merket i grønt.)</li> </ul>
Mattilsynet	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Føre tilsyn med at virksomhetene overholder lovens bestemmelser og sikre trygg mat. Matloven gir de overordnede rammene for all matproduksjon.</li> <li>- Fastsette krisegrenseverdier i mat og drikkevann</li> <li>- Pålegge nødvendige tiltak og restriksjoner i matkjeden.</li> <li>- Gi veiledning knyttet til tiltak.</li> <li>- Gi kostholdsråd i samarbeid med DSA og Helsedirektoratet.</li> </ul>
Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet (DSA)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lede norsk atomberedskap.</li> <li>- Kompetanse om radioaktivitet og stråling, inkludert tiltak og målinger av radioaktivitet i næringsmidler.</li> <li>- Bistå med råd i vurderinger om tiltak og kostholdsråd.</li> <li>- Sikre at stråledoser til befolkningen er på akseptabelt nivå.</li> <li>- Koordinere de nasjonale måleressursene.</li> </ul>
Helsedirektoratet	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bistå med råd i vurderinger om tiltak og kostholdsråd.</li> </ul>
Landbruksdirektoratet	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sørge for beredskapslagre og innkjøpsavtaler for berlinerblått.</li> <li>- Oversikt over landbrukseiendommer og matproduksjon.</li> <li>- Forvalte erstatningsordninger mv.</li> </ul>
Folkehelseinstituttet (FHI)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kompetanse om helseeffekter av stråling.</li> <li>- Kompetanse om overvåking av helseeffekter (psykiske/fysiske).</li> <li>- Erfaring med kommunikasjon ved større hendelser.</li> <li>- Kompetanse om vannbehandling og tiltak ved hendelser.</li> </ul>
Veterinærinstituttet	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kompetanse i overvåking av dyrepopulasjoner, fôr og mat.</li> <li>- Kompetanse om dyrehelse og farer knyttet til ulike agens, inkludert radioaktive stoffer, som kan overføres via animalske næringsmidler.</li> <li>- Kompetanse i måling av radioaktivitet i næringsmidler og fôr.</li> </ul>
Miljødirektoratet	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kompetanse om jakt, fiske og friluftsliv.</li> </ul>
Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kompetanse om radioaktiv forurensing i jord og plantevekster, jorddata, landbruksdrift, jordkjemi og jordanalyser.</li> </ul>
Norsk miljø- og biovitenskapelige institutt (NMBU)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kompetanse om radioøkologi, konsekvensvurderinger av og tiltak mot radioaktiv forurensing i mat, kildekarakterisering av radioaktive stoffer.</li> <li>- Kompetanse og kapasitet for prøvetaking, prøveopparbeiding og måling av radioaktivitet i næringsmidler.</li> <li>- Kompetanse i kommunikasjon av risiko og tiltak.</li> </ul>
Havforskningsinstituttet	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kompetanse om radioaktivitet i det marine miljø og sjømat.</li> <li>- Kompetanse om fiskeribiologi og oseanografi.</li> <li>- Kapasitet for prøvetaking, prøveopparbeiding og måling av radioaktivitet i prøver fra marint miljø.</li> </ul>
Fiskeridirektoratet	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kompetanse om fiskeri og havbruksforvaltning.</li> <li>- Register over akvakulturlokalteter og -tillatelser mv.</li> </ul>
Statsforvalterne	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Representerer Kriseutvalgets regionale ledd i krisehåndtering.</li> <li>- Påse regional koordinering og ha egne regionale fora for atomberedskap.</li> </ul>
Virksomhetene	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sørge for at maten de leverer til omsetning er trygg.</li> <li>- Følge pålegg fra myndighetene og anbefalinger knyttet til tiltak.</li> </ul>



## 1.4 Prøvetaking og måling

Kunnskap om nivåene av radioaktivitet i mat og drikke er avgjørende for å vite i hvilke områder og matvarer tiltak er nødvendig. Målekapasiteten vil imidlertid være begrenset, spesielt dersom vi får et nedfall over store områder (se kapittel 2).

I første omgang er det DSA og Mattilsynet som vil organisere prøvetaking og analyser av radioaktiv forurensning i næringsmidler for å kartlegge situasjonen og vurdere behov for tiltak. Med andre ord legges det ikke opp til at virksomhetene selv skal organisere prøvetaking og analyser den første perioden etter et nedfall. DSA og Mattilsynet kan likevel be virksomhetene om bistand til prøvetaking og -innsending. Hvis dette blir aktuelt, vil virksomhetene bli kontaktet og gis nødvendige prosedyrer.

Mer om prøvetaking og måling er beskrevet i DSA og Mattilsynets felles rapport «Prøvetaking og måling av næringsmidler ved en atomhendelse» [under utarbeidelse].

## 1.5 Om denne rapporten

### Utarbeidelse

Denne rapporten er utarbeidet av Mattilsynet og DSA som en oppfølging av vår felles Strategi for håndtering av radioaktivitet i næringsmidler 2021-2025. Viktige bidrag til denne rapporten også gitt fra relevante rådgivere til Kriseutvalget for atomberedskap, bransjeorganisasjoner og utvalgte virksomheter. Sammen har vi kommet frem til de mest aktuelle tiltakene og rådene.

Utgangspunktet har vært våre erfaringer fra Tsjernobyl-ulykken (faktaboks 1) og tiltak vurdert som aktuelle i andre land og gjennom internasjonalt arbeid, spesielt EURANOS-håndbøkene<sup>5</sup> (nærmere referanser i vedlegg A). Tiltakene er ansett som aktuelle i Norge dersom de er vurdert å kunne være effektive, praktisk gjennomførbare og akseptable under norske forhold.

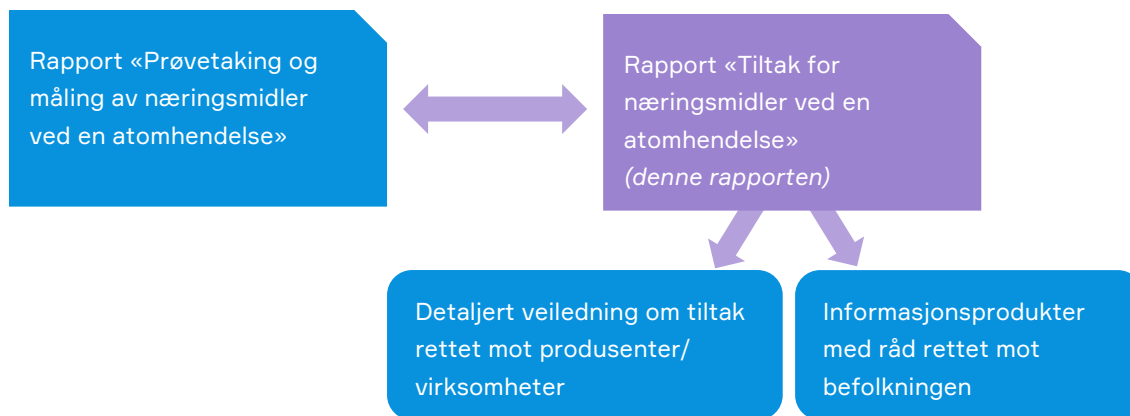
Dersom myndighetene vurderer at det er behov for å innføre tiltak, vil det kun være et utvalg av de beskrevne tiltakene som blir benyttet. Valget av tiltak må tilpasses situasjonen, og vil avhenge av faktorer knyttet til nedfallets sammensetning, årstid, rammede områder og produksjoner av ulike næringsmidler. Forhold som vil påvirke valg av tiltak i den gitte situasjonen er beskrevet nærmere i kapittel 2.

Denne rapporten er en av flere informasjonsprodukter om atomberedskap og næringsmidler som utarbeides av DSA og Mattilsynet gjennom den nevnte strategien. Dokumentene refererer til hverandre og bør ses i sammenheng (se figur 1.5-1). Denne rapporten vil oppdateres med nye henvisninger etter hvert som nye produkter ferdigstilles.

Denne rapporten legger til grunn at leseren allerede har grunnleggende kunnskap om radioaktivitet og stråling. Det henvises til litteraturlisten i vedlegg A for innføring i disse temaene ved behov (f.eks. Harbitz og Skuterud 1999, kapittel 1).

---

<sup>5</sup> Nisbet, AF m.fl. "[Generic Handbook for Assisting in the Management of Contaminated Food Production Systems in Europe following a radiological emergency v2](#) og Brown J, Hammond DJ og Kwakman P. "[Generic handbook for assisting in the management of contaminated drinking water in Europe following a radiological emergency Version 2](#)."



**Figur 1.5-1.** Rapportene om måling og tiltak er tett knyttet sammen: Måledata gir vurderingsgrunnlaget for innføring, justeringer og avvikling av tiltak underveis i håndteringen. Iverksatte tiltak påvirker igjen behovet for målinger og oppfølging av disse næringsmidlene. Detaljert veiledning rettet mot produsenter/virksomheter er under utarbeidelse for aktuelle tiltak beskrevet i denne rapporten (kapittel 3). Lesere av denne rapporten vil henvises til veiledningen for detaljert informasjon om hvordan tiltak vurderes og gjennomføres når dette er klart. Denne rapporten beskriver også råd som det kan være aktuelt å gå ut med til befolkningen, avhengig av situasjonen (kapittel 4). Informasjonsprodukter med disse rådene rettet spesielt mot befolkningen er også under utarbeidelse.

### Målgruppe

Denne rapporten er først og fremst beregnet på aktører innen atomberedskapsorganisasjonen – inkludert medlemmer og rådgivere til Kriseutvalget, samt statsforvalterne – for å gi en oversikt over aktuelle tiltak og tydeliggjøre handlingsrommet som finnes etter en hendelse. Atomberedskapsorganisasjonen må være kjent med hvilke tiltak som kan iverksettes, og planlegge sin beredskap utfra dette.

Virksomheter og bransjeorganisasjoner vil også ha nytte av en oversikt over hvilke tiltak myndighetene mener er aktuelle, slik at de i best mulig grad kan forberede seg. Mer detaljert veiledning om tiltak som retter seg spesifikt mot produsentene, vil bli utarbeidet separat (se figur 1.5-1).

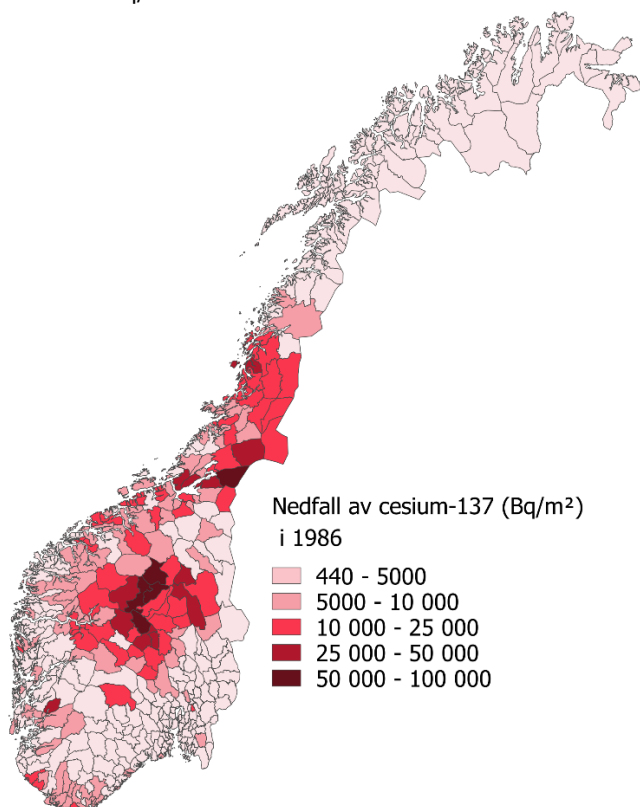
### Tidsramme

Det er i de første ukene etter en hendelse at det er viktigst å ha et forhåndsutarbeidet planverk. På lengre sikt har man bedre oversikt over forurensingssituasjonen og kan bedre tilpasse tiltak etter de gjeldende forholdene. Denne rapporten er begrenset til tiltak og råd som er aktuelle i løpet av den første vekst- og slaktesesongen etter hendelsen.

## Faktaboks 1: Erfaringer fra Tsjernobyl-ulykken

Den 26. april 1986 eksploderte en av reaktorene ved kjernekraftverket i Tsjernobyl. Luftstrømmer med radioaktiv forurensning nådde også Norge. Nedfallet kom i løpet av noen dager i månedsskiftet april/mai, som var før eller svært tidlig i vekstsesongen. Få nyttevekster ble utsatt for direkte nedfall.

Områdene der det regnet i denne perioden, ble mest forurenset. Gjennomsnittlig nedfall av cesium-137 per kommune varierte fra nær 0 til ca. 100 000 Bq/m<sup>2</sup>.



Det ble målt svært høye nivåer, spesielt av radioaktivt cesium, i enkelte matvarer. Radioaktivt jod er kortlivet og forsvinner i løpet av få uker. Siden vekst- og beitesesongen enda ikke var i gang, rakk ikke jod å utgjøre noe stort problem i matkjeden. Radioaktivt strontium faller først og fremst ned i nærområdet til en reaktorulykke, og det ble ikke målt høye nivåer i Norge etter Tsjernobyl-ulykken. Med andre ord var det radioaktivt cesium som ga størst konsekvenser.

### Tiltaksgrenser i 1986

Radioaktivt cesium	Melk og barnemat	370 Bq/kg
	Øvrige næringsmidler	600 Bq/kg
	Tamrein (fra nov. 1986)*	6000 Bq/kg
Jod-131	Alle næringsmidler	1000 Bq/kg

\*6000 Bq/kg utvidet til vilt og vill ferskvannsfisk juli 1987.

Alle tre kategorier satt ned til 3000 Bq/kg i 1994.

### Gjennomførte tiltak

Mat som inneholdt mer enn datidens tiltaksgrenser, måtte kasseres. I 1986 ble 10% av sauekjøtt og nesten 30% av tamreinkjøtt kassert. Også melk, storfekjøtt og noe salat ble kassert. Arbeidet startet raskt med å utvikle tiltak mot radioaktivt cesium for å redusere innholdet i spesielt melk og kjøtt, og dermed begrense kassering og økonomiske tap. Tiltak som ble igangsatt var:

- Nedfôring - sau, tamrein, noe storfe
- Endret slaktetidspunkt – tamrein
- Endret beiteområde – tamrein
- Målinger av levende dyr – sau, rein
- Tilsetning av bentonitt i kraftfôr – sau, melkedyr, tamrein. Fra 1989 ble bentonitt i fôr erstattet med berlinerblått i saltslikkestein, kraftfôr og vomtabletter.
- Anbefalinger om pløying og gjødsling
- Kostholdsråd
- Egen oppfølging av reindriftsutøvere

### Radioaktivt cesium i næringsmidler i 1986

Tabellen under viser hvilke konsentrasjoner som ble målt i ulike næringsmidler i 1986. Dersom nedfallet hadde kommet noen uker senere, ville konsentrasjonen i mange matplanter og fôrvekster – og dermed melk og kjøtt – blitt langt høyere det første året.

Næringsmiddel	Representativ verdi (Bq/kg)	Høyeste målte verdi (Bq/kg)
<b>Drikkevann</b>		
Cisternevann	-	10 000
Grunnvann	-	<5
Små, grunne innsjøer	-	40
Store, dype innsjøer	-	<10
<b>Animalske produkter</b>		
Storfekjøtt	100	1500
Saukjøtt	300	Over tiltaksgrense
Svin	10	60
Reinkjøtt	1500	70 000
Annet viltkjøtt	300	7500
Kumelk	20	Ca. tiltaksgrense
Geitemelk	70	Over tiltaksgrense
Egg	5	<30
Honning	-	1700
Saltvannsfisk	10	50
Ferskvannsfisk	600	30 000
<b>Matplanter og sopp</b>		
Frukt, bær, grønnsaker	10	Over tiltaksgrense i salat på friland
Poteter, korn, ris	5	3 (gjelder korn)
Vill sopp	-	>2000

Data fra Helsedirektoratets rapport «Radioaktivitet i næringsmidler 1986». Fargede celler viser nivåer over de gjeldende tiltaksgrensene i 1986. «Representativ verdi» er noe skjønsmessig estimert for å beregne stråledoser til den norske befolkningen. NB: I bl.a. rein, sau og sopp har det blitt påvist høyere nivåer i årene etter 1986.

## 2 Valg av tiltak og tiltaksstrategier

Det vil aldri være aktuelt å innføre alle tiltakene beskrevet i denne rapporten. Hvorvidt tiltak er nødvendig, og hvilke av tiltakene som i så fall er mest hensiktsmessige, må alltid vurderes utfra den gjeldende situasjonen. Dersom feil tiltak blir iverksatt, eventuelt på feil tidspunkt, vil dette gi unødvendige kostnader og kan i verste fall virke mot sin hensikt.

Før man velger å innføre tiltak, er det viktig å ha vurdert:

- Er det mest hensiktsmessig å vente på mer sikkert kunnskapsgrunnlag, eller bør man handle umiddelbart?
- Er det sannsynlig at næringsmidler eller fôr i noen områder uansett må kasseres, selv om tiltak innføres?
- Er det sannsynlig at nivåene vil gå betydelig ned før planlagt høstetidspunkt pga. naturlige prosesser, selv uten tiltak?

Når det er fastslått at det faktisk er behov for tiltak for å hindre overskridelser av krisegrenseverdiene i næringsmidler, må myndighetene velge fra mulige tiltak (kapittel 3). Mange forhold kan ha betydning for hvilke tiltak som er aktuelle i en gitt situasjon, og er beskrevet mer utfyllende kapittel 2.1–2.8. Riktige vurderinger forutsetter fagkunnskap om både radioøkologi og næringsmiddelproduksjon.

Hvor inngripende tiltakene er, må være en viktig del av vurderingen når man skal velge blant flere aktuelle tiltak. Man bør som utgangspunkt velge tiltakene som har minst økonomiske og samfunnsmessige konsekvenser, men som likevel er tilstrekkelig effektive.

Det kan være behov for å kombinere flere ulike tiltak for samme type næringsmiddel for å oppnå større reduksjon eller for å kunne motvirke flere ulike stoffer. I noen tilfeller er denne effekten spesielt god. Der kombinasjon av spesifikke tiltak er kjent å gi en særlig god effekt, er dette nevnt i kapittel 3.

Tiltaksstrategien må revideres og justeres etter hvert som situasjonen blir bedre kartlagt og nye måleresultater av næringsmidler blir tilgjengelig. Dette inkluderer målinger for å vurdere effekten av iverksatte tiltak.

### 2.1 Type hendelse

#### Planleggingsscenarier for norsk atomberedskap

Regjeringen har vedtatt seks generelle planleggingsscenarier (også kalt *dimensjonerende scenarier*) som atomberedskapen i Norge skal kunne håndtere<sup>6</sup>:

1. Stort luftbåret utslipp fra anlegg i utlandet som kan komme inn over Norge og berøre store eller mindre deler av landet
2. Luftbåret utslipp fra anlegg eller annen virksomhet i Norge
3. Lokal hendelse i Norge eller norske nærrområder uten stedlig tilknytning
4. Lokal hendelse som utvikler seg over tid

---

<sup>6</sup> Scenariene er beskrevet med eksempler i [StrålevernInfo 1:2014 «Scenarier for planlegging av norsk atomberedskap og krisehåndtering»](#).

