

**SUOJELUTOIMET SÄTEILYVAARATILANTEEN VARHAISVAIHEESSA JA JÄLKIVAIHEESSA**

## OHJE VAL 1

1	YLEISTÄ.....	3
1.1	Sisältö .....	3
1.2	Käsitteitä ja määritelmiä .....	5
1.3	Säteilyvaaratilanteen vaiheet.....	9
1.4	Suojelutoimien perusteet.....	10
1.4.1	Säteilyn terveyshaitat.....	10
1.4.2	Säteilyvaaratilanteesta aiheutuvan altistuksen vertailutaso.....	11
1.4.3	Suojelutoimien annoskriteerit ja ohjeelliset toimenpidetasot .....	12
1.5	Suojelutoimien valintaan vaikuttavat tekijät .....	13
1.6	Säteilyvaaratilanteessa harkittavat suojelutoimet.....	16
2	SUOJELUTOIMET SÄTEILYVAARATILANTEEN VARHAISVAIHEESSA .....	18
2.1	Väestöä koskevat suojelutoimet .....	18
2.1.1	Sisälle suojautuminen varhaisvaiheessa.....	18
2.1.2	Ulkona olon rajoittaminen varhaisvaiheessa .....	19
2.1.3	Joditablettien ottaminen.....	20
2.1.4	Evakuointi varhaisvaiheessa (suojaväistö).....	22
2.1.5	Välittömät toimenpiteet kotimaisen ydinvoimalaitoksen varautumisalueella .....	22
2.2	Väestön pääsyn rajoittaminen alueelle .....	24
2.2.1	Kulkurajoitukset varhaisvaiheessa .....	24
2.2.2	Alueen eristäminen.....	24
2.3	Työntekijöiden säteilysuojelu varhaisvaiheessa.....	26
2.3.1	Kiireellisissä ja välttämättömissä tehtävissä saatavat säteilyannokset.....	26
2.3.2	Onnettomuuden seurauksia lieventävät ja muut välttämättömät tehtävät.....	27
2.3.3	Säteilyvaaratyöntekijöiden ja -avustajien suojautuminen ja säteilyaltistuksen arviointi...	27
2.3.4	Muut työntekijät säteilyvaaratilanteen vaikutusalueella.....	30
2.4	Elintarvikkeiden, juomaveden ja elintarviketuotannon suojaaminen varhaisvaiheessa .....	31
2.4.1	Elintarvikkeiden alkutuotannon, raaka-aineiden ja tuotantolaitosten suojaaminen.....	31
2.4.2	Elintarvikkeiden kaupan ja käytön rajoitukset .....	32
2.5	Muiden raaka-aineiden ja tuotteiden suojaaminen.....	33
2.5.1	Raaka-aineiden ja valmiiden tuotteiden suojaaminen .....	33
2.5.2	Tuotantolaitosten suojaaminen .....	33
3	SUOJELUTOIMET SÄTEILYVAARATILANTEEN JÄLKIVAIHEESSA.....	35
3.1	Väestöä koskevat suojelutoimet jälkivaiheessa.....	35