5. Stort utslipp til marint miljø i Norge eller i norske nærrområder, eller rykte om betydelig marin forurensning
6. Alvorlige hendelser i utlandet uten direkte konsekvenser for norsk territorium

I tillegg er et nytt scenario som omfatter bruk av kjernefysiske våpen nær eller på norsk territorium under utredning.

### Ulike hendelser krever ulike tiltak

Hendelser innenfor planleggingsscenariene 1, 2 og 3 er de som det er mest sannsynlig at vil kunne utløse behov for tiltak i norsk næringsmiddelproduksjon. Ulike hendelser kan være vidt forskjellige også innenfor hvert planleggingssenario. Særlig typen anlegg/kilde og utslippssted vil legge rammene for hvilke radioaktive stoffer, forurensningsnivåer og geografisk omfang som kan forventes i Norge (se senere delkapitler).

Et kjent eksempel på en scenario 1-hendelse er reaktorulykken i Tsjernobyl. Et annet eksempel vil være en ulykke ved et gjenvinningsanlegg for brukt kjernebrensel i utlandet (for eksempel Sellafield-anlegget). Felles for begge er at de potensielt kan føre til konsekvenser for næringsmiddelproduksjon over store deler av Norge. Sammensetningen av stoffer vil imidlertid være ulikt: En reaktorulykke kan gi utslipp av radioaktivt jod og cesium over et stort område, mens blant annet strontium vil hovedsakelig følge brenselpartikler, og falle ned i nærområdet til utslippsstedet. Ved utslipp fra et lager eller gjenvinningsanlegg for brukt kjernebrensel ville det *ikke* være store utslipp av kortlivede radioaktive stoffer, som jod.

Hendelser innenfor planleggingssenario 2 eller 3 vil sannsynligvis ikke ramme store deler av Norge, men kan til gjengjeld gi høyere forurensningsnivåer lokalt enn ved scenario 1. Et eksempel på en slik alvorlig hendelse vil være et luftbårent utslipp fra en alliert atomubåt i norsk havn<sup>7</sup> (scenario 2) eller langs norskekysten (scenario 3). Ved slike typer ulykker kan det i verste fall bli høye strålingsnivåer i nærområdet og være aktuelt med tiltak for befolkningen lokalt (kapittel 2.3).

En scenario 5-hendelse med stort radioaktivt utslipp til havet er ikke ventet å gi høye nivåer i sjømat, men vil først og fremst føre til omdømmeproblematikk. Tiltak for å redusere nivåene er i liten grad aktuelle (se kapittel 3.G). Hendelser innenfor scenario 4 og 6 er mindre relevant for norsk næringsmiddelproduksjon.

Scenariet med kjernevåpen på eller nær norsk territorium er, som nevnt, under utredning og er derfor ikke nærmere vurdert i denne rapporten. Bruk av taktiske kjernevåpen vil først og fremst gi forurensningsproblemer lokalt. Bruk av slike våpen utenfor Norges grenser vil derfor gi langt mindre konsekvenser for norsk næringsmiddelproduksjon enn større hendelser innenfor planleggingssenario 1–3.

---

<sup>7</sup> Ett slikt scenario er beskrevet i DSA Teknisk dokument nr. 20 [Konsekvensvurderinger for scenarier knyttet til anløp av reaktordrevne fartøy til Grøtsund](#)

## 2.2 Utslippssted og forurensningsnivå

Hvor høyt forurensningsnivå som kan ventes i mat og miljø, styres i stor grad av typen hendelse, avstand til utslippsstedet og vær-situasjonen.

Ved et luftbårent utslipp i utlandet (scenario 1) kan det ta fra timer opptil noen få dager før det radioaktive utslippet når Norge. Foruten geografisk avstand, er vindretning og vindstyrke avgjørende for ankomsttid. Hvor lang ankomsttiden er, har betydning for hvilke tiltak man rekker å utføre eller forberede før nedfallet. Hvis man ikke rekker å gjennomføre alle ønskelige tiltak, må man prioritere hvilke produkter det er viktigst å sikre. Ved hendelser innenfor eller nært Norges grenser vil ankomsttiden være kort, med begrenset mulighet for forberedelse.

Nivåene som måles eller forventes i næringsmidler er naturligvis direkte avgjørende for hvorvidt tiltak må innføres for å redusere innholdet til under krigsgrenseverdiene. Hvor store overskridelsene er, avgjør hvor mange eller hvor kraftige tiltak som er nødvendig.

Områder hvor det kommer nedbør mens de forurensede luftmassene passerer, vil få høyere forurensningsnivåer enn områder hvor det er oppholdsvær. Nedbør hadde stor betydning for nedfallsmønsteret etter Tsjernobyl-ulykken og bidro til store lokale forskjeller i forurensningsnivåer.

## 2.3 Hensyn til tiltak rettet mot befolkningen

Ved et svært høyt forurensningsnivå kan det bli aktuelt med tiltak rettet direkte mot befolkningen i et begrenset område – f.eks. evakuering, avsperring av områder, eller melding til befolkningen om å oppholde seg innendørs (unngå unødvendig utendørsopphold) i inntil to døgn. Dette kan påvirke produsentenes evne til å gjennomføre tiltak i næringsmiddelproduksjon. God dyrevelferd må sikres så langt som overhodet mulig også hvis det innføres tiltak for befolkningen: Produsenter må f.eks. fortsatt gi nødvendig stell og ev. ta nødvendige prøver (kapittel 1.4) også ved melding om innendørsopphold. Ved evakuering har dyreeiere fremdeles ansvar for å ivareta forsvarlig dyrevelferd så langt det er mulig.

Hvis det er høye strålingsnivåer i området, bør stråledoser til personer som skal gjennomføre tiltak utendørs, tas i betraktning. Det kan også være aktuelt med åndedrettsvern for å begrense inhalasjon av radioaktive stoffer. DSA har laget en veileder for arbeidsgivere og yrkesgrupper med kritiske samfunnsfunksjoner ved råd om innendørsopphold pga. radioaktivt utslipp til luft<sup>8</sup>.

## 2.4 Type radioaktive stoffer

Hvilke radioaktive stoffer forurensningen består av, er avgjørende for hvilke tiltak som er aktuelle. Noen tiltak er rettet spesifikt mot enkeltstoffer, som jod eller cesium, og er kun aktuelle dersom disse stoffene forventes å overskride krigsgrenseverdiene.

Det er først og fremst radioaktive stoffer som ligner næringsstoffer, som tas opp i planter og dyr (se faktaboks 2). Stoffer som ikke tas opp i næringskjedene i særlig grad, vil kunne utgjøre et problem kun i

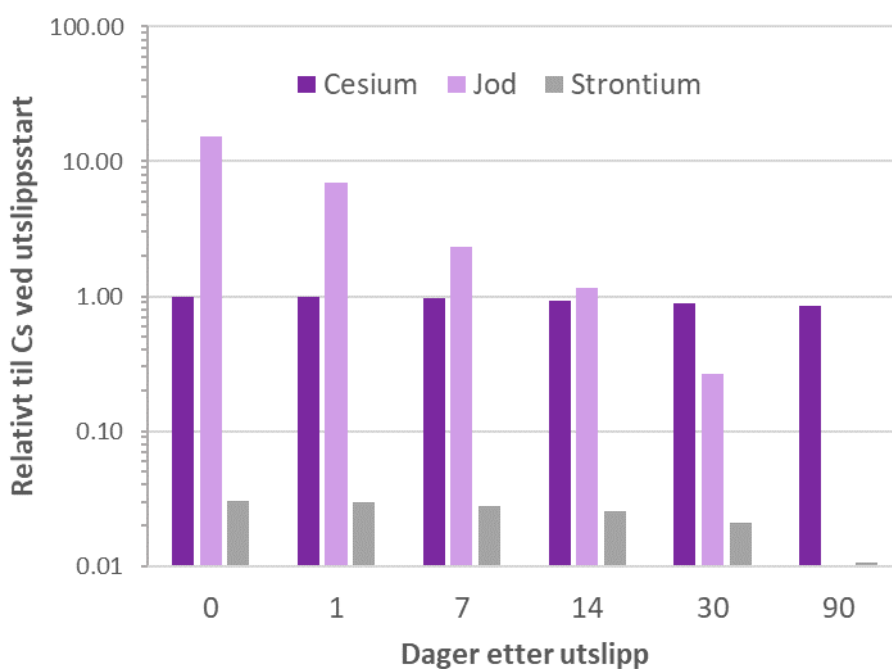
---

<sup>8</sup> [Veiledning til arbeidsgivere og yrkesgrupper med kritiske samfunnsfunksjoner ved råd om innendørsopphold pga. radioaktivt utslipp til luft](#)

næringsmidler som er utsatt for direkte nedfall – først og fremst i overflatevann og matplanter som vokser over jorden (utdekket på friland).

Hvis det er en stor andel kortlivede radioaktive stoffer i nedfallet, bør man ta hensyn til at disse vil forsvinne raskt. Man må da vurdere om det er mest hensiktsmessig å innføre tiltak kun for en kort periode. Alternativet vil være å vente med å omsette produktene til nivåene er redusert, hvis mulig, eller å velge å kassere produktene i en kort periode, frem til nivåene er under krigsegrensverdiene.

Figur 2.4-1 viser et eksempel på hvordan forholdet mellom radioaktivt cesium, jod og strontium i nedfallet vil endre seg de første tre månedene etter et tenkt reaktorutslipp. Konsentrasjonen av radioaktivt jod er opprinnelig drøyt ti ganger høyere enn for radioaktivt cesium. Etter ca. to uker er mengden radioaktivt jod redusert til ca. 1/10 og etter tre måneder er det nærmest borte. Utslipet av radioaktivt strontium vil være lavere enn jod og cesium.



**Figur 2.4-1.** Figuren viser en forenklet oversikt over forholdet mellom radioaktivt cesium, jod og strontium i et reaktorutslipp og hvordan dette forholdet utvikler seg over tid (obs: logaritmisk skala). Forholdet er vist som relative verdier til mengden radioaktivt cesium ved utslipstidspunktet. Isotoper som er inkludert er cesium-134, -136 og -137; jod-131, jod-132/tellur-132 og jod-133; og strontium-89 og -90. Eksemplet er basert på et stort utslipp ved et svensk kjernekraftverk<sup>9</sup>. De faktiske forholdene vil avhenge av situasjonen – dette er bare et illustrerende eksempel.

<sup>9</sup> SSM 2017:27 [Översyn av beredskapszoner. Bilaga 3 – Kärnkraftverken.](#)

## Faktaboks 2: Hvordan blir landbruksprodukter forurenset etter radioaktivt nedfall?

### Prosesen i miljøet

Radioaktive stoffer fra et nedfall lander først som et lag på alle typer overflater, inkludert på planter og jord. Stoffene transporteres etter hvert nedover i jorda og/eller ut i vassdragene.

### To forurensningsmekanismer

Næringsmidler forurennes via to hovedmekanismer:

- **Forurensning direkte på overflaten.** Skjer umiddelbart etter nedfallet. Gjelder vekster og drikkevann. Aktuelt for alle radioaktive stoffer i nedfallet.
- **Aktivt opptak i organismer.** Skjer over tid. Gjelder vekster og dyr. Det er først og fremst radioaktive varianter av næringsstoffer, eller av grunnstoffer som ligner næringsstoffer, som blir tatt opp. De viktigste eksemplene er:
  - Cesium (ligner kalium)
  - Strontium (ligner kalsium)
  - Jod (mikronæringsstoff)

### Planter

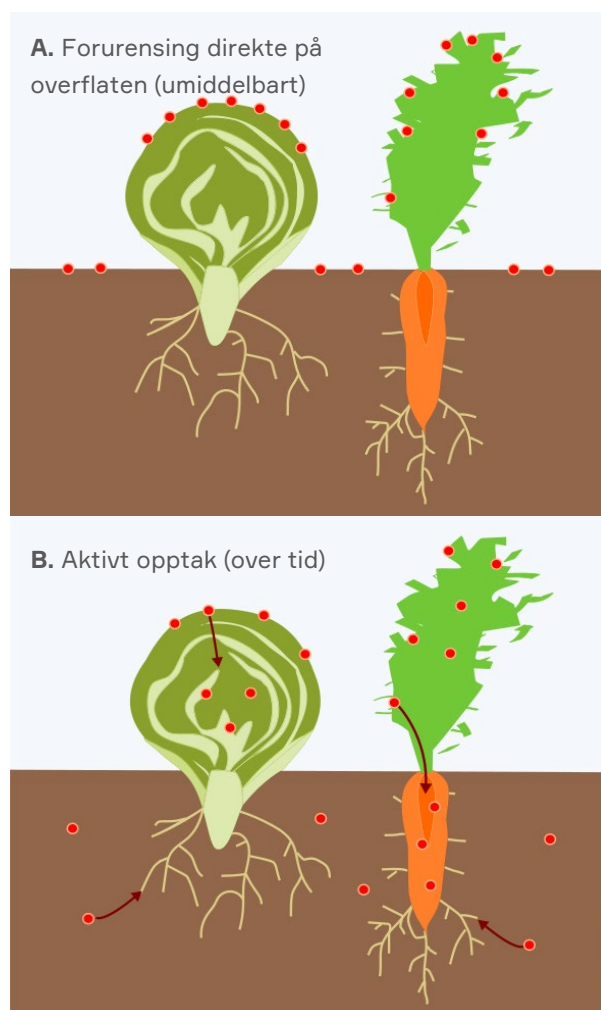
Planter som står utildekket ute når nedfallet skjer, blir umiddelbart forurenset av radioaktive partikler og/eller gasser (figur A). Dette kan gi høye forurensningsnivåer i plantedeler som vokser over bakken.

Radioaktive partikler og løste ioner på bladoverflater o.l. fjernes etter hvert med vær og vind. I tillegg vil konsentrasjonen fortynnes hos planter som vokser seg større etter nedfallet. Hvor man er i vekstsesongen, vil derfor også ha betydning.

Gradvis vil løste radioaktive stoffer som ligner næringsstoffer tas aktivt opp i planten (figur B):

- Enkelte stoffer tas opp direkte gjennom overflaten av blader, skall osv. og transporteres til indre deler av planten. Mest viktig for cesium. Skjer ila. dager til uker.
- Etter hvert vil også radioaktive stoffer tas opp av røttene og forurense planten innenfra. Dette vil kunne få betydning i løpet av dager til uker etter nedfallet. Opptak gjennom røttene vil være den dominerende forurensningsmekanismen på lang

sikt (år). Fordi relevante isotoper av jod har kort halveringstid, vil opptak gjennom røttene være viktigst for cesium og strontium.



Alle typer radioaktive stoffer i nedfallet forurenser overflaten på planter umiddelbart etter nedfallet (A). Enkelte stoffer vil etter hvert tas opp gjennom røtter og ev. blader, og forurense indre deler av planten (B).

### Melk og kjøtt

Når dyr spiser forurensete planter, blir de radioaktive stoffene som ligner næringsstoffer, aktivt tatt opp i fordøyelsessystemet og transportert på lignende måte som de respektive næringsstoffene:

- Mesteparten av cesiumet går til kjøtt
- Mesteparten av strontiumet går til bein
- Melk inneholder både jod, cesium og strontium.



## 2.5 Tid på året

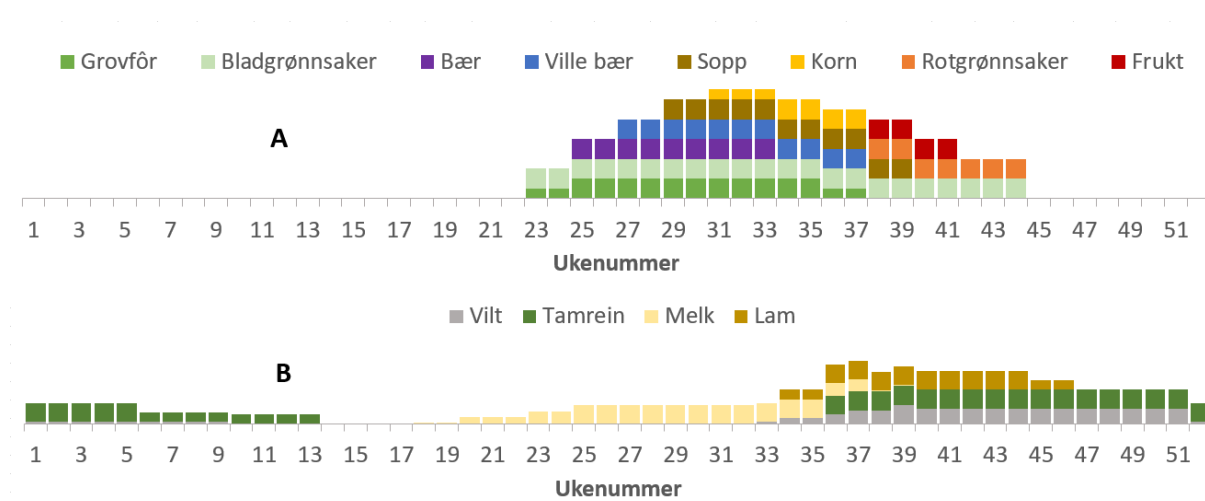
### Tiltakstidspunkt

Forskjellige tiltak er relevante kun ved visse tider av året. For eksempel er noen tiltak rettet mot jordbearbeiding før eller tidlig i vekstperioden, mens andre er rettet mot reduksjon av nivåer i høsteklare planter eller slakteklare dyr.

### Nedfallstidspunkt

Tidspunktet for et nedfall har stor betydning for hvilke tiltak som bør vurderes. Dette er først og fremst fordi direkte forurensning på overflaten av beitevekster og matplanter gir høyere forurensningsnivåer enn dersom nedfallet skjer utenfor vekstsesongen (se Faktaboks 2). Hvor lang tid som gjenstår før planlagt høsting eller slakting, er også avgjørende for om enkelte tiltak vil rekke å gi effekt.

Figur 2.5-1 viser omtrentlig tidspunkt i Norge for høsting av ulike matvarer som sannsynligvis kan bli utsatt for betydelig forurensning. Innendørs produksjon er derfor ikke vist. Vekstsesongen varierer noe mellom landsdeler.



**Figur 2.5-1.** (A) Høsteperiode for vegetabiliske produkter og (B) slakteperiode for beitedyr (sau, reinsdyr), jaktperiode for vilt (basert på elg, hjort, rådyr, villrein, hønsefugl) og melk fra dyr (ku og geit) som beiter ute. Kvadratiske ruter viser at sesongen er i gang for fullt. Mindre ruter indikerer at sesongen bare så vidt påbegynt eller er i ferd med å avsluttes – ev. bare foregår i noen få områder.

## 2.6 Berørte områder

Hvilket område som blir rammet av nedfall, og hvor stort området er, vil få betydning for hvilke tiltak det er relevante å gjennomføre. For det første varierer det hvilke typer næringsmidler som produseres i ulike regioner i Norge, og tiltakene må naturligvis tilpasses typene produksjoner som er berørt.

Hvor stort geografisk område som blir rammet, påvirker tilgangen til målinger og ev. begrensede ressurser som trengs for å gjennomføre tiltak (kapittel 2.7). Dersom en stor andel av norsk næringsmiddelproduksjon rammes, vil det være et viktig mål å sikre tilstrekkelig matproduksjon. Ved en lokal hendelse med høy forurensningsgrad i et lite område, kan det være mindre aktuelt å bruke store ressurser på å unngå kassering.

I noen områder i Norge er det allerede betydelige nivåer av cesium-137 fra Tsjernobyl-ulykken i miljøet og enkelte matvarer, blant annet i sau, rein og viltvoksende sopp (se faktaboks 1). I disse områdene skal det langt mindre nedfall til før krigsgrenseverdiene overskrides, sammenliknet med andre regioner.

## 2.7 Begrensende ressurser

Noen tiltak krever ressurser som det kan bli begrenset tilgang på. Eksempler kan være cesiumbindere (berlinerblått), kaliumgjødsel eller rent fôr. Hvis store områder er rammet av nedfall, kan det bli nødvendig å prioritere hvilke produkter eller områder som skal få tilgang til slike ressurser. Eksempler på ulike prioriteringskriterier kan være å sikre tilgang til basismatvarer eller å minimere økonomiske tap. Ved begrensninger i slike ressurser er det også viktig å optimalisere tidspunktet for bruk, for å sikre maksimal effekt med det som er tilgjengelig.

I de første dagene og ukene etter et nedfall vil myndighetene måtte prioritere hvilke næringsmidler det er viktigst å måle først (se «Prøvetaking og måling av næringsmidler ved en atomhendelse» [under utarbeidelse]). Det er også mulig å innføre restriksjonstiltak som et alternativ til å måle produktene i en periode. For eksempel kan myndighetene prioritere å kartlegge nivåene i basismatvarer og drikkevann i den første fasen, fremfor å bruke målekapasitet til på vilt og andre utmarksprodukter. (Da kan man som tiltak velge å innføre restriksjoner på jakt og sanking i en periode, til man har måleressurser nok til å kartlegge forurensningen også i utmarksprodukter. En annen mulighet kan være å fryse ned produktene og analysere når kapasiteten er bedre.)

## 2.8 Tilgjengelig beslutningsgrunnlag

Mengden kunnskap som er tilgjengelig for å vurdere behovet for tiltak, vil utvikle seg over tid. I de første timene og dagene vil det være store usikkerheter knyttet til tilgjengelig informasjon, både når det gjelder mengden utslipp og meteorologiske forhold (kapittel 2.3). Man bør være forsiktig med hvilke tiltak som gjennomføres på begrenset beslutningsgrunnlag. Tiltak som eventuelt iverksettes basert på usikker informasjon, bør derfor være lite inngripende og kreve rask gjennomføring for å være effektive. Hvis tiltakene ikke haster, kan det være hensiktsmessig å vente på mer sikker informasjon.

### 2.8.1 Utvikling av kunnskapsgrunnlag over tid

Umiddelbart etter en atomhendelse vil mulig berørte områder identifiseres ved bruk av atmosfæriske spredningsprognoser. På grunn av betydelige usikkerheter i utslipps- og værprognoser vil estimert nedfall av radioaktive stoffer være tilsvarende usikkert. Tidlige målinger fra utlandet kan gi nyttig informasjon. Under og rett etter nedfall i Norge vil man raskt ha måldata om ekstern gammastråling (Radnett<sup>10</sup> og Sivilforsvarets Radiac-patroljer<sup>11</sup>). Det vil også gjøres målinger av radioaktive stoffer i luft, som kan brukes til å fastslå sammensetningen av nedfallet mer detaljert.

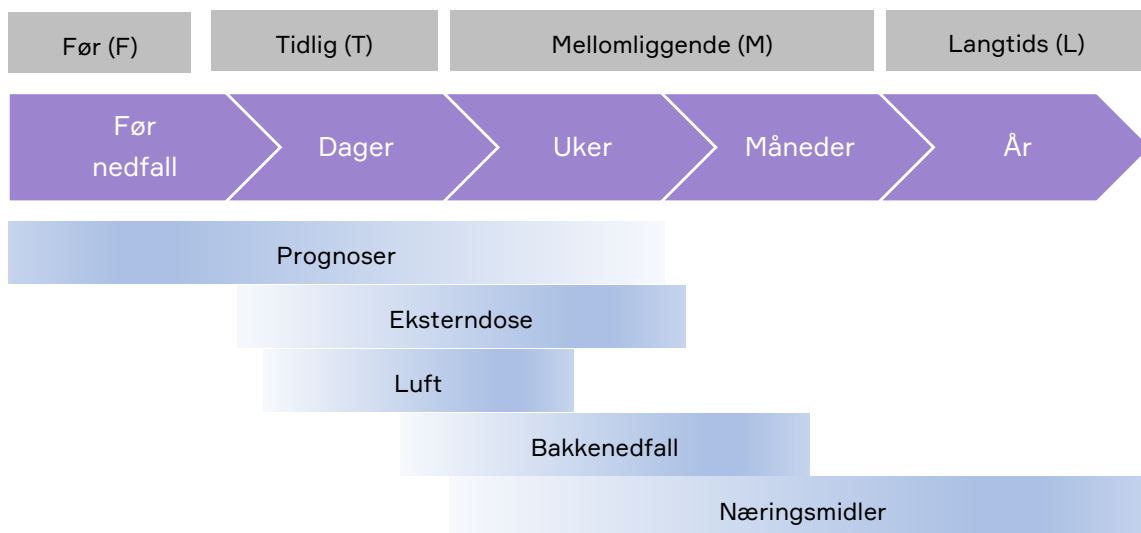
---

<sup>10</sup> Radnett er et landsdekkende nettverk av 33 stasjoner som kontinuerlig overvåker radioaktiviteten i omgivelsene. De nyeste målingene er tilgjengelig på [radnett.dsa.no](http://radnett.dsa.no).

<sup>11</sup> Radiac-målepatroljer er en landsdekkende mobil ressurs som kan måle radioaktivitet i omgivelsene og bistå med prøvetaking ved en atomhendelse. Les mer om både Radnett, radiac-tjenesten og luftmålinger i [DSA-rapport 2022-4 «Overvåking av radioaktivitet i omgivnadene 2021»](#).

Resultatene fra alle målinger som gjøres, vil gi et stadig mer utfyllende bilde av situasjonen. Den samlede kunnskapen utgjør beslutningsgrunnlaget for hvorvidt tiltak bør innføres, justeres eller fjernes i ulike områder.

Et anslag på når forskjellig informasjon kan ventes å være tilgjengelig etter et stort nedfall (tilsvarende Tsjernobyl-ulykken), er summert opp i figur 2.8-1. For mer om prognoser og situasjonskartlegging henvises det til rapporten «Prøvetaking og målinger for næringsmidler» [under utarbeidelse].



**Figur 2.8-1:** Generell oversikt som viser hvor lenge etter et utslipp ulike typer data som vil være tilgjengelig. Tidsskalaen er aktuell for en større hendelse som berører store områder, f.eks. Tsjernobyl-ulykken. Ved mer lokale hendelser vil det ta kortere tid å kartlegge situasjonen. Begrepene «tidlig», «mellomliggende» og «langtidsfase» er brukt i EURANOS-håndbøkene for å angi hvor lenge etter et nedfall ulike tiltak er aktuelle.

### 2.8.2 Første tiltaksvurderinger basert på nedfall på bakken (operasjonelle tiltaksnivåer)

Før nedfallet, og i de første dagene etter, må vurderinger av behovet for tiltak i næringsmidler baseres på andre typer målinger enn målinger direkte på næringsmidler (figur 2.8-1). En måte å spesifisere områder der næringsmidler står i fare for å overskride krisegrenseverdiene, er å bruke såkalte operasjonelle tiltaksnivåer (også kalt *operational intervention levels*, OILs). Operasjonelle tiltaksnivåer relaterer krisegrenseverdiene i næringsmidler til andre typer data, slik at man på en forenklet måte raskt kan indikere behovet for tiltak før forurensningsnivået i mat og drikke er kartlagt ved målinger.

I denne rapporten brukes prognoser og målinger av nedfall av radioaktive stoffer på bakken til dette formålet, siden slik informasjon vil være enkelt tilgjengelig fra atmosfæriske spredningsprognoser gjort ved DSA og Meteorologisk institutt. Nedfallet oppgis i kilobecquerel per kvadratmeter (kBq/m<sup>2</sup>). Dersom prognoser eller målinger av nedfall på bakken overskrider det beregnede operasjonelle tiltaksnivået, er dette en indikasjon på at næringsmidlene står i fare for å overskride krisegrenseverdiene, og tiltak må vurderes.

Det er viktig å understreke at operasjonelle tiltaksnivåer er konservativt beregnet. Blant annet forutsettes nedfall midt i vekst- og beitesesongen for landbruksprodukter. Dette innebærer at produkter ikke *nødvendigvis* kommer over krisegrenseverdiene ved et nedfall over operasjonelt tiltaksnivå, men at man derimot kan være relativt sikker på at produktet ligger under krisegrenseverdiene dersom operasjonelt tiltaksnivå *ikke* overskrides.

Tre kategorier næringsmidler som forurenses raskt og i tillegg når forbrukerne i løpet av få dager, anses som særlig viktige i denne sammenhengen: Drikkevann fra overflatekilder, melk og bladgrønnsaker (Tabell 2.8-1). Utarbeidelse av operasjonelle tiltaksnivåer for drikkevann fra overflatekilder er nærmere beskrevet i vedlegg B.

**Tabell 2.8-1.** Operasjonelle tiltaksnivåer for utvalgte næringsmidler. Operasjonelle tiltaksnivåer er nedfallsnivået der krisegrenseverdier i næringsmidler står i fare for å overskrides og tiltak bør vurderes. Mer informasjon og andre eksempler i SSM-rapport 2017:27e<sup>12</sup>.

Næringsmiddel	Radioaktivt stoff	Operasjonelt tiltaksnivå (gitt som nedfall på bakken, kBq/m <sup>2</sup> )
Drikkevann fra overflatekilder (ved 10 m vanddybde)	Cs-137 (markør)	1000
	I-131 (markør)	1000
	Sr-90 (markør)	100
Melk	Cs-137 + Cs-134 + Cs-136	10
	I-131	5
	Sr-89 + Sr-90	10
Bladgrønnsaker	Cs-137 + Cs-134 + Cs-136	1
	Sr-89 + Sr-90	1

<sup>12</sup> Karlsson S m.fl. [Review of Swedish emergency planning zones and distances, Appendix 1](#). Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM), rapport 2017:27e, 2017.

### 3 Aktuelle tiltak for næringer

#### Når skal tiltakene brukes?

Tiltak vil være nødvendig for å redusere innholdet av radioaktiv forurensning i mat og drikke etter en atomhendelse hvis nivåene overskrider, eller risikerer å overskride, krigsgrenseverdiene (se kapittel 1.2). Dette kapitlet beskriver en lang rekke mulige tiltak, og det vil ikke være aktuelt å iverksette alle. Hvilke av tiltakene som skal benyttes, vil alltid måtte tilpasses den gitte situasjonen (se kapittel 2).

#### Hva inneholder dette kapitlet?

Dette kapitlet gir en oversikt over tiltak som kan gjennomføres av produsenter og andre virksomheter ved behov, for å redusere nivåene av radioaktiv forurensning i næringsmidler til omsetning. Oversikten er ment som overordnet informasjon til aktørene i atomberedskapsorganisasjonen og inneholder ikke nødvendigvis alle opplysninger som vil trenge for å gjennomføre tiltakene i praksis. Mer detaljer om hvordan hvert tiltak skal gjennomføres vil ved behov beskrives i en egen veiledning rettet direkte mot produsenter og andre virksomheter (jf. figur 1.5-1).

Tiltakene i dette kapitlet er kategorisert etter «mest aktuelle» og «mindre aktuelle» tiltak:

- **«Mest aktuelle tiltak»** er de tiltakene som myndighetene vil vurdere i første rekke. Det er denne listen som det er mest sannsynlig at myndighetene vil velge fra når de skal anbefale eller pålegge tiltak. Disse tiltakene er vurdert som effektive og ikke uforholdsmessige inngripende.
  
- **«Mindre aktuelle tiltak»** kan ha usikker effekt eller skape store utfordringer i næringen. Slike tiltak kan vurderes ved spesielle omstendigheter, f.eks. i ekstreme situasjoner der andre tiltak ikke er tilstrekkelig. Noen av tiltakene er også plassert i denne kategorien fordi de kun er relevante for noen få produsenter. Det er lite sannsynlig at myndighetene vil velge fra denne listen når de skal anbefale eller pålegge tiltak. I stedet for å utelate slike tiltak fra rapporten, har vi valgt å beskrive dem for å forklare utfordringene og vise at de har blitt vurdert.

## A. Drikkevann fra vannverk

### Forurensningsmekanismer og sårbarhet

I hovedsak vil drikkevann bli utsatt for radioaktivt nedfall direkte på overflaten av overflatekilder og fra forurensning av nedbørsområdet. Nærmere 90 % av drikkevannet i Norge kommer fra overflatekilder. Forurensningsnivået vil påvirkes av forholdene i kilden – først og fremst dybden. Det må et svært stort nedfall til før nivået av radioaktiv forurensning overskrider krigsgrenseverdiene i en dyp overflatekilde, siden forurensningen blir kraftig fortynnet. Grunne overflatekilder er noe mer sårbare, men også her skal det mye til for at krigsgrenseverdiene overskrides. Vannverkseiere henvises til vedlegg B for mer informasjon om hvordan sårbarheten i den enkelte kilden kan vurderes, spesielt med tanke på vanndybde (figur B.3-1).

Hvis det skulle oppstå høye nivåer i en overflatekilde, er dette ventet å være et relativt kortvarig problem. Kortlivede radioaktive stoffer vil brytes ned i løpet av dager til uker. I løpet av noen få uker vil også mer langlivede radioaktive stoffer i stor grad bli sedimentert med partikler eller transportert ut av kilden. Vannets oppholdstid i kilden påvirker derfor hvor lenge forurensning eventuelt forblir et problem i drikkevannet. Tilsig fra nedbørsfeltet vil tilføre ny forurensning til kilden, men i de aller fleste tilfeller vil ikke dette kunne gi en økning i konsentrasjoner – kun forsinke nedgangen. Tilførsel fra nedbørsfeltet kan foregå over flere tiår.

Grunnvannskilder blir lite påvirket. Kun utildekkede brønner med overflateinnsig risikerer forurensning den første tiden etter et nedfall. Se kapittel 4.2 for råd til befolkningen knyttet til private drikkevannskilder.

### Aktuelle stoffer

Alle radioaktive stoffer i nedfallet vil være til stede i drikkevannskilden. Kortlivede stoffer kan forsvinne før vannet når forbrukeren. I tillegg kan normale renseprosesser redusere innholdet av enkelte stoffer (se vedlegg B, kapittel B.5).

### Sesongmessige forhold

Forurensning av drikkevann kan skje når som helst på året, men utenom sirkulasjonsperioden vår og høst, forventes lite forurensning til dype inntakspunkt i innsjøer. I sirkulasjonsperioden kan inntak av forurenset vann til vannbehandlingsanlegget skje i løpet av timer eller dager. Is på vannkilden vil forsinke forurensningen av drikkevannet og redusere betydningen av kortlivede radioaktive stoffer.

### Vannverkernes egne beredskapsplaner

Kommunene er pålagt å ha egne atomberedskapsplaner, og disse skal følges ved behov. Det er svært viktig at vannverkernes planverk, tiltak og informasjon til forbrukerne er i tråd med myndighetenes budskap og råd i en gitt hendelse.

Vannverkene har selv best oversikt over egen vannkilde, og er best i stand til å vurdere om gjennomføring av de ulike tiltakene er mulig og hensiktsmessig. Derfor har de selv ansvar for å lage egne atomberedskapsplaner. Planene bør være tilpasset informasjonen gitt i denne rapporten.

### Målinger

Ved en stor atomhendelse vil målekapasiteten for radioaktive stoffer være begrenset, og myndighetene vil måtte prioritere hvilke prøver det haster mest å måle (se kapittel 1.4). Der det er aktuelt vil Mattilsynet ta kontakt med vannverkene med instruksjoner om prøvetaking og hvor prøvene skal leveres.

### Avfall og alternativ bruk

Slam og brukte filtermasser fra vannverkene kan potensielt få høye nivåer og kreve spesiell håndtering. Les mer om avfallshåndtering i kapittel 5.

## Mest aktuelle tiltak

Tiltak som mest sannsynlig vil være relevante ved behov for å begrense radioaktiv forurensning. Hvorvidt tiltak er nødvendig, og hvilke tiltak som er mest hensiktsmessige, må alltid vurderes utfra den gjeldende situasjonen.

### Før nedfallet

#### A1 Vannverk følger egne beredskapsplaner

Vannverkene følger egne beredskapsplaner for tiltak som er aktuelle før et radioaktivt nedfall. Lytt til informasjon fra myndighetene for oppdatert informasjon om prognoser for radioaktivt nedfall.

#### A2 Fylle opp drikkevannsbasseng

Dersom de ikke allerede er fulle, bør drikkevannsbasseng/høydebasseng fylles opp. Vann i distribusjonsnett og basseng er beskyttet mot forurensning.

### Etter nedfallet

#### A3 Vannverk følger egne beredskapsplaner og informerer forbrukerne

Vannverkene følger egne beredskapsplaner. Lytt til informasjon fra myndighetene for informasjon om nedfall, og vurder om og når beredskapsplanene skal settes i verk. Vannverkene har ansvar for å gi informasjon til forbrukerne selv om nivåene er lave. Informasjon og eventuelle tiltak må være i tråd med myndighetenes budskap og råd.

#### A4 Fortsette normal vannbehandling

Normal vannbehandling bør fortsette slik at vannkvaliteten opprettholdes. Noen rensemetoder, som filtrering, bidrar til å redusere konsentrasjonen av ulike radioaktive stoffer i vannet. Hyppigere rensing eller bytting av filtre kan være aktuelt. Se vedlegg B kapittel B.5 for mer informasjon om hvordan vannbehandlingsprosesser påvirker ulike radioaktive stoffer.

#### A5 Endre til dypere inntakspunkt

Ta i bruk dypest mulig inntakspunkt for å sikre størst mulig fortykning av forurensingen før vannet tas inn i vannbehandlingsanlegget. Vannverkene vurderer selv hvor hensiktsmessig dette er utfra muligheten til å endre inntakspunkt og kunnskap om egen kilde, inkludert sesongmessige faktorer, og drift av anlegget.

#### A6 Omstille til mindre forurenset vannkilde

Dersom det finnes reservevannkilder som man vet er mindre forurenset, kan disse tas i bruk. Det er viktig at man er sikker på at reservekilden er mindre forurenset enn hovedkilden før en slik beslutning tas.

## Mindre aktuelle tiltak

Tiltak som kan vurderes ved spesielle omstendigheter eller ekstreme situasjoner

### Før nedfallet

#### A7 Dekk til åpne brønner/høydebasseng dersom dette ikke er gjort

Brønner og høydebasseng hos vannverk skal være tildekket. Dersom dette av ulike årsaker ikke er tilfelle, bør dette gjøres før nedfallet.

#### **A8 Omstille til grunnvannsforsyning der det er mulig**

Dersom overflatevannverket har grunnvannsforsyning som reservekilde, kan driften omstilles til denne allerede før nedfallet siden grunnvann vil bli lite påvirket. Kun aktuelt dersom man med rimelig sikkerhet forventer et svært stort nedfall. I andre tilfeller vil det være hensiktsmessig å avvente mer informasjon om nedfallet og myndighetenes vurderinger før man gjør større tiltak som dette.

### **Etter nedfallet**

#### **A9 Vurdere å endre vannbehandlingen**

Spesielt i store vannverk vil det være svært tidkrevende og komplisert å innføre nye trinn eller endre den eksisterende vannbehandlingsprosessen. Siden radioaktiv forurensning i drikkevann vil være et relativt kortvarig problem, vil det ikke være hensiktsmessig å starte med dette. For relativt små vannverk kan nye metoder være lettere å gjennomføre, men det må vurderes hvorvidt dette vil ha stor nok effekt i perioden som forurensingen vil utgjøre et problem. Se vedlegg B kapittel B.5 for effektive vannbehandlingsmetoder for ulike radioaktive stoffer.

#### **A10 Ta i bruk tilkjørt nødvann**

Dersom nivåene av radioaktiv forurensning i drikkevannet overskrider krisegrenseverdiene selv etter tiltak, er det ikke lovlig å omsette vannet som drikkevann. Forbrukerne må da få drikkevann gjort tilgjengelig på andre måter, f.eks. nødvann fordelt utenom distribusjonssystemet. Vannverkene har opplysningsplikt til sine abonnenter.

Vannet i ledningsnettets kan fortsatt brukes til vasking, dusjing, toaletter osv. («krisevann»). Restriksjoner i bruk av drikkevann skjer etter avtale med kommunelegen og Mattilsynet, og abonnentene skal varsles om at vannet ikke kan drikkes.

#### **A11 Kontrollert blanding av forurenset drikkevann fra kilden med uforurenset vann i distribusjonssystemet og drikkevannsbasseng**

Drikkevann fra distribusjonssystemet og høydebasseng, kan ved behov blandes med mer forurenset drikkevann slik at nivåene holder seg under grenseverdiene. Dette vil kun være aktuelt på kort sikt, og tiltaket kan forlenge tilgangen på akseptabelt drikkevann mens man venter på at kortlivede stoffer brytes ned og nivåene i overflatekilden reduseres.



## B. Matplanter

### Forurensningsmekanismer og sårbarhet

Dersom nedfallet skjer i vekstsesongen, blir plantene i første omgang forurenset direkte på overflaten. Slik overflateforurensning ventes å gi de høyeste nivåene i matplanter etter et nedfall. Radioaktive stoffer kan også tas opp i planten gjennom bladoverflaten og transporteres innad i planten. Betydningen av opptak gjennom blader vil variere med bl.a. radioaktivt stoff, kjemisk tilstandsform av stoffet, plantetype og hvor i vekstperioden man er. Generelt tas cesium opp fra blader i større grad enn strontium. I løpet av uker til måneder blir gradvis opptak fra jorden gjennom røttene hovedmekanismen for forurensning av planter. Jordens næringsstatus og fysiske egenskaper har stor betydning for opptak av enkelte radioaktive stoffer i planter – bl.a. har innhold av bestemte leirmineraler betydning for mobiliteten og biotilgjengeligheten av radioaktivt cesium. Se Faktaboks 2 for mer om hvordan planter forurenses.

I den første perioden har direkte forurensning av plantedeler som vokser over jorden, størst betydning. Bladgrønnsaker, som salat, er da spesielt utsatt for å få høye konsentrasjoner pga. stor eksponert overflate i forhold til vekt. Grønnsaker som vokser under jorden er lite sårbare umiddelbart etter et nedfall, men vil etter hvert forurenses via opptak fra blader og/eller rotopptak.

### Aktuelle stoffer

Plantedeler som vokser over jorden, vil være eksponert for alle stoffene i nedfallet ved direkte overflateforurensning i vekstsesongen. For forurensning som skjer via rotopptak, er det radioaktivt cesium og strontium som er mest aktuelle. Radioaktivt jod forsvinner fort pga. kort halveringstid, og opptak via røttene er derfor mindre viktig.

### Sesongmessige faktorer

De høyeste forurensningsnivåene i innhøstningsklare matplanter ventes dersom plantedelene som benyttes blir direkte kontaminert på overflaten kort tid før høsting. (En grov oversikt over innhøstingsperioder er gitt i kapittel 2.5.) Nedfall utenfor vekstsesongen vil også føre til forurensning i planter gjennom rotopptak i påfølgende vekstsesong, men forurensningsnivåene i plantene vil bli vesentlig lavere enn ved nedfall i vekstsesongen.

### Avfall og alternativ bruk

Matplanter som er over krigsgrenseverdiene for næringsmidler, eller annet avfall produsert som følge av tiltakene, kan kreve spesiell håndtering. Les mer om avfallshåndtering i kapittel 5.

## Mest aktuelle tiltak

Tiltak som mest sannsynlig vil være relevante ved behov for å begrense radioaktiv forurensning. Hvorvidt tiltak er nødvendig, og hvilke tiltak som er mest hensiktsmessige, må alltid vurderes ut fra den gjeldende situasjonen.

### Før nedfallet

#### **B1 Høste produkter før nedfallet kommer**

Dersom produkter er høsteklare, kan disse så langt man rekker høstes før nedfallet kommer. Dette er viktigst for avlinger der den spiselige delen vokser over jorden. Dersom man må prioritere, kan det være aktuelt å høste avlinger med høyest verdi eller avlinger som ikke kan bearbeides for å redusere nivåer (f.eks. vasking, skrelling eller foredling) jf. B8.

#### **B2 Ta inn eller dekke til høstede avlinger**

Høstede planter som midlertid ligger ute, bør tas inn eller dekkes godt til før nedfallet kommer.

## Etter nedfallet

### B3 La avlinger fortsette å vokse

Avlinger som ikke skal høstes enda, kan bli stående. Det er viktig å ta med i tiltaksvurderingene at dersom avlingen kan bli stående og vokse en stund til, vil konsentrasjonene i plantene gradvis avta som følge av nedbrytning av kortlivede stoffer, økning i avlingens masse fram til høsting (fortynning) og tap av radioaktive stoffer fra planteoverflater som følge av vær og vind.

### B4 Jordbearbeiding

Ved et radioaktivt nedfall utenfor eller tidlig i vekstsesongen, kan pløying og annen relevant jordbearbeiding (harving eller bruk av jordfreser etc.) være egnet som tiltak for å redusere rotopptak. Her forutsettes det at nedfallet flyttes til et dypere lag enn røttene, eller fordeles i jorda (fortynning). For matplanter vil trolig jevn innblanding i rotsonen (typisk ned til 20–30 cm) være mest effektivt til å redusere rotopptaket av radioaktiv forurensning. Blanding med underliggende mineraljord kan i tillegg øke bindingen av radioaktivt cesium i leirmineraler, slik at plantetilgjengeligheten reduseres. Denne effekten vil være mindre for torvjord. Med en jevn innblanding av forurensning i de øverste 20–30 cm av jorda, skal det mye nedfall til for at matplanter kommer over krisegrenseverdier bare gjennom rotopptak.

«Dyppløying», hvor den forurensede jorda legges under rotsonen, regnes ikke som et egnet tiltak de fleste steder i Norge pga. tekniske utfordringer og redusert jordkvalitet. Et alternativ til jordbearbeiding kan være direktesåing uten pløying. (Jordbearbeidingstiltak kan kombineres med kaliumgjødning (B5) eller kalking (B6) i en tiltaksstrategi.)

### B5 Gjødning med kalium

Kaliumgjødning kan være effektivt tiltak mot cesium i jord med lav kaliumstatus, fordi kalium konkurrerer med radioaktivt cesium ved rotopptak. Det er viktig å kjenne mineralbalansen i jorda ved vurdering av tiltaket. Gjødning med kalium er mest effektivt når utbyttbart/lettløselig kalium i jorda er <0.5 meq per 100g. Overdreven bruk har liten tilleggseffekt. Kaliumgjødning importeres, og det må forventes begrenset tilgang ved en større hendelse i utlandet.

### B6 Kalking av jord

Kalsium konkurrerer med radioaktivt strontium ved rotopptak i plantene. Bruk av kalk er derfor et effektivt tiltak mot radioaktivt strontium i jord med lav pH eller kalsiumstatus. Mineraljord kan tilføres kalk opp til pH 7, mens organisk jord kan kalkes opp til pH 6. Utover dette har kalktilførsel ingen effekt på strontiumopptaket, og kan i tillegg gi problemer for planteveksten. Kalk produseres nasjonalt, og er ikke en knapphetsvare på samme måte som kaliumgjødning.

### B7 Kunstig vanning før innhøsting

Ved et radioaktivt nedfall nær høstetidspunktet for avlinger, kan det være aktuelt å bruke kunstig vanning i 1–2 uker til å spyle av så mye som mulig av forurensningen som er avsatt på overflaten av plantene. Tiltaket er mest aktuelt når det har kommet lite eller ingen nedbør – verken i forbindelse med nedfallet eller i etterkant. I de aller fleste tilfeller vil vanning da fjerne mer radioaktiv forurensning enn det tilfører, selv om irrigeringvannet også er forurenset.

### B8 Behandle avlinger for å fjerne forurensning på overflaten

Noen typer avlinger kan behandles for å fjerne/ redusere forurensning før de sendes på markedet. Forurensning på overflaten kan fjernes/ reduseres ved vasking eller skrelling, eller ved å fjerne ytre deler på produkter som hodekål o.l. Dette er til dels vanlig praksis. Etter dager til uker vil opptak av radioaktivt cesium gjennom blader og røtter føre til intern forurensning i produktet. Mengden radioaktivt cesium på overflaten får da mindre å si. Koking er da et tiltak som kan redusere

innholdet av radioaktivt cesium betraktelig (se vedlegg C for mer detaljer). På bladgrønnsaker som salat, spinat, bladbete osv., som har svært stor spiselig overflate sammenlignet med vekt, forventes det langt høyere nivåer av radioaktiv forurensning enn i andre matplanter. Dersom slike avlinger er utsatt for et betydelig nedfall, er det sannsynlig at de uansett må kasseres, uavhengig av behandlingsmetode i etterkant.

## Mindre aktuelle tiltak

Tiltak som kan vurderes ved spesielle omstendigheter eller ekstreme situasjoner

### Før nedfallet

#### **B9 Dekke til avling**

I visse situasjoner kan det være hensiktsmessig å dekke til jorden/avlingen med tett plast før nedfallet kommer. Dette er kun aktuelt for arealintensiv produksjon/små arealer, og der det allerede brukes plast eller annen tildekking i produksjonen. Tiltaket er kun relevant for vekster hvor vi spiser den overjordiske delen, og spesielt når andre bearbeidingsmetoder som skylling eller fjerning av de mest forurensede delene ikke er aktuelt (vedlegg C).

#### **B10 Stenge/begrense ventilasjonen i drivhus**

Ved å stenge eller begrense i ventilasjonen i drivhus i perioden som den radioaktive skyen passerer, kan man redusere eventuell forurensning av vekster i drivhus fra tørrdeponering. Stenging av ventilasjon er kun aktuelt i deler av året da dette lar seg gjøre av hensyn til plantene. Det kan være aktuelt å bruke filtermaterialer i åpningen i stedet for å stenge ventilasjonen helt.

### Etter nedfallet

#### **B11 Fjerne og kassere forurenset avling straks etter nedfallet**

For å redusere forurensning av jorda, kan den forurensede avlingen fjernes og kasseres før forurensningen vaskes ned i jorda. Kun aktuelt ved tørrdeponering og før første nedbør. Tiltaket er kun aktuelt ved svært stort nedfall, hvor man kan si på forhånd at plantene uansett ikke vil kunne brukes til mat når de er høstklare. En utfordring er at innhøsting uansett kan føre til mye oppvirvling og at tiltaket derfor uansett kan bli lite effektivt for å hindre forurensning av jorda.

#### **B12 Fjerne øverste jordlag**

Fjerning av det øverste jordlaget (2-5 cm) kort etter et nedfall vil fjerne mye av den radioaktive forurensningen. Tiltaket skaper imidlertid et stort avfallsproblem. Tiltaket kan vurderes for arealintensive avlinger i situasjoner der pløying og gjødsling ikke vil være nok til å hindre overskridelser av krisegrenseverdier som følge av rotopptak.

#### **B13 Fjerne snø på jordet**

Dersom det ligger snø på jordet under nedfallet, kan denne fjernes for å hindre forurensning av jorden under når snøen smelter. Tiltaket er aktuelt hvis snømengdene ikke er for store, og der grunnen egner seg for fresing eller bortkjøring av snø.

#### **B14 Fjerne løv eller grener fra frukttrær**

Et mulig tiltak er å fjerne løv, kvister eller grener fra frukttrær før, under eller umiddelbart etter et nedfall. Dette hindrer at enkelte radioaktive stoffer – hovedsakelig radioaktivt cesium – tas opp gjennom bladene og transporteres til frukten. Tiltaket anses å være vanskelig

gjennomførbart i praksis, men kan muligens være aktuelt for noen mindre produsenter og områder.

## C. Husdyr og fôr

### Forurensningsmekanismer og sårbarhet

Husdyr får i seg for radioaktiv forurensning hovedsakelig gjennom inntak av forurenset fôr og eventuelt drikkevann.

Produkter fra dyr som beiter ute eller får forurenset grovfôr, ventes å bli mest forurenset etter en atomhendelse. Hvis nedfallet kommer i beitesesongen, er det forurensningen som avsettes direkte på overflaten av vekstene som vil ha størst betydning de første dagene til ukene. Deretter blir rotopptak i plantene gradvis viktigere. (Se Faktaboks 2.) Generelt er opptaket av radioaktive stoffer større i flerårige engvekster enn i ettårige kulturvekster. Dette skyldes bl.a. at nedfallet vil holde seg i overflatelaget i eng i flere år etter nedfallet, og at dette jordsjiktet inneholder den største andelen organisk materiale og planterøtter. På næringsfattig, humusrik jord vil cesiumopptaket i mange viktige beiteplanter bli høyt, og produkter fra dyr som går på naturlig utmarksbeite er derfor spesielt utsatt for radioaktivt cesium.

Hvis man bruker egne overflatevannkilder, kan forurenset drikkevann til dyrene være en potensiell tilleggskilde til radioaktiv forurensning i kjøtt og melk. Pga. fortyningseffekten ventes denne å være liten (se kapittel 3.A) sammenlignet med forurenset fôr i de aller fleste tilfeller.

Melk er et ekstra sårbart produkt umiddelbart etter et radioaktivt nedfall av flere grunner: Viktige radioaktive stoffer overføres raskt fra fôr til melk, produktet kommer hurtig på markedet, og melkeproduksjonen går kontinuerlig – og kan ikke utsettes. Derfor kan også kortlivede radioaktive stoffer, som jod, bli et stort problem de første dagene og ukene.

Radioaktive stoffer kan også overføres til egg. I høns er det vist noe lavere overføring av cesium til egg enn til kjøtt. Etter Tsjernobyl-ulykken ble det ikke funnet høye verdier i egg (Faktaboks 1), noe som antakelig skyldtes at høns i relativt liten grad ble eksponert for cesium. Generelt er det begrenset informasjon tilgjengelig om overføring av radioaktive stoffer fra fôr til egg.

Mens nedfallet pågår, kan dyrene også inhalere radioaktive partikler i luften, som så tas opp gjennom lungene. Bidraget fra inhalasjon til kjøtt og melk er svært lite sammenlignet med bidraget fra fôret dersom dyrene beiter ute. I situasjoner og områder hvor forurensningsnivåene er så høye av det vil bli behov for tiltak rettet mot befolkningen (innendørsopphold, jodtabletter eller evakuering), kan imidlertid bidraget fra inhalasjon bli stort nok til at krisegrenseverdiene overskrides, selv om dyrene er innendørs og gis rent fôr. Dette vil ikke skje ved nivåer tilsvarende Tsjernobyl-nedfallet i Norge.

### Aktuelle stoffer

De radioaktive stoffene som havner i dyreprodukter (kjøtt, melk eller egg) har gjennomgått aktivt, selektivt opptak i et dyr (se også faktaboks 2). Derfor er det de radioaktive stoffene som er/ligner viktige næringsstoffer som utgjør det største problemet:

- Strontium oppfører seg som lignende måte som kalsium og konsentreres hovedsakelig i beinvev og melk. Kjøtt er lite utsatt.
- Jod går hovedsakelig til skjoldbruskkjertelen, men også til melk. Radioaktivt jod er såpass kortlivet at det kun utgjør et problem for produkter som kommer raskt på markedet.
- Cesium ligner kalium og vil kunne utgjøre et problem i både kjøtt og melk.

### Sesongmessige faktorer

De høyeste forurensningsnivåene i kjøtt og melk kan ventes dersom nedfallet skjer i beitesesongen til dyrene og vekstsesongen til grovfôr. Spesielt sårbar er perioden tidlig i vekstsesongen, når det også er lite

grovfôr fra forrige sesong tilgjengelig. Nedfall utenfor vekstsesongen vil føre til forurensning i planter pga. rotopptak i påfølgende vekstsesong. Radioaktivt cesium skilles ut av kroppen til dyrene ilt. noen uker<sup>13</sup>. Hvis dyrene gis fôr med radioaktivt cesium mens det ennå er lang tid igjen til slaktetidspunktet, vil dette ikke påvirke nivået i kjøttproduktet i særlig grad.

Dersom nedfallet forurenses plantevekster som korn og andre kraftfôrvekster, vil dette kunne få konsekvenser for innholdet i kraftfôret til husdyr. Konsekvensen avhenger av nedfallsnivå, geografisk område og når i vekstsesongen nedfallet kommer.

Det er godt kjent at mye sopp på sensommer/høst kan gi økning innholdet av radioaktivt cesium i dyr på utmarksbeite. I en situasjon med ferskt nedfall direkte på beiteplantene vil bidraget fra sopp ha mindre betydning den første sesongen. Men sopp som radioaktiv kilde for beitedyr kan bli betydelig de kommende årene.

### Avfall og alternativ bruk

Mat eller fôr som ikke kan omsettes, eller avfall som følge av tiltakene, kan kreve spesiell håndtering. Dersom det er mulig, kan produktene benyttes på annen måte, f.eks. som dyrefôr eller gjødsel.

Uavhengig av om melken er forurenset, må kyrne fortsatt melkes. Dersom det skulle oppstå en situasjon der meieriene ikke lenger kan samle inn melken pga. for høye nivåer, blir bonden nødt til å kvitte seg med melken på egenhånd ved å spre den på jordet e.l. Alternativet er å slakte de melkeproduserende dyrene.

Se kapittel 5 for mer om avfallshåndtering.

## Mest aktuelle tiltak

Tiltak som mest sannsynlig vil være relevante ved behov for å begrense radioaktiv forurensning. Hvorvidt tiltak er nødvendig, og hvilke tiltak som er mest hensiktsmessige, må alltid vurderes utfra den gjeldende situasjonen.

### Før nedfallet

#### C1 Høste fôr før nedfallet kommer

Vurdere om fôrplanter kan høstes før nedfallet kommer. Dette avhenger av modenhet og hensiktsmessig bruksområde for fôrveksten. Se også B3.

#### C2 Dekke til eller flytte utendørs lagret fôr inn

Dersom høstet fôr ligger utendørs, bør dette dekkes til eller flyttes innendørs så langt det lar seg gjøre. Rundballer og annet fôr som er godt tildekket, er beskyttet mot radioaktivt nedfall.

#### C3 Ta inn husdyr

Tiltaket er hovedsakelig rettet mot melkeproduserende eller slakteklare dyr, men kan også vurderes i forbindelse med enkelte typer fjørfehold og eggproduksjon. Ved å holde husdyr inne, kan man begrense inhalasjon av radioaktivt jod og hindre at dyrene spiser vekster med ferskt nedfall. Dette vil redusere nivået av radioaktivt jod, cesium og strontium i melk, og man unngår at kjøtt fra slakteklare dyr forurenses med radioaktivt cesium. Tiltaket forutsetter at rent fôr er tilgjengelig.

<sup>13</sup> Biologiske halveringstider for cesium varierer, men er for eksempel mellom 2–3 uker for lam, rein og geit ca. 4 uker for storfe og kylling (Harbitz og Skuterud 1999, se referanse i vedlegg A).

## Etter nedfallet

### C4 **Jordbearbeiding**

Eng og innmarksbeite har vanligvis ikke årlig jordbearbeiding, og det øverste laget har relativt høyt innhold av organisk materiale. Mesteparten av planterøttene befinner seg i dette overflatelaget. Generelt er overføringen av radioaktive stoffer til fôr- og beiteplanter fra slike områder høyere enn tilsvarende for ettårige kulturplanter (jf. B4). Ved et radioaktivt nedfall utenfor eller ev. tidlig i vekstsesongen, kan jordbearbeiding (fortrinnsvis utført noen cm dypere enn vanlig) være godt egnet som tiltak for å redusere rotopptak på eng og beitemark. Dette fordi nedfallet til dels flyttes til et dypere lag enn røttene, og fordeles i jorda (fortynning). Blanding med underliggende mineraljord kan i tillegg øke bindingen av radioaktivt cesium i leirmineraler, slik at plantetilgjengeligheten i rotsonen reduseres. (Jordbearbeidingstiltak kan kombineres med kaliumgjødning (B5) eller kalking (B6) i en tiltaksstrategi).

### C5 **Gjødning med kalium**

Kaliumgjødning kan være et effektivt tiltak mot cesium i jord med lav kaliumstatus, fordi kalium konkurrerer med radioaktivt cesium ved rotopptak. Gjødning av beiteområder på gård eller seter kan bl.a. benyttes i forbindelse med nedføring av dyr som har gått på utmarksbeite. Det er viktig å kjenne mineralbalansen i jorda ved vurdering av tiltaket. Gjødning med kalium er mest effektivt når utbyttablett/lettøselig kalium i jorda er  $<0.5$  meq per 100g. Overdreven bruk har liten tilleggseffekt, og kan dessuten påvirke mineralinnholdet i fôrvekstene. Dette kan igjen forstyrre mineralbalansen i dyrene. Kaliumgjødning importeres, og det må forventes begrenset tilgang ved en større hendelse i utlandet.

### C6 **Kalking av jord**

Kalsium konkurrerer med radioaktivt strontium ved rotopptak i plantene. Bruk av kalk er derfor et effektivt tiltak mot radioaktivt strontium i jord med lav pH eller kalsiumstatus. Mineraljord kan tilføres kalk opp til pH 7, mens organisk jord kan kalkes opp til pH 6. Utover dette har kalktilførsel ingen effekt på strontiumopptaket, og kan i tillegg gi problemer for planteveksten. Kalk produseres nasjonalt, og er ikke en knapphetsvare på samme måte som kaliumgjødning.

### C7 **Bruke berlinerblått i fôr og/eller saltslikkestein**

Cesiumbindere er stoffer som binder seg til cesium i tarmen og reduserer opptaket til melk, kjøtt og egg. Mest kjent og brukt i dag er berlinerblått, som kan tilsettes i kraftfôr eller saltslikkestein.

### C8 **Prioritere ved mangel på rent fôr**

Dersom det er lite rent fôr tilgjengelig, må det prioriteres hvordan dette fôret skal brukes. Rent fôr til melkeproduserende dyr vil i de fleste tilfeller være hensiktsmessig, siden det ikke er mulig å utsette melking. Dette er spesielt aktuelt ved høye nivåer av radioaktivt jod, siden dette vil gi problemer i melk, men ikke kjøtt. For kjøttproduserende dyr vil det kun være hensiktsmessig å prioritere rent fôr til dyr som skal slaktes ila. de nærmeste ukene. Fôrtilgang og prioriteringer vil variere med sesong og vil måtte vurderes i den gitte situasjonen. Behovet for rent fôr må også ses i sammenheng med bruk av cesiumbindere (C7).

### C9 **Selektivt beiter regime eller flytting av dyr**

Hvis mulig, kan det være hensiktsmessig å styre bruken av beiteområdene for å unngå de mest forurenkede delene. Det er også mulig å flytte dyrene til helt nye beiteområder, hvis det normale beiteområdet er svært forurenset. En slik styring av beiter regime krever at den radioaktive forurensingen allerede er godt kartlagt. Det kan derfor være vanskelig å få til i de første månedene, men på noe lenger sikt er tiltaket aktuelt.

#### **C10 Måle levende dyr**

Ved å bruke instrumenter som kan måle radioaktivt cesium i levende dyr, kan man få informasjon om nivåene før slakting. Dersom nivåene av radioaktivt cesium er over krisegrenseverdiene, kan man iverksette andre tiltak for å redusere innholdet fram mot slakting. Mest aktuelle tiltak i perioden før planlagt slakting, er nedfôring (C11) (dersom renere fôr/beite er tilgjengelig), bruk av cesiumbindere (C7) og/eller endret slaktetidspunkt (C12). Dette kan bidra til å redusere mengden kjøtt som må kasseres.

#### **C11 Gi dyr mindre forurenset fôr før slakting («nedfôring»)**

Cesium skilles ut av kroppen til dyrene i løpet av noen uker til måneder. Derfor kan man effektivt redusere innholdet av radioaktivitet i kjøttet ved å gi dyrene fôr som er mindre forurenset de siste ukene før slakting. En forutsetning for tiltaket er at slikt fôr er tilgjengelig, og dette kan være utfordrende etter et nedfall i vekstsesongen. Dersom ikke tilstrekkelig rent fôr er tilgjengelig, er det et alternativ å bruke fôr tilsatt berlinerblått (C7) i nedfôringsperioden i stedet for, eller i tillegg til, å bruke mindre forurenset fôr.

Hvor lenge dyrene må nedfôres for at kjøttet skal komme under krisegrenseverdiene for radioaktivt cesium, avhenger av nivåene i dyret før nedfôringsperioden, nivået i fôret som er tilgjengelig, hvilken dyreart det er snakk om, samt ev. bruk av berlinerblått.

#### **C12 Endre slaktetidspunkt**

Inntaket av radioaktiv forurensning kan – særlig for beitende dyr – variere gjennom året, utfra endringer i beite og fôr. Nedfallstidspunktet har også mye å si for forurensningsnivået i kjøttet når dyra skal slaktes. For å unngå kassasjon og ev. begrense behovet for nedfôring (C10) kan man fremskynde eller utsette slaktetidspunktet for å unngå de høyeste nivåene.

Det kan være hensiktsmessig å fremskynde slaktingen dersom man forventer økning av radioaktiv forurensning i dyrenes diett fram mot ordinært slaktetidspunkt. F. eks. kan man slakte dyrene rett etter nedfallet, og unngå at kjøttet blir forurenset. Dette kan være aktuelt hvis det er begrenset tilgang på rent fôr, og alternativet er forurenset beite. Gjennomføringen forutsetter at dyrene er slakteklare, og at det fins tilgjengelig slaktekapasitet m.m. I motsatt fall, dersom man forventer en nedgang i nivåene i fôr/beite i tiden framover, f.eks. grunnet naturlig nedgang eller iverksatte tiltak i fôrproduksjonen, kan det være hensiktsmessig å utsette slaktingen noen uker. Dette forutsetter tilstrekkelig fôrtilgang.

#### **C13 Videreforedling av melk til mindre forurenkede produkter**

Dersom nivåene av radioaktiv forurensning i melk overskrider grenseverdiene, kan den ikke omsettes som konsummelk. Det er imidlertid mulig å bruke melken til å produsere meieriprodukter med lavere nivåer. Blant de mest aktuelle metodene er å lage produkter som lagres, for å redusere innholdet av radioaktivt jod (dager til uker avhengig av nivåene i melken). Radioaktivt cesium følger hovedsakelig myse i prosesseringen av melk. Det vil derfor være mulig å produsere produkter uten myse av melk som overskrider grenseverdier for radioaktivt cesium (se vedlegg C). (Av samme grunn oppkonsentreres cesium i myseprodukter, og melken som brukes til slike produkter må derfor ha langt lavere nivåer radioaktivt cesium enn det som er grenseverdien for konsummelk.)



## Mindre aktuelle tiltak

Tiltak som kan vurderes ved spesielle omstendigheter eller ekstreme situasjoner

### Før nedfallet

#### **C14 Redusere ventilasjon i husdyrrom/fôrlager så langt som mulig**

Dersom man kan redusere ventilasjonen i husdyrrom med dyr som melkes (inkludert lukke dører og vinduer) mens nedfallet pågår, vil man redusere inhalasjon av radioaktivt jod. Tiltaket er bare aktuelt til den grad det ikke går ut over dyrevelferd og er praktisk gjennomførbart. Ventilasjon i rom der fôr lagres, bør også begrenses mens nedfallet pågår.

### Etter nedfallet

#### **C15 Øke stubbhøyde for slått**

Studier etter Tsjernobyl-ulykken har vist lavere konsentrasjoner av radioaktivt cesium i gras/grovfôr dersom det ble brukt høyere stubbhøyde ved høsting, men virkningsmekanismen er noe usikker. Tiltaket er kun aktuelt dersom nedfallet har skjedd før eller tidlig i vekstsesongen og graset ikke har rukket å vokse så mye. En ulempe med å øke stubbhøyden er reduksjon i mengden høstet grovfôr.

#### **C16 Tilsette bentonitt i fôr**

I stedet for berlinerblått (C7) er det mulig å bruke enkelte leirmineraler, som bentonitt, som cesiumbinder i fôr. Dette er mindre effektivt, men rimeligere og lettere tilgjengelig enn berlinerblått. Tiltaket har noen ulemper: Bentonitt påvirker smak og er tungt fordøyelig ved de mengdene leire som trengs. Dessuten er ikke leiremineralene spesifikke cesiumbindere, og kan dermed hindre opptak av enkelte næringsstoffer.

#### **C17 Fôring med raps**

Fôring med raps i kraftfôret bidrar til mindre overføring av jod til melk, og kan potensielt brukes for å redusere innhold av radioaktivt jod i melken. Dette er et relevant tiltak i tilfeller der rapsholdig kraftfôr allerede er en del av fôrrasjonen hos dyra. Jod er et kortvarig problem, og det kan være utfordrende for dyra med raske fôrendringer med økt innhold av raps for en kortvarig periode.

#### **C18 Tilsette kalsium til fôr til melkeproduserende dyr**

Ved høye nivåer av radioaktivt strontium kan man tilsette ekstra kalsium til fôret til melkeproduserende dyr. Kalsium ligner strontium og konkurrerer derfor med opptaket av radioaktivt strontium fra fôret. Mengde kalsium må vurderes ut ifra behovet hos dyra og varigheten av tiltaket. For mye kalsium i fôret kan forstyrre mineralbalansen i dyrene, og ekstra magnesiumtilførsel bør vurderes i sammenheng med tiltaket.

## D. Reindrifft

### Forurensningsmekanismer og sårbarhet

Rein får i seg radioaktiv forurensning først og fremst gjennom forurensete beitevekster. Rein er spesielt utsatt etter et nedfall fordi de spiser mye lav. Lav tar til seg radioaktiv forurensning direkte fra overflaten, og kan inneholde langt høyere nivåer enn beiteplanter i de første årene etter nedfallet. Pga. manglende rotsystem vil cesium-nivåene i lav generelt gå raskere ned enn i planter og sopp. Typisk tar det rundt 3 år før nivåene i lav er redusert til det halve, mens tilsvarende for enkelte plantearter kan være opptil 10 ganger lenger.

### Aktuelle stoffer

Ved et nedfall er det kun radioaktivt cesium man forventer at kan gi høye nivåer i reinkjøtt. Cesium ligner kalium og overføres i stor grad til muskler.

### Sesongmessige faktorer

Nivåene av radioaktivt cesium i reinkjøtt vil ha sesongvariasjoner som i store trekk følger endringen i lavinntak. Rein har også ulike beiteområder til ulike årstider. Dersom ett beiteområde er mer forurenset enn et annet, vil dette også påvirke sesongmessige variasjoner i reinkjøttet. Reinen spiser mest lav vinterstid, og skiller ut radioaktivt cesium saktere på vinteren enn på sommeren. Dette fører til høye konsentrasjoner av radioaktivt cesium i kjøttet gjennom vinteren, som er den tradisjonelt viktigste slaktesesongen for rein. Mye sopp i beitet kan også bidra til høyere nivåer av radioaktivt cesium på høsten, men denne faktoren har størst betydning på lengre sikt. De første årene etter et nedfall vil lav-bidraget overskygge bidragene fra andre beitevekster (inkludert sopp).

### Spesielle hensyn

Etter Tsjernobyl-ulykken ble det innført høyere grenseverdier for reinkjøtt enn basismatvarer (faktaboks 1), og det legges også opp til dette for fremtidige krisegrenseverdier (kapittel 1.2). Dersom det er svært høye nivåer av radioaktivt cesium i reinkjøtt, vil reindrifftsutøvere og andre som spiser svært mye reinkjøtt kunne risikere høyere stråledoser fra kostholdet enn befolkningen ellers. Egne tiltak og råd til denne gruppen bør da vurderes (se kapittel 4.2).

Mer informasjon om erfaringene med tiltak i norsk reindrifft etter Tsjernobyl-ulykken kan finnes i DSA-rapport 02:2022 «Stråledoser til reindrifftsutøvere i Midt-Norge etter Tsjernobyl-ulykken»<sup>14</sup>.

## Mest aktuelle tiltak

Tiltak som mest sannsynlig vil være relevante ved behov for å begrense radioaktiv forurensning. Hvorvidt tiltak er nødvendig, og hvilke tiltak som er mest hensiktsmessige, må alltid vurderes utfra den gjeldende situasjonen.

### Før nedfallet

#### D1 Sette eventuelle krybber under tak

Dersom reinen føres, bør førkrybbene settes under tak eller presenning e.l. før nedfallet kommer.

<sup>14</sup> Thørring H, Skuterud L, Komperød M. [Stråledoser til reindrifftsutøvere i Midt-Norge etter Tsjernobyl-ulykken](#). DSA-rapport 02:2022. Østerås, Direktoratet for strålevern og atomikkerhet, 2022.

## Etter nedfallet

### **D2 Bruke saltslikkestein tilsatt berlinerblått**

Cesiumbindere er stoffer som binder seg til cesium i tarmen og reduserer opptaket til kjøtt. Mest kjent og brukt i dag er berlinerblått, som kan tilsettes i kraftfôr eller saltslikkestein.

### **D3 Selektivt beiter regime eller flytting av dyr**

For å unngå de mest forurensede områdene, kan det være hensiktsmessig å styre bruken av beiteområdene. Det er også mulig å flytte dyrene til helt nye beiteområder, hvis det normale beiteområdet er svært forurensset. En slik styring av beiter regime krever at den radioaktive forurensingen allerede er godt kartlagt. Det kan derfor være vanskelig å få til i de første månedene, men på noe lenger sikt er tiltaket aktuelt.

### **D4 Måle levende dyr**

Ved å bruke instrumenter som kan måle radioaktivt cesium i levende dyr, kan man få informasjon nivåene før slakting. Dersom nivåene av radioaktivt cesium er over grenseverdien, kan man iverksette andre tiltak for å redusere innholdet før slakting. Mest aktuelle tiltak i perioden før planlagt slakting er nedfôring (D5), bruk av cesiumbindere (D2) og/eller endret slaktetidspunkt (D6). Dette kan bidra til å redusere mengden kjøtt som må kasseres.

For reindriftsutøvere som spiser store mengder reinkjøtt, er målinger av levende dyr også et aktuelt tiltak for å velge ut enkeltdyr med de laveste nivåene til eget forbruk (kapittel 4.2).

### **D5 Gi dyr mindre forurenset fôr før slakting («nedfôring»)**

Cesium skilles ut av kroppen til reinen i løpet av relativt kort tid. Derfor kan man effektivt redusere innholdet av radioaktivt i kjøttet dersom det er mulig å gi mindre forurenset fôr i løpet av de siste ukene før slakting. Det er en forutsetning at det er mindre forurenset fôr tilgjengelig. For rein er nedfôring litt mer krevende enn for husdyr, men det er f.eks. mulig å gi dyrene lav plukket fra et mindre forurenset område eller rent høy/kraftfôr (krever tilvenning).

Dersom ikke tilstrekkelig rent fôr er tilgjengelig, kan det være et alternativ å tilsette berlinerblått til fôret (D2) i nedfôringsperioden i stedet for eller i tillegg til å bruke mindre forurenset fôr.

### **D6 Endre slaktetidspunkt**

Som nevnt innledningsvis, kan nivåene i reinkjøtt variere mye gjennom året, utfra endringer i typen beitevekster. Det er mulig å fremskynde eller utsette slaktetidspunktet for å unngå sesongen med de høyeste nivåene (se også C12). Etter Tsjernobyl-ulykken ble reinslakting fremskyndet til høsten i noen områder for å unngå økningen i nivåene av radioaktivt cesium som var ventet når reinen gikk over på vinterdiett med mye lav. Etter mange år, da innholdet i lav var betydelig redusert, ble høye nivåer i sopp om høsten en større påvirkning på cesiumnivåene i reinkjøttet. Høstslakting som tiltak var ikke lenger hensiktsmessig.

## E. Honning

### Forurensningsmekanismer og sårbarhet

Når honningbier samler nektar som inneholder radioaktiv forurensning, overføres forurensningen til honningen de produserer. Nivåene kan bli relativt høye sammenlignet med de fleste matvarer, men varierer utfra forurensningsnivået i plantene som nektaren samles fra.

Sårbarheten for overflateforurensning antas å være relativt lik for ulike plantearter, selv om nivåene vil variere utfra hvilke planter som er i blomst mens nedfallet pågår. Det finnes derimot betydelige artsforskjeller når det gjelder rotopptak. Det er godt kjent at røsslyng tar opp mye cesium via røttene sammenlignet med andre planter. Etter Tsjernobyl-ulykken var det derfor lynghonning som hadde de høyeste nivåene av radioaktivt cesium på lang sikt. Forurensning via rotopptak vil antakelig være lavere i plantene som brukes til sommerhonning.

### Aktuelle stoffer

Alle typer radioaktive stoffer fra nedfallet kan trolig forekomme i honning laget av planter som har blitt utsatt for forurensning på overflaten. Ved nedfall før vekstsesongen, eller på lang sikt, er det kun radioaktivt cesium som er kjent å kunne forårsake høye nivåer i honning.

### Sesongmessige faktorer

Siden lyng blomstrer senere enn de fleste andre planter som inngår i honningproduksjon, kan dette gi utslag i økte nivåer i honningen utover sensommeren, dvs. høyere nivåer i lynghonning enn sommerhonning. Det er usikkert om det vil være stor forskjell mellom lynghonning og sommerhonning allerede det første året, eller om det vil gi utslag først på lenger sikt.

## Mest aktuelle tiltak

Tiltak som mest sannsynlig vil være relevante ved behov for å begrense radioaktiv forurensning. Hvorvidt tiltak er nødvendig, og hvilke tiltak som er mest hensiktsmessige, må alltid vurderes utfra den gjeldende situasjonen.

### Før nedfallet

#### **E1 Ta ut tavler med honning ut av kubene**

Dersom tavlene tas ut av kubene før nedfallet kommer, kan honningen brukes som normalt.

### Etter nedfallet

#### **E2 Flytte kuber til mindre forurensede områder**

Bikuber kan flyttes til et mindre forurenset område, ev. et område med mindre forekomst av de mest utsatte plantene, slik at honningen blir mindre forurenset.

#### **E3 Lagring for å fjerne kortlivede radioaktive stoffer**

Hvis honningen er laget fra planter som har fått direkte nedfall, og alle typer radioaktive stoffer i nedfallet er til stede i honningen, kan de kortlivede stoffene, som jod-131, fjernes ved at honningen lagres i noen uker før den selges.

## F. Ville arter fra land og ferskvann (høsting for salg)

Høsting og salg av naturprodukter fra land og ferskvann inkluderer blant annet viltkjøtt, sopp og bær fra utmark og vill ferskvannsfisk. Felles for slike produkter er at de ikke har noen ansvarlig 'eier'. Det er derfor vanskelig å se for seg tiltak som kan redusere radioaktivitetsnivået i produktet. Informasjon og eventuelt restriksjoner i høsting, jakt og fiske er da de mest aktuelle tiltakene for å begrense stråledoser til befolkningen. Restriksjoner og informasjon vil i stor grad overlapse med anbefalinger som gis til befolkningen som sanker til eget bruk. Forskjellen er at mat som skal omsettes, må overholde krisegrenseverdiene. For mat som høstes til eget forbruk, vil det bare gis anbefalinger (se kapittel 4.2).

Noen arter som i utgangspunktet er ville, inngår også i oppdrettsproduksjon – blant annet ferskvannsfisk og hjort. I slike tilfeller finnes det en ansvarlig virksomhet som har en viss mulighet til å påvirke inntak/opptak av radioaktiv forurensning underveis i produksjonen. Fordi det er ulike typer oppdrett og praksis varierer mulighetene for å gjøre tiltak.

### Forurensningsmekanismer og sårbarhet

Ville planter forurenses gjennom direkte nedfall på overflaten og etter hvert via rotopptak, som beskrevet for matplanter i kapittel B. Sopp forurenses hovedsakelig gjennom opptak fra jorden (via mycel). Ville dyr får i seg forurensning ved å spise disse vekstene, på samme måte som husdyr, beskrevet i kapittel C. I næringsfattig utmark tar plantene opp mer radioaktiv forurensning enn på gjødslet og bearbeidet dyrket mark og innmarksbeite, og dette fører til at planteetere på utmark også er mer utsatt for radioaktiv forurensning.

Ferskvannsfisk tar opp radioaktiv forurensning hovedsakelig gjennom føden, men til dels også direkte fra vannet. I motsetning til saltvannsfisk, tar ferskvannsfisk aktivt opp salter fra omgivelsene, inkludert radioaktive stoffer som cesium. Forurensningen blir i tillegg langt mindre fortynnet i innsjøer og elver enn i havet. Derfor er ferskvannsfisk – spesielt fra næringsfattige ferskvannssystemer – sårbare for radioaktiv forurensning. Oppdrettsfisk som får uforurenset fôr, vil være mindre utsatt enn viltlevende fisk.

### Aktuelle stoffer

Det er hovedsakelig radioaktivt cesium som ventes å være problematisk i ville arter fra land og ferskvann. Plantedeler over bakken som er utsatt for direkte nedfall, vil imidlertid være forurenset med alle stoffene i nedfallet. Siden radioaktivt jod og strontium i liten grad går til muskelvev, er det hovedsakelig cesium som er å finne i kjøttet av fisk og vilt.

### Sesongmessige forhold

Det kan forventes noe sesongmessige variasjoner i ferskvannsfisk og vilt basert på endringer i diett gjennom året, men denne effekten er vanskelig å forutsi i det første året etter nedfallet, og vil variere fra art til art. For mange ville arter styrer uansett naturens syklus når det er aktuelt å høste, og jaktbestemmelser angir når på året man kan jakte.

## Mest aktuelle tiltak

Tiltak som mest sannsynlig vil være relevante ved behov for å begrense radioaktiv forurensing. Hvorvidt tiltak er nødvendig, og hvilke tiltak som er mest hensiktsmessige, må alltid vurderes utfra den gjeldende situasjonen.

### F1 Restriksjoner i jakt, fiske og sanking

Det mest aktuelle tiltaket for å hindre at naturprodukter med forurensningsnivåer over grenseverdiene kommer på markedet, er at myndighetene innfører midlertidige restriksjoner på høsting og salg av enkelte varer – sannsynligvis innen et begrenset område. I første omgang vil slike restriksjoner være basert på risikovurderinger, men dersom målinger viser at nivåene ligger trygt under grenseverdiene, vil det åpnes opp for tilgang til markedet igjen. Høye dokumenterte nivåer i enkelte produkter og områder kan gi mer langvarige restriksjoner.

### F2 Oppdrett: Se relevante tiltak for lignende produkter

Forutsetninger og muligheter for tiltak innen oppdrett på land og i ferskvann varierer mye. Oppdrettere bør se til andre beskrevne tiltak i kapittel 3 som kan være relevante (innen f.eks. landbruk, reindrift eller sjømat) for å se om lignende tiltak er aktuelle for deres praksis. Dette gjelder både før og etter nedfallet.

## G. Sjømat

Dette delkapitlet dekker oppdrett i saltvann, fiskeri og annen fangst i havet og langs kysten. Marine næringsmidler har mange av de samme forutsetningene og utfordringene, uavhengig av om det er snakk om oppdrett eller fangst av viltlevende organismer. Dette kapitlet har hovedfokus på fisk siden dette er den klart største sjømatnæringen. Tiltakene er også aktuelle for, eller kan tilpasses, andre marine arter for, inkludert skalldyr, tang og sjøpattedyr.

### Forurensningsmekanismer og sårbarhet

For sjømat er det ikke bare hendelser med luftbåret radioaktiv forurensning som er aktuelt, men også direkte radioaktive utslipp til havet, f.eks. fra fartøyer.

Radioaktiv forurensning kan i marine organismer tas opp både via føden og direkte fra vannet. Saltvannsfisk og andre marine organismer er generelt svært lite utsatt for radioaktiv forurensning. Marine organismer er omgitt av vann med høyt saltinnhold, som gir stor konkurranse med opptak av radioaktive stoffer som cesium. Når man også tar med i betraktningen at forurensningen raskt fortynnes i de enorme vannmassene i havet, blir det generelt svært lave nivåer i saltvannsfisk sammenlignet med både ferskvannsfisk og landlevende organismer. Det har imidlertid vært observert høye nivåer av radioaktivt cesium i fisk i helt spesielle situasjoner – for eksempel i havneområdet ved Fukushima kjernekraftverk, hvor det har pågått kontinuerlige, store utslipp direkte til havet over lang tid.

I Norge kan organismer nær kysten, spesielt inne i fjorder, risikere noe høyere nivåer enn de som lever i det åpne havet. Slike områder kan få avrenning fra land, og det kan være mindre fortynning eller saktere vannutskiftning sammenliknet med i åpent hav. Men selv her er det kun ekstreme situasjoner som kan tenkes å føre til forurensningsnivåer over krisegrenseverdiene i sjømat – for eksempel et større utslipp fra et reaktordrevet fartøy inne i en fjord.

Til tross for at sjømat generelt er lite utsatt for radioaktiv forurensning, er dette en stor industri der selv rykter om forurensning kan ha stor påvirkning på eksportmarkedet. Målinger og dokumentasjon ventes derfor å være den viktigste oppfølgingen av fiskeri og havbruksnæringen.

### Muligheter for tiltak

Det er svært begrensede muligheter for å påvirke radioaktiv forurensning i sjømat. Nivåene i vannet kan man ikke kontrollere, og heller ikke føden til viltlevende dyr. Bortsett fra å gi oppdrettsfisk rent fôr, er det få muligheter til å gjøre aktive tiltak for å redusere nivåene.

### Aktuelle stoffer

I likhet med andre dyr og vekster, er det hovedsakelig radioaktivt cesium, jod og strontium som forventes å gi største dosebidrag også i sjømat.

### Sesongmessige faktorer

Det ventes ikke store utslag i forurensningsproblematikken avhengig av tid på året, kun sesongmessige variasjoner knyttet til fangst/høsting for ulike arter, hvor de oppholder seg og om det eventuelt foregår tørking utendørs.

### Avfall og alternativ bruk

Dersom oppdrettsfisk ikke kan selges – enten fordi dette ikke er lovlig pga. forurensningsnivåer over krisegrenseverdiene, eller fordi det ikke finnes kjøpere – vil fisken før eller senere måtte slaktes. Dersom det ikke finnes alternativ bruk, f.eks. som dyrefôr, må den behandles som avfall. Se kapittel 5 om avfallshåndtering.

## Mest aktuelle tiltak

Tiltak som mest sannsynlig vil være relevante ved behov for å begrense radioaktiv forurensing. Hvorvidt tiltak er nødvendig, og hvilke tiltak som er mest hensiktsmessige, må alltid vurderes utfra den gjeldende situasjonen.

### Før nedfallet/utslippet

#### **G1 Ta inn eller dekke til fisk som henger ute til tork**

Dersom mulig, bør fisk som henger ute til tork tas inn eller dekkes til før nedfallet kommer for å unngå forurensing på overflaten.

### Etter nedfallet/utslippet

#### **G2 Restriksjoner i fiske**

Myndighetene kan innføre midlertidige restriksjoner eller anbefalinger mot fiske og annen høsting fra havet i bestemte områder, dersom prognoser eller målinger tilsier at nivåene kan ligge over krisegrenseverdiene. Så snart målinger tilsier at nivåene er trygge, vil restriksjonene fjernes.

#### **G3 Forsinke tilgang til markedet**

Dersom produktet har for høyt innhold av radioaktivt jod, kan det være aktuelt å utsette høsting eller lagre produktet (f.eks. kombinert med frysing/tørking) en kort periode for å redusere nivåene. Jod-131, som er den mest relevante jodisotopen, har en halveringstid på 8 dager. Tiltaket er kun aktuelt dersom det bare er kortlivede stoffer som ligger over krisegrenseverdiene.

## Mindre aktuelle tiltak

Tiltak som kan vurderes ved spesielle omstendigheter eller ekstreme situasjoner

### Etter nedfallet

#### **G4 Flytting av oppdrettsfisk**

Dersom man skulle finne lokalt forhøyede nivåer i oppdrettsfisk, f.eks. i nærheten av et utslipp inne i en fjord, kan det være mulig å flytte merdene med oppdrettsfisk.



## H. Virksomheter som håndterer næringsmidler

Uavhengig av typen næringsmidler, bør virksomheter som omsetter, foredler, pakker eller på annen måte håndterer forurensede næringsmidler, vurdere tiltak for å hindre unødvendig kontaminering av produkter i lokalene.

### Mest aktuelle tiltak

Tiltak som mest sannsynlig vil være relevante ved behov for å begrense radioaktiv forurensing. Hvorvidt tiltak er nødvendig, og hvilke tiltak som er mest hensiktsmessige, må alltid vurderes utfra den gjeldende situasjonen.

#### Før nedfallet

##### H1 Stenge/begrense ventilasjonen mens nedfallet pågår

Stenging eller begrensning av ventilasjonen i lokalene mens den radioaktive skyen passerer, vil redusere muligheten for at radioaktiv nedfall kommer inn i lokalene og forurenses næringsmidler. Det samme gjelder lukking av vinduer og dører. Filtrering av luft kan fjerne radioaktive stoffer. Tiltaket er kun aktuelt dersom det er mulig av hensyn til arbeidsmiljø og kvaliteten på næringsmidlene.

#### Etter nedfallet

##### H2 Innføring av slusesystemer

I perioden rett etter et radioaktivt nedfall vil det være radioaktive stoffer på alle overflater, spesielt på bakken. Partikler med radioaktive stoffer kan virvles opp i luften igjen av vinden eller andre forstyrrelser. Slusesystemer som hindrer at luft blåser inn i lokalene og hindrer at forurensningen bringes inn via forurensning på klær, sko, bildekk o.l. vil redusere sjansene for forurensning av lokalene.

##### H3 Godt renhold

Godt renhold reduserer den radioaktive forurensingen som har kommet inn i lokalene, enten fra forurensede næringsmidler eller fra andre kilder. Spredningen i lokalet begrenses dessuten ved god planlegging av renholdsrutiner – inkludert hyppigere bytte av vaskevann og bytte/rensing av rengjøringsutstyr.

##### H4 Skylling/vasking av næringsmidler

Noen næringsmidler egner seg godt for skylling eller vasking, og dette gjøres allerede ved normal praksis for noen produkter, som frukt og grønnsaker (se også B8). Der dette er mulig, vil skylling redusere forurensningen i matvarer som går til forbruker og bidra til å begrense forurensning av lokaler. Hyppigere bytting av skyllevann bør vurderes.

## 4 Aktuelle råd til befolkningen

Myndighetene skal informere befolkningen om hva som er trygt å spise. Som nevnt innledningsvis, vil tiltak rettet mot næringene sørge for at maten i butikken er trygg og under de gjeldende grenseverdiene. Myndighetene kan i tillegg gi råd om eventuelle tiltak som privatpersoner bør gjøre for å begrense inntaket av radioaktiv forurensning fra mat de har produsert eller høstet selv.

### 4.1 Råd til den generelle befolkningen

Noen råd vil kunne gis for å trygge den generelle befolkningen. Rådene kan gis uavhengig av omfanget av hendelsen.

#### Generell informasjon og råd til privatpersoner

- **Matvarer man kjøper i butikken er trygge**

Det er ingen grunn til å endre inntaket av mat og drikke som selges i butikk. Ved en hendelse med radioaktiv nedfall i Norge vil tiltak rettet mot næringene sørge for at maten i butikken er trygg. Mattilsynet fører tilsyn med at matprodusentene overholder de gjeldende grenseverdiene. Krisegrenseverdiene sikrer at stråledosen til befolkningen fra mat til omsetning ikke overskrider 1 mSv det første året etter ulykken.

- **Det er trygt å drikke vann fra offentlige vannverk, dersom det ikke er gitt informasjon om noe annet**

Drikkevann fra vannverk er svært lite utsatt for radioaktiv forurensning (kapittel 3.A) på grunn av at konsentrasjonen blir sterkt fortynnet. Myndighetene vil raskt måle drikkevann hvis det er risiko for at vannet er betydelig forurenset. Vannverkene informerer forbrukerne dersom vannet ikke er egnet til å drikke. Hvis det skulle komme et så stort nedfall at vannet blir uegnet å drikke for en periode, kan man likevel bruke vannet til andre ting (vask, dusj, spyle ned i toalett osv.).

Dersom prognoser og målinger viser et begrenset nedfall i Norge, vil myndighetene kunne gi informasjon om at drikkevann fra offentlige vannverk er trygt å drikke uten videre forbehold.

### 4.2 Råd og tiltak for utsatte grupper

Noen av næringsmidlene man høster eller sanker selv kan være spesielt utsatt for høye nivåer av radioaktiv forurensning, og være over krisegrenseverdiene som brukes for mat til omsetning. Ved behov, vil derfor myndighetene gi egne råd til utsatte grupper av befolkningen. Rådene vil gi enkeltpersoner bedre kontroll over egen eksponering og bidra til at også disse gruppene holder stråledosene lave og under anbefalt dosegrense (kapittel 4.3).

Egne råd for å begrense inntaket av radioaktiv forurensning kan være aktuelt til personer som:

- har privat drikkevannskilde som kan være sårbar for radioaktiv forurensning
- drikker vann i naturen i forbindelse med friluftsliv
- dyrker hageprodukter til eget forbruk
- tørker fisk utendørs
- høster mye mat fra naturen til eget forbruk (jakt, sanking av sopp og bær, fiske etc.)
- spiser svært mye reinkjøtt – typisk reindriftsutøvere

# Råd for utsatte grupper

## Før nedfallet

### *Privat drikkevannskilde*

- **Dekke til åpne brønner**

Dersom man får drikkevannet fra en brønn som ikke er tildekket, kan denne hvis mulig dekkes til med et tett materiale, f.eks. presenning, før nedfallet kommer.

- **Koble fra tilførselen til cisterner**

Hvis mulig, bør man koble fra tilførselen til cisternetanken for å hindre forurensning av allerede oppsamlet vann.

### *Hageprodukter til eget forbruk*

- **Høste avlinger før nedfallet kommer**

Dersom man har tid, kan man høste spiseklare avlinger før nedfallet kommer for å unngå at de blir forurenset.

- **Dekke til avlinger**

Avlinger kan dekkes til med f.eks. presenning eller plast dersom dette lar seg gjøre før nedfallet, for å unngå at de forurenses.

- **Stenge/begrense ventilasjonen i drivhus**

Stenging eller begrensning i ventilasjonen i drivhus når den radioaktive skyen passerer, kan redusere forurensning av vekster. Kun aktuelt i de deler av året der plantene ikke risikerer å dø av overoppheting. Det kan også være aktuelt å bruke filtermaterialer i åpning i stedet for å stenge ventilasjonen helt.

- **Fjerne løv eller grener fra frukttrær**

Dersom man fjerner løv, kvister eller grener fra frukttrær før eller umiddelbart etter et nedfall, unngår man at overflateforurensning tas opp av bladene og transporteres til frukten. Dette anses imidlertid å være vanskelig og inngripende å gjennomføre i praksis. Tiltaket gjelder for radioaktive stoffer som tas opp av gjennom bladverket, som er hovedsakelig cesium (se kapittel 3.B om matplanter).

### *Tørking av fisk utendørs*

- **Ta inn eller dekke til fisk som henger ute til tork**

Dersom mulig, bør fisk som henger ute til tork tas inn eller dekkes til før nedfallet kommer for å unngå forurensning på overflaten.

## Etter nedfallet

### *Privat drikkevannskilde*

- **Ikke drikk regnvann som er samlet i cisterner under nedfallet**

Cisternevann får raskt høye nivåer etter et radioaktivt nedfall. Det anbefales derfor at ingen bruker drikkevann fra tanker med vann samlet opp under et radioaktivt nedfall.

- **Ikke drikk store mengder vann fra bekker eller andre grunne overflatekilder**

Bekker o.l. kan inneholde mye radioaktiv forurensning i den første tiden etter et nedfall. Man bør derfor unngå å drikke større mengder av slikt vann. Dette gjelder både mens man er på tur, og for personer som har bekker eller andre små, grunne overflatevann som sin drikkevannskilde for boliger

eller hytter. Se eventuelt figur B.3-1 i vedlegg B for mer om hvilke nedfallsnivåer som risikerer å gi nivåer over krisegrenseverdiene ved ulike vanndybder.

#### *Hageprodukter til eget forbruk*

- **Fjerne snø**  
Dersom det ligger snø på bakken under nedfallet, kan snøen (ev. det øverste laget av snøen) fjernes fra grønnsaksbed o.l. i løpet av kort tid etter nedfallet for å hindre at jorden under blir forurenset.
- **Fjerne øverste jordlaget**  
Fjerning av det øverste jordlaget (2-5 cm) kort tid etter nedfallet vil fjerne mye av den radioaktive forurensningen og kan vurderes for små arealer som grønnsaksbed o.l. etter et stort nedfall.

#### *Reinkjøtt til eget forbruk*

- **Valg av rein med lavt nivå til eget forbruk**  
Ved hjelp av målinger av levende dyr (se tiltak D4), kan reindriftsutøvere få mulighet til å velge ut dyrene med lavest nivåer til eget forbruk.

#### *Alle matprodukter høstet til eget forbruk (hageprodukter, egenprodusert reinkjøtt, sanking, jakt, fiske)*

- **Redusere nivåer gjennom bearbeiding**  
Noen typer bearbeiding kan redusere forurensningsnivåene av enkelte radioaktive stoffer i produkter. Eksempler er vasking og skrelling av hageprodukter, eller koking av grønnsaker eller kjøtt. Les mer i vedlegg C.
- **Begrense inntaket**  
Hvis man utfra tilgjengelig informasjon har grunn til å anta at produktene er betydelig forurenset, bør man vurdere å begrense inntaket iht. anbefalingene gitt i kapittel 4.3.

#### **Måling av egne produkter**

Hvis et radioaktivt nedfall skulle ramme store områder, vil det i den tidlige fasen ikke være tilstrekkelig målekapasitet til at privatpersoner kan få målt produkter som de har høstet i hagen eller naturen til eget forbruk. I denne situasjonen må myndighetene prioritere å bruke målekapasiteten til å kartlegge situasjonen og sikre trygg mat i butikkene. Privatpersoner må derfor basere seg på anbefalinger fra myndigheter (over) og eventuelt gjøre egne vurderinger om inntak (kapittel 4.3) basert på data som myndighetene gjør tilgjengelig.

**MERK:** Et viktig unntak vil være reindriftsutøvere. Dette er fordi reinkjøtt, som utgjør en stor del av matinntaket til reindriftsutøvere, er spesielt utsatt for høye nivåer. Mulighet til å måle eget reinkjøtt vil derfor være et viktig tiltak for å begrense stråledosene til denne gruppen. (Det samme vil gjelde eventuelle andre grupper hvor hovedmatkilden kan få svært høye nivåer.)

På lengre sikt – når myndighetene ikke har like stort behov for målekapasiteten – kan det være aktuelt at privatpersoner kan få målt radioaktivt cesium i egne prøver på utvalgte laboratorier, slik det var i årene etter Tsjernobyl-ulykken. (Mat man høster selv kan ev. merkes godt og fryses ned for eventuelt å undersøkes ved et senere tidspunkt.)

### 4.3 Anbefalinger om totalt inntak av radioaktiv forurensning

#### Anbefalt dosegrense

Utgangspunktet for både krisegrenseverdiene (kapittel 1.2) og råd til befolkningen som gis i kapittel 4.1–4.2, er at stråledosen fra radioaktiv forurensning i næringsmidler skal ligge under 1 mSv det første året. Helseisikoen ved 1 mSv/år er svært lav. Til sammenligning er den gjennomsnittlige stråledosen i Norge fra alle typer kilder beregnet til ca. 5 mSv/år<sup>15</sup>.

**For den vanlige forbruker vil stråledosen fra radioaktiv forurensning ligge godt under 1 mSv/år fordi mat i butikken og vannet fra vannverket ligger under krisegrenseverdiene.**

**Personer som selv høster eller sanker store mengder mat med høye nivåer til eget forbruk, bør følge myndighetenes anbefalinger om inntak av radioaktiv forurensning for å holde den årlige stråledosen under 1 mSv.**

Vi må også ta forbehold om at hvis en svært alvorlig situasjon skulle oppstå, og det ikke er praktisk mulig å holde stråledosene under ca. 1 mSv og samtidig sikre tilstrekkelig tilgang på mat, kan myndighetene måtte basere sine anbefalinger på en noe høyere stråledose. Anbefalt inntak etter Tsjernobyl-ulykken i Norge var basert på 5 mSv det første året, og 1 mSv i årene som fulgte. Det planlegges likevel for en anbefalt dosegrense på 1 mSv det første året etter en ny atomhendelse, og dette er grunnlaget for anbefalinger og vurderinger i denne rapporten.

#### *Anbefalt dosegrense angitt i total aktivitet*

Tabell 4.3-1 viser hvilken total aktivitet, gitt i antall Bq, som vil gi en årlig stråledose på 1 mSv for de radioaktive stoffene som mest sannsynligvis vil bidra mest til stråledosen fra et nedfall. Det er vanskelig å ha full oversikt over eget inntak, spesielt med lite data tilgjengelig. Oversikten gir likevel en pekepinn som kan være nyttig for å vurdere om eget inntak kan være i nærheten av myndighetenes anbefalte dosegrense. Dette er først og fremst aktuelt hvis man høster mye mat til eget forbruk (kapittel 4.2). Hvis det er betydelige nivåer av flere radioaktive stoffer samtidig, må dette tas med i vurderingen av om stråledosen er under 1 mSv. Forskjellen mellom de ulike aldersgruppene skyldes ulikt opptak mellom forskjellige stoffer i tillegg til ulik følsomhet for strålingen.

*Tabell 4.3-1. Antall becquerel (Bq) av de mest aktuelle radioaktive stoffene som må til for å få en stråledose på 1 mSv per år fra inntak radioaktiv forurensning i næringsmidler. Beregnet fra dosekonverteringsfaktorer fra Den internasjonale strålevernkommisjonen<sup>16</sup> (ICRP 2012). Ved dosevurderinger må det tas hensyn til at flere av de radioaktive stoffene kan være til stede samtidig. Beregningen for jod-131 forutsetter at det ikke er gitt jodtabletter. Se også tabell 4.3-2.*

Radioaktivt stoff	Antall Bq som gir stråledose på 1 mSv		
	Spedbarn (3 mnd)	1-åringer	Voksne
Cesium-134	40 000	60 000	50 000
Cesium-137	90 000	80 000	80 000
Strontium-90	8000	10 000	40 000
Jod-131	2 000	6 000	50 000

<sup>15</sup> Komperød M, Friberg EG, Rudjord AL. [Stråledoser til befolkningen. Oppsummering av stråledoser fra planlagt strålebruk og miljøet i Norge](#). StrålevernRapport 2015:12. Østerås: Statens strålevern, 2015.

<sup>16</sup> Eckerman, K., et al. [ICRP publication 119: compendium of dose coefficients based on ICRP publication 60](#). *Annals of the ICRP*, 2012, 41: 1-130.

Videre viser tabell 4.3-2 hvor mange kg man må spise i løpet av et år for å nå den anbefalte dosegrensen på 1 mSv, dersom aktivitetskonsentrasjonen i næringsmidlet er 1000 Bq/kg. (Aktivitetskonsentrasjonen er kun et eksempel og er ikke relatert til krigsegrenseverdiene.)

**Tabell 4.3-2.** Omtrentlig inntak som gir 1 mSv ved en aktivitetskonsentrasjon på 1000 Bq/kg av det aktuelle stoffet i mat og drikkevann (rundet av til nærmeste signifikante siffer). Dette er basert på verdiene gitt i tabell 4.3-1 og er kun ment som et hjelpemiddel for å indikere hvilke mengder som skal til for å overskride anbefalt årlig stråledose. Inntaket kan skaleres direkte opp og ned ved andre konsentrasjoner. (F.eks. ved 100 Bq/kg i maten, kan man spise 10 ganger så mye som gitt i tabellen. Ved 2 000 Bq/kg i maten, kan man spise kun halvparten av mengdene oppgitt i tabellen.) For voksne er inntaket også omregnet til antall porsjoner à 150 g.

Radioaktivt stoff	Årlig inntak som gir 1 mSv/år ved 1000 Bq/kg i næringsmidlet		
	Spedbarn (3 mnd)	1-åringer	Voksne
Cesium-134	40 kg	60 kg	50 kg (ca. 6 porsjoner i uka)
Cesium-137	90 kg	80 kg	80 kg (ca. 10 porsjoner i uka)
Strontium-90	8 kg	10 kg	40 kg (ca. 5 porsjoner i uka)
Jod-131	2 kg*	6 kg*	50 kg*

\*Fordi jod-131 har 8 dagers halveringstid, vil under 10 % av opprinnelig mengde være igjen etter 1 måned og vil være så godt som borte etter 80 dager. Derfor vil hele inntaket av jod-131-holdige produkter måtte skje i l. kort tid etter nedfallet for å kunne gi en dose på 1 mSv. Beregningen forutsetter at det ikke er gitt jodtabletter.

Dersom prognoser eller tilgjengelige data tyder på svært høye nivåer i enkelte produkter, slik at de anbefalte grensene raskt vil overskrides selv med moderat inntak, kan myndighetene fraråde sanking/høsting av enkelte produkter og i bestemte områder.

## 5 Avfallshåndtering

Etter et radioaktivt nedfall er det sannsynlig at næringsmidler som må kasseres, inneholder høye nivåer av radioaktiv forurensning. Det samme gjelder fôr, animalske biprodukter eller annet avfall knyttet til næringsmiddelproduksjon. Slikt avfall kan kreve spesiell håndtering, avhengig av situasjonen.

Når store mengder radioaktivt materiale må håndteres og avhendes, kan det være utfordrende å finne løsninger som er både etisk og juridisk rimelige, men samtidig praktisk gjennomførbare. Det er også viktig at avhending av animalsk materiale skjer på en slik måte at det ikke er fare for spredning av smittsomme dyresykdommer. Det er viktig at myndighetene har en felles, avklart forståelse av hvilke bestemmelser knyttet til avfall og forurensning som vil gjelde etter en atomhendelse, og har vurdert aktuelle løsninger på forhånd.

Det pågår en utredning om hvilke metoder for avfallshåndtering som er aktuelle iht. dagens regelverk, og hvilken spesiell håndtering som eventuelt vil kreves. Dette kapitlet vil bli oppdatert når utredningen er ferdig.

### Generelt om dagens regelverk for radioaktivt avfall

Dagens regelverk som skal sikre forsvarlig håndtering av radioaktivt avfall, er gitt i forskrift om radioaktiv forurensning og avfall<sup>17,18</sup> og avfallsforskriften<sup>19</sup>. Forskriftene definerer hva som regnes som radioaktivt avfall og fastslår pliktene til den som besitter og håndterer denne typen avfall.

### Generelt om dagens regelverk for avhending av animalske biprodukter

Bruk og avhending av animalsk materiale som ikke skal gå til konsum, er regulert i animaliebiproduktforskriften<sup>20</sup>. Regelverket skal sikre at bruk og avhending av animalsk materiale ikke sprer smitte i matkjeden, og det er derfor strenge krav til risikoklassifisering av materialet, behandling/prosessering, bruk og hvilke typer virksomheter som kan håndtere ulike animalske biprodukter. Ved en atomhendelse er det derfor viktig å ha tenkt gjennom at avfallshåndteringen ikke skaper nye problemer med spredning av smitte.

---

<sup>17</sup> [Forskrift om forurensningslovens anvendelse på radioaktiv forurensning og radioaktivt avfall](#) § 5

<sup>18</sup> Forskriften over fastslår videre at de fleste av bestemmelsene i [forurensningsloven](#) gjelder for radioaktiv forurensning. Det innebærer blant annet at plikten til å unngå forurensning etter forurensningsloven § 7 også gjelder for radioaktiv forurensning.

<sup>19</sup> [Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall \(avfallsforskriften\) - Lovdata](#)

<sup>20</sup> [Forskrift om animalske biprodukter som ikke er beregnet på konsum \(animaliebiproduktforskriften\)](#)

# Vedlegg A: Referanser for videre lesning

## Utvalgte bøker om Norges erfaringer med radioaktiv forurensning

- Harbitz O, Skuterud L. [Radioaktiv forurensning-betydning for landbruk, miljø og befolkning](#). Landbruksforlaget, Landbruksforlaget AS, Postboks, 1999, 9303.
- Garmo TH, Grønnerud TB. [Radioaktivt nedfall fra Tsjernobyl-ulykken. Følger for norsk landbruk, naturmiljø og matforsyning](#). Norges landbruksvitenskapelige Forskningsråd, Oslo, 1992.

## Stråledoser til befolkningen i Norge i dag

Informasjon om stråledoser til befolkningen i dag, fra alle typer kilder, er et nyttig referansepunkt for å sette stråledoser i sammenheng:

- Komperød M, Friberg EG, Rudjord AL. [Stråledoser til befolkningen. Oppsummering av stråledoser fra planlagt strålebruk og miljøet i Norge](#). StrålevernRapport 2015:12. Østerås: Statens strålevern, 2015.

## Stråledoser til reindriftsutøvere

Reindriftsutøvere var spesielt utsatt for høyere stråledoser enn den generelle befolkningen etter Tsjernobyl-ulykken. Stråledoser og tiltak er oppsummert i denne rapporten:

- Thørring H, Skuterud L, Komperød M. [Stråledoser til reindriftsutøvere i Midt-Norge etter Tsjernobyl-ulykken](#). DSA-rapport 2022:2. Østerås, Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet, 2022.

## Euranos-håndbøkene relevant for drikkevann og matproduksjon

- Brown J, Hammon DJ, Kwakman P. [Generic handbook for assisting in the management of contaminated drinking water in Europe following a radiological emergency](#). EURANOS (CAT1)-TN (09)-02, 2009.
- Nisbet AF m.fl. [Generic Handbook for Assisting in the Management of Contaminated Food Production Systems in Europe following a radiological emergency v2](#). EURANOS (CAT1)-TN (09)-01. 2009.

## Svenske rapporter om tiltak i næringsmiddelprodukter

I utarbeidelsen av denne rapporten har vi også sett til lignende rapporter om tiltak i næringsmiddelproduksjon fra Sverige, spesielt:

- Livsmedelsverket, et al. [Produktion och hantering av livsmedel vid nedfall av radioaktiva ämnen](#).
- Persson K, Prethun J. [Livsmedelsproduktionen vid nedfall av radioaktiva ämnen](#). Umeå: Avdelningen för NBC-skydd, Totalförsvarets forskningsinstitut, 2002.

## Svenske utredninger om tiltaksnivåer for næringsmiddelproduksjon rundt svenske kjernekraftverk

I 2017 publiserte svenske strålevernmyndigheter (Strålsäkerhetsmyndigheten, SSM) et omfattende arbeid knyttet til en gjennomgang av beredskapssoner rundt svenske kjernekraftverk. Arbeidet omfatter utredninger om operasjonelle tiltaksnivåer for næringsmiddelproduksjon (vedlegg 1 til hovedrapporten). Vi har brukt samme fremgangsmåte for operasjonelle tiltaksnivåer (kapittel 2.8.2 og vedlegg B).

- Karlsson S m.fl. [Review of Swedish emergency planning zones and distances, Appendix 1](#). Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM), rapport 2017:27e, 2017.

## Svensk rapport om radioaktivitet i drikkevann ved en atomhendelse

- Tovedal A; Nylén T, Björnham O (2021). [Dricksvatten från ytvattentäkt efter ett radioaktivt nedfall](#). Rapport FOI-R--4930—SE. Publisert: 2021-02-23



### **Informasjon om norsk atomberedskap**

Mer informasjon om atomberedskapen i Norge er gitt i blant annet:

- [Atomberedskap – Sentral og regional organisering. Kgl.res av 23. august 2013.](#) StrålevernHefte 31. Østerås: Statens strålevern, 2013.
- Statens strålevern. [Roller, ansvar, krisehåndtering og utfordringer i norsk atomberedskap.](#) StrålevernRapport 2012:5. Østerås: Statens strålevern, 2012.
- Selnæs ØG, Eikermann IM, Amundsen I. [Endringer i trusselbildet.](#) StrålevernRapport 2018:10. Østerås: Statens strålevern, 2018.

## Vedlegg B: Operasjonelle tiltaksnivåer for drikkevann fra overflatekilder

Begrepet *operasjonelle tiltaksnivåer* er beskrevet i kapittel 2.8.2. Det operasjonelle tiltaksnivået for drikkevann er nedfallsmengden (gitt i kBq/m<sup>2</sup>) der man kan risikere at konsentrasjonen av radioaktiv forurensning i drikkevannet overskrider krisegrenseverdien. Denne er gitt for ulike grupper radioaktive stoffer (se tabell 1.2-1).

Merk: Det er ikke slik at drikkevannet *nødvendigvis* kommer over krisegrenseverdiene ved et nedfall over operasjonelt tiltaksnivå, men at man derimot kan være relativt sikker på at det ligger under krisegrenseverdiene dersom operasjonelt tiltaksnivå *ikke* overskrides. Ved nedfall over operasjonelt tiltaksnivå, bør myndighetene raskt gjøre nærmere undersøkelser for å avklare faktiske konsentrasjoner i drikkevannet.

### B.1 Bruk av markørisotoper

For drikkevann bruker vi markørisotoper slik SSM har gjort i sine konsekvensutredninger for svenske kjernekraftverk<sup>21</sup>. Markørisotoper er radioaktive stoffer som brukes for å indikere konsentrasjonen av alle de radioaktive stoffene i isotopgruppene for krisegrenseverdiene (tabell 1.2-1). Markørisotopene er jod-131 (I-131) for jod, strontium-90 (Sr-90) for isotoper av strontium og cesium-137 (Cs-137) for andre radioaktive stoffer med halveringstid over 10 dager.

For å kunne bruke en slik tilnæringsmåte må forholdet mellom ulike isotoper være kjent – noe som forutsetter at sammensetningen av de ulike radioaktive stoffene i utslippet allerede er kjent. Vi har valgt å bruke et stort utslipp fra et svensk kjernekraftverk til dette formålet (SSM sin representative kildeterm<sup>22</sup> for en hendelse uten fungerende konsekvenslindrende system<sup>23</sup>). Vi har også forenklet kildetermen i tråd med en nylig publisert svensk drikkevannsrapport<sup>24</sup>. Alle edelgasser er her ekskludert. Kun radioaktive stoffer som bidrar med mer enn 5 % til total inntaksdose er tatt med. De utvalgte stoffene bidrar med minimum 70 % av total interndose ved hvert vurdert tidspunkt. De radioaktive stoffene vi har inkludert ved beregning av tiltaksnivåer for de tre markørisotopene er oppsummert i tabell B.1-1.

---

<sup>21</sup> SSM 2017:27 (Översyn av beredskapszoner. [Bilaga 1 – Referensnivåer, doskriterier och åtgärdsnivåer](#), Tabell 18)

<sup>22</sup> Beskrivelse av utslippets størrelse, sammensetning og forløp

<sup>23</sup> SSM 2017:27 (Översyn av beredskapszoner. [Bilaga 3 – Kärnkraftverken](#), Tabell 3)

<sup>24</sup> FOI-R-4930-SE (2021). [Dricksvatten från ytvattentäkt efter radioaktivt nedfall](#).

Tabell B.1-1. Inkluderte radioaktive stoffer er basert på FOI-R--4930--SE (2021)<sup>22</sup>

Markørisotop	Isotopgruppe	Isotoper inkludert
Cs-137	Isotoper med fysisk halveringstid over 10 dager	Cs-134, Cs-137
I-131	Jod	I-131, Te-132/I-132, I-133
Sr-90	Strontium	Sr-89, Sr-90

## B.2. Beregning av tiltaksnivå

Tiltaksnivå er beregnet basert på ligningen under. Operasjonelt tiltaksnivå bestemmes ved å runde beregnet tiltaksnivå ned til nærmeste tierpotens. Dette gjøres for å sikre tilstrekkelig konservative operative tiltaksnivåer. Dersom nedfallet av markørisotopen ligger over operasjonelt tiltaksnivå, er det risiko for at krigsgrenseverdien for drikkevann for en gitt isotopgruppe kan overskrides. Parametere i ligningen er forklart i tabell B.2-1.

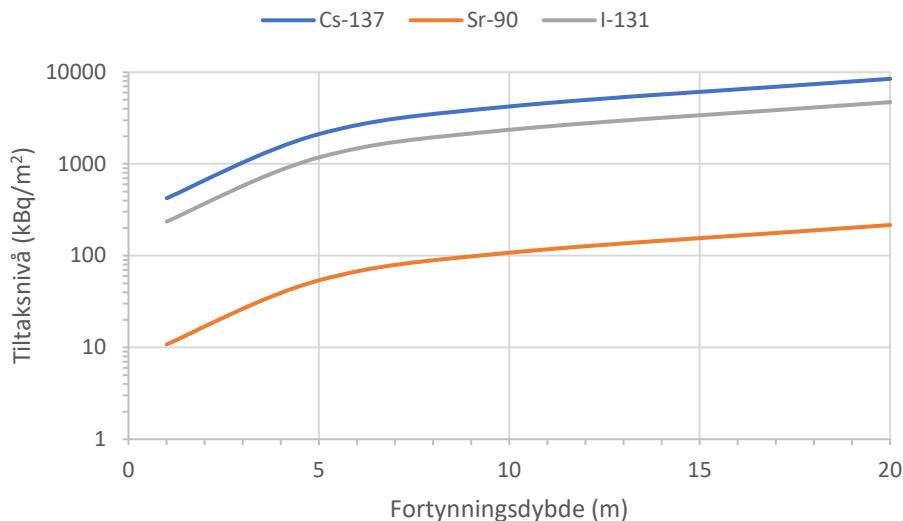
$$N = G \times A \times D \times E \times T \times F$$

Tabell B.2-1. Standardparametere for beregning av operasjonelt tiltaksnivå for isotopgrupper.

Parameter	Enhet	Cs-137	I-131	Sr-90	Kommentar
G – grenseverdi for flytende næringsmidler	Bq/kg	1000	500	125	Se tabell 1.2-1
A – andel markørisotop		0,42	0,47	0,086	Se kap. B.1
D – blandingsdybde i kilde	m	10	10	10	Se kap. B.3
E – effektivitet av rens metode		1	1	1	Se kap. B.5
T – tetthet for vann	kg/m <sup>3</sup>	1000	1000	1000	
F – omregningsfaktor til kBq	kBq/Bq	0,001	0,001	0,001	
N – beregnet tiltaksnivå (nedfall)	kBq/m <sup>2</sup>	4200	2400	110	
Operasjonelt tiltaksnivå	kBq/m <sup>2</sup>	1000	1000	100	

## B.3. Blandingsdybde

Som standard har vi valgt en blandingsdybde i drikkevannskilden på 10 m. Operasjonelle tiltaksnivåer for markørnuklidene (I-131, Cs-137, Sr-90) ved andre blandingsdybder vil framgå av figur B.3-1.

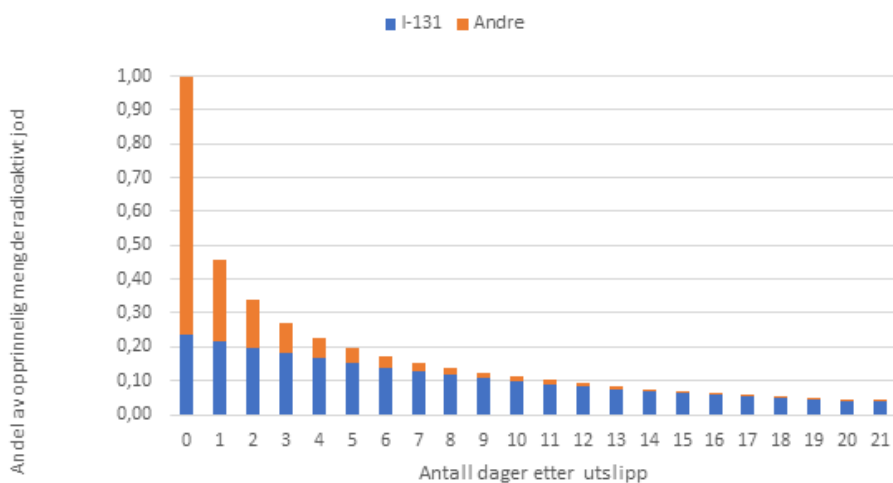


**Figur B.3-1.** Tiltaksnivåer basert på markørisotopene (I-131, Cs-137, Sr-90) beregnet basert på ligning i B.2. Figuren viser at man kan anta at drikkevannet er under krisegrenseverdien for jod og cesium hvis nedfallet av jod-131 og cesium-137 er under 100 000 Bq/m<sup>2</sup> ved 1 meters dybde eller under 1 000 000 Bq/m<sup>2</sup> ved 5 meters dybde. For strontium-90 kan man anta at vannet er under krisegrenseverdien hvis nedfallet er under hhv. 10 000 Bq/m<sup>2</sup> ved 1 meters dybde eller 100 000 Bq/m<sup>2</sup> ved 5 meters dybde. Ved høyere nedfallsnivåer, risikerer man at krisegrenseverdiene kan overskrides. Dersom dette skjer, bør man gjøre nærmere vurderinger av andre faktorer (se kapittel B.4 og B.5) eller gjøre målinger før vannet eventuelt brukes til drikkevann.

Anbefalt operasjonelt tiltaksnivå vil altså avhenge av dybden på drikkevannskilden, ev. om inntakspunktet ligger i øvre deler av kilden etc. Det er derfor viktig å ha kjennskap til slike forhold ved en hendelse for å kunne komme med tilpassede verdier for operasjonelt tiltaksnivå.

#### B.4. Prosesstid (eller annen forsinkelse)

Det antas her at vannet når forbruker 1 døgn etter at utslippet finner sted, noe som gir betydelige mengder kortlivede jod-isotoper i konsumvannet (figur B.4-1). Dersom det tar lengre tid, vil hovedandelen av jod-bidraget komme fra I-131. Etter en uke vil det bare være igjen ca. 15 % av det originale jod-utslippet, hvorav jod-131 står for mer enn 80 % av aktiviteten.



**Figur B.4-1.** Utviklingen av andelen I-131 og andre radioaktive isotoper av jod, sammenlignet med opprinnelig mengde i utslippet.

Som beskrevet i kapittel 3A, vil tid på året også avgjøre hvor raskt forurensningen vil blande seg i vannkilden. Dette vil påvirke når det er aktuelt at forurenset drikkevann sendes ut til forbruker, og dermed også mengden kortlivede radioaktive stoffer. I utregningen av tiltaksnivå forutsettes det umiddelbar innblanding i angitt blandingsdybde (10 m).

## B.5. Effektivitet av vannrensem metode

Hvis man bruker standardparametere for beregning av operasjonelt tiltaksnivå (kapittel B.2), tas det ikke hensyn til at ulike renseprosesser vil redusere konsentrasjonen av ulike radioaktive stoffer. Vannbehandling vil kunne bidra til å redusere konsentrasjonen av radioaktive stoffer i vannet (tabell B.5-1). Tar man med rensemetoder i beregningen, gir dette et høyere operasjonelt tiltaksnivå. (Dvs. det skal da mer nedfall (kBq/m<sup>2</sup>) til før drikkevannet kommer over krisegrenseverdiene.)

Mange faktorer vil kunne påvirke effektiviteten av vannbehandling mot radioaktive stoffer. Informasjonen om metodenes effektivitet vil derfor kun være indikativ for mengde substans som fjernes.

**Tabell B.5-1.** Vannbehandling – effektivitet mot utvalgte radioaktive grunnstoffer. Oppgitt i intervaller grunnet variabilitet og usikkerhet i mengde som faktisk fjernes. De fleste vannverk vil ha flere av metodene – da blir den effektive fjerning ved suksessive metoder multiplikativ (50%, så 50% blir 75%).

Grunnstoff	Koagulering/ flokkulering/ separasjon*	Sand- filtrering	Aktivt kull (filter eller pulver)	«Lime softening» (fjerne hardhet ved felling)	Ione- bytte (anion/ kation)	Revers osmose	«Clay absorbents» (mineral- leire)
Strontium	●●	●●	●	●●●●	●●●	●●●●	●●●
Jod	●●	●●	●●●	●	●●●	●●●●	●●
Cesium	●●	●●	●	●●	●●●	●●●●	●●●
Plutonium	●●●●	●●	●●●	●	●●●●	●●●●	●●●
Americium	●●●●	●●	●●●	●	●●●●	●●●●	●●●

- = 0–10% (i prinsippet ineffektiv). E i ligningen i B.2: **1,0–1,1**
- = 10–40% (noe reduksjon). E i ligningen i B.2: **1,1–1,7**
- = 40–70% (signifikant reduksjon). E i ligningen i B.2: **1,7–3,3**
- = >70% (svært effektiv). E i ligningen i B.2: **>3,3**

\*Etterfølges av sedimentering eller filtrering.

## Vedlegg C: Redusere nivåer i produkter gjennom bearbeiding

Faktaopplysninger i dette vedlegget i stor grad basert på boken «Radioaktivt nedfall fra Tsjernobyl-ulykken»<sup>25</sup>. Informasjonen er fritt oppsummert og ny informasjon lagt til.

### C.1. Fjerning av forurensning avsatt direkte på overflaten av frukt og grønt

I de første dagene til ukene etter et nedfall vil en stor andel av den radioaktive forurensningen i frukt og grønt bestå av nedfall direkte på overflaten. (Dette er relevant kun for produkter der den spiselige delen vokser over bakken.) Hvis nedfallet skjer rett før høstetidspunktet, og produktene derfor har en stor andel overflateforurensning når de høstes inn, kan forurensningen reduseres ved å:

- **Skylle eller vaske produktet.** Egnet for de fleste typer frukt og grønnsaker. (Hvis det har regnet etter nedfallet, kan denne effekten allerede ha skjedd naturlig.)
- **Skrelle produktet.** Egnet for f.eks. epler.
- **Fjerne ytre blader.** Egnet særlig for f.eks. vekster som hodekål.

Gradvis vil radioaktivt cesium tas opp gjennom bladverk/skall og transporteres til indre deler av produktet (se faktaboks 2). Etter hvert tas også cesium, strontium og andre stoffer opp gjennom røttene.

Konsentrasjonen er da ikke lenger nødvendigvis høyere på overflaten enn i de indre delene. Disse tiltakene vil derfor ha liten eller ingen effekt etter noen dager/uker. Strontium transporteres ikke fra blader/skall til indre deler av planten, men bindes over tid til overflaten av blader og skall. Jo kortere tid etter nedfallet, jo mer strontium kan skylles vekk.

Grønnsaker der det spiselige bladverket er spredt og en stor andel av produktet er utsatt for direkte nedfall – som salat, spinat eller grønnkål – vil raskt få svært høye nivåer. Ved et betydelig radioaktivt nedfall vil skylling/vasking sannsynligvis ikke være tilstrekkelig for å få nivåene under krisegrenseverdiene i slike vekster. De bør derfor kasseres.

Skylling, vasking og fjerning av ytre blader egner seg i mange tilfeller godt for bruk i virksomheter. I noen tilfeller egner tiltakene seg best hos forbruker rett før inntak, som f.eks. skrelling av epler. De samme tiltakene kan brukes for å fjerne rester av forurenset jord.

### C.2. Fjerning av forurensning i hele produktet

Det er også mulig å redusere radioaktiv forurensning i matvarer der hele produktet er forurenset – dvs. i dyreprodukter som kjøtt og melk, og i matplanter som har tatt opp forurensning via røtter eller blader/skall. Dette krever mer omfattende bearbeiding av produktet.

Metoder for å fjerne intern forurensning er hovedsakelig rettet mot å fjerne vannløselige stoffer gjennom å fjerne væske. Cesium, jod og strontium er vannløselige radioaktive stoffer. Vi har mest erfaring og kunnskap om fjerning av cesium med slike metoder, og dette stoffet er også ventet å være det største problemet ved forurensning av hele produktet. Derfor er cesium hovedfokus for dette avsnittet.

---

<sup>25</sup> Garmo TH, Grønnerud TB. Radioaktivt nedfall fra Tsjernobyl-ulykken. Følger for norsk landbruk, naturmiljø og matforsyning. Norges landbruksvitenskapelige Forskningsråd, Oslo, 1992.

### Kjøtt, fisk og grønnsaker

- **Koking:** Reduserer mengden vannløselige stoffer, forutsatt at vannet kastes. Tiltaket er mest effektivt når produktet er delt i biter før koking. (Cesiumreduksjon på 50–80% er observert i kjøtt.)
- **Salting/marinering:** Reduserer mengden løselige stoffer ved at vannet trekkes ut. Effekten avhengig av bl.a. størrelse på bitene, temperatur og tid. (I rein har det blitt observert tap av ca. 30 % cesium ved salting av helt lår og 70 % ved produksjon av spekelår og spekerull, mens 85–90% tap av cesium er observert i pinnekjøtt.) For mye salt i kosten kan imidlertid ha negativ helseeffekt. Dette kan fort oppveie helsegevinsten ved å redusere radioaktiviteten.

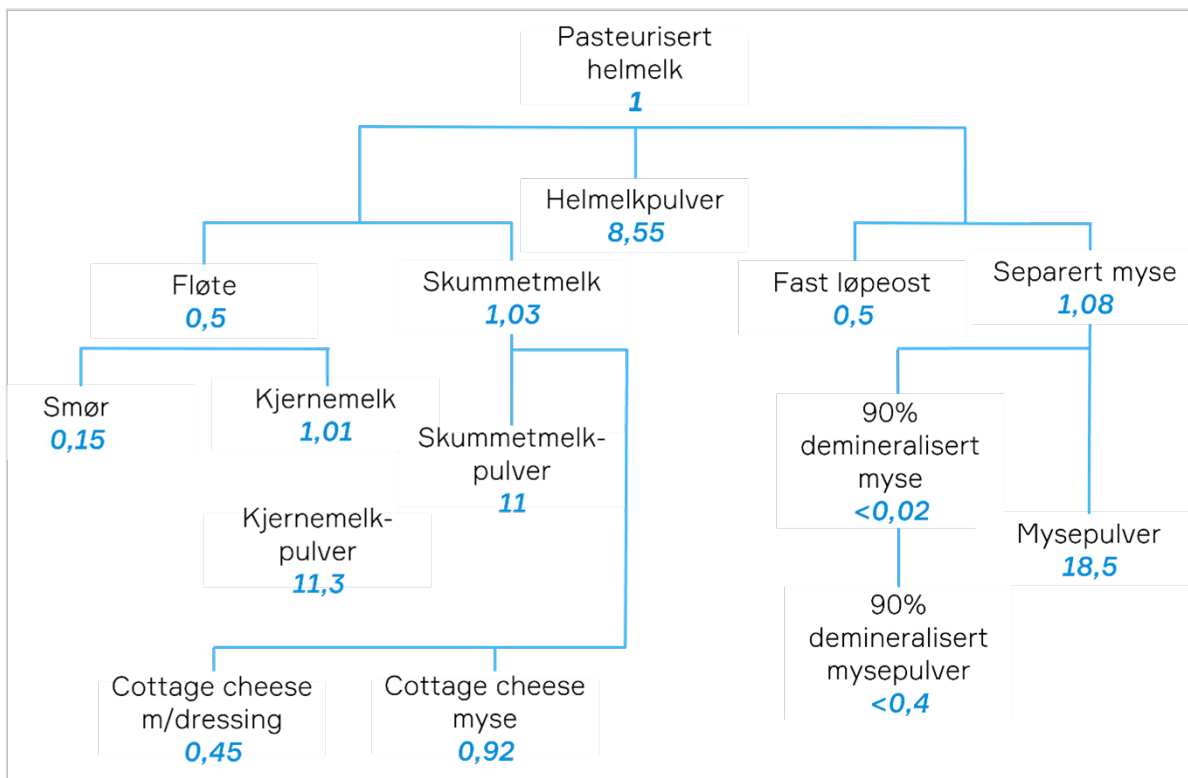
Steking, røyking og tørking påvirker ikke radioaktiviteten nevneverdig. Steking av kjøtt med bein avgir noe strontium til kjøttet nærmest beinet.

NB: Husk at når væske trekkes ut, øker samtidig *konsentrasjonen* av gjenværende stoffer i produktet kraftig ved at vekten reduseres. Dette kan ha betydning for overholdelse av krisegrenseverdier (som er gitt i Bq/kg), selv om selve mengden radioaktive stoffer (antallet atomer) er redusert.

### Melkeprodukter

- **Ysting:** Reduserer mengden vannløselig stoffer ved at stoffene følger væsken (mysen) i ysteprosessen. Dette gir reduserte nivåer i ostemassen som er igjen. Jod og cesium følger stort sett mysen. (Mindre enn 10% går til ost.) For strontium avhenger det av ystemetode om stoffet går til myse eller ostemasse. (Ved løpefelling: ca. 50% festes til kasein, som går til osten. Ved syrefelling frigjøres strontium som er bundet til kasein, og over 90 % går da til mysen.)
- **Skumming:** Jod, cesium og strontium følger hovedsakelig vannfasen. Bare små andeler følger fløten, og enda mindre til smør. Rent smørfett inneholder ikke cesium eller strontium, og kun 2% av opprinnelig mengde jod i melken.
- **Membranteknikker** som ultrafiltrering og omvendt osmose, eller ionebytting har også blitt prøvd ut, men anses som lite aktuelle i dag.

Se også figur C.2-1 for effekten av ulike meieriprosesser på innholdet av radioaktivt cesium.



**Figur C.2-1:** Konsentrasjon av cesium i ulike typer meieriprodukter, gitt som andel av konsentrasjonen i pasteurisert helmelk<sup>26</sup>.

### C.3. Lagring for å fjerne kortlivede radioaktive stoffer

For å redusere nivået av kortlivede radioaktive stoffer, som jod-131, er det svært effektivt tiltak å lagre produktene i noen uker før de spises. Det kan da i mange tilfeller være nødvendig å f.eks. tørke, fryse eller sylte produktet for å gjøre det mer holdbart. Innen den tid vil nivået av de kortlivede stoffene være kraftig redusert (se eksempel i figur 2.4-1).

<sup>26</sup> Wilson LG m.fl. Transfer of radioactive contamination from milk to commercial dairy products. International Journal of Dairy Technology, 1988, 41.1: 10-13.

Gjengitt på norsk i:

Garmo TH, Grønnerud TB. Radioaktivt nedfall fra Tsjernobyl-ulykken. Følger for norsk landbruk, naturmiljø og matforsyning. Norges landbruksvitenskapelige Forskningsråd, Oslo, 1992.