3.1.1	Sisälle suojautuminen ja sisälle suojautumisen jatkaminen .....	35
3.1.2	Ulkona olon rajoittaminen.....	36
3.1.3	Sisälle suojautumisen ja ulkona olon rajoittamisen lopettaminen.....	37
3.1.4	Kulkurajoitukset jälkivaiheessa .....	37
3.1.5	Kulun ohjaaminen varotoimialueella jälkivaiheessa.....	38
3.1.6	Kulkurajoitusten ja kulun ohjaamisen lopettaminen.....	38
3.1.7	Evakuointi jälkivaiheessa.....	39
3.1.8	Ihmisten omatoiminen altistuksen pienentäminen.....	42
3.1.9	Saastuneella alueella työskentelevien ja ulkona olevien suojelu .....	42
3.1.10	Ihmisten ja asusteiden puhdistaminen.....	45
3.2	Elinympäristöä koskevat toimenpiteet.....	49
3.2.1	Puhdistus ja muut altistusta rajoittavat toimet.....	49
3.2.2	Maa- ja vesialueiden käyttöä koskevat rajoitukset .....	56
3.2.3	Elinkeinotoiminta saastuneella alueella .....	58
3.3	Elintarvikkeita, juomavettä ja rehua koskevat toimenpiteet .....	59
3.3.1	Elintarvikkeiden, juomaveden ja rehun aktiivisuuspitoisuusrajat.....	60
3.3.2	Elintarviketuotantoa, jatkojalostusta ja vesihuoltoa koskevat toimet ja rajoitukset .....	63
3.3.3	Luonnontuotteiden käyttöä ja omatarveijelyä koskevat toimet.....	63
4	RADIOAKTIIVISIA AINEITA SISÄLTÄVÄ JÄTE .....	64
4.1	Jätteen lajittelu ja sijoitusratkaisut.....	64
4.2	Radioaktiivisia aineita sisältävien jätteiden luokittelu aktiivisuuspitoisuuden mukaan .....	66
4.3	Jätteiden käsittely ja niiden mahdollinen hyötykäyttö.....	67
	LIITTEET .....	70
	LIITE 1: Arvioidut säteilyvaaratilanteiden seurausvaikutukset.....	70
	LIITE 2: Toimenpidetasot säteilyvaaratilanteen varhaisvaiheen ja jälkivaiheen suojelutoimille.....	72
	LIITE 3: Sisälle suojautumisen altistusta vähentävä vaikutus.....	74
	LIITE 4: Omatoiminen altistuksen pienentäminen saastuneella alueella .....	77
	LIITE 5: Ihmisten mittaukset .....	78
	LIITE 6: Esimerkkejä rakennettua ympäristöä koskevista puhdistustoimista .....	79
	LIITE 7: Esimerkkejä elinympäristöä koskevista toimista .....	82
	LIITE 8: Esimerkkejä alkutuotantoa, vesihuoltoa ja jatkojalostusta koskevista toimista .....	83
	LIITE 9: Elintarvikkeiden keskimääräinen kulutus Suomessa .....	86
	LIITE 10. EUn elintarvikkeiden pitoisuusrajat Tšernobylin ja Fukushima onnettomuuksien johdosta.....	87

# 1 YLEISTÄ

## 1.1 Sisältö

Tämä ohje koskee säteilyvaaratilanteen varhaisvaiheessa ja jälkivaiheessa tarvittavia suojelutoimia. Ohjeessa kerrotaan suojelutoimien sisällöstä ja perusteista sekä annetaan annoskriteerit sekä ohjeelliset toimenpidetasot, joiden ylittyessä, tai kun niiden ennakoitaan ylittyvän, suojelutoimet ovat yleensä tarpeen. Ohjeessa esitetyt toimenpidetasot eivät ole velvoittavia raja-arvoja, vaan suuruusluokkia ja suuntaa antavia tasoja. Ohje koskee säteilyvaaratilanteita kuten ne on määritelty säteilylaissa (859/2018, 4 §). Ohje koskee sekä normaalioloja että poikkeusoloja.

*Säteilyvaaratilanteella* tarkoitetaan tilannetta, jossa uhkaavan tai toteutuneen tapahtuman seuraukset edellyttävät tai voivat edellyttää erityisiä toimenpiteitä pelastustoimintaan tai suojelutoimiin osallistuvien henkilöiden tai väestön säteilyaltistuksen rajoittamiseksi tai pienentämiseksi. (Sätl 4 § 32 kohta).

*Suojelutoimet* ovat toimenpiteitä, joiden tavoitteena on, että säteilyvaaratilanteessa väestön säteilyaltistus jää mahdollisimman pieneksi, tilanteesta aiheutuvat muut haitat saadaan pidettyä mahdollisimman pieninä sekä ihmisten elinolosuhteet ja yhteiskunnan toiminta saadaan säteilyvaaratilanteen jälkeen palautettua mahdollisimman normaaleiksi.

Säteilyvaaratilanteet jaetaan niiden ajallisen vaiheen mukaan varhaisvaiheeseen, jälkivaiheeseen ja toipumisvaiheeseen. Tämä ohje koskee säteilyvaaratilanteen varhais- ja jälkivaihetta. Säteilyvaaratilanteessa alueet voivat olla samanaikaisesti säteilyvaaratilanteen eri vaiheessa esimerkiksi, kun päästöpilvi kulkeutuu alueelta toiselle. Ohje ei käsittele pitkän aikavälin toipumisstrategioita, mutta toipumisvaiheen suunnittelussa voidaan käyttää hyväksi tässä ohjeessa esitettyjä periaatteita.

Vakavan säteilyvaaratilanteen, joka voisi vaatia laajoja suojelutoimia Suomessa, voi aiheuttaa erittäin vakava ydinvoimalaitosonnettomuus Suomessa tai lähialueilla, likaisen pommi käyttö tai ydinräjähdysen aiheuttama laskeuma. Paikallisen säteilyvaaratilanteen voi aiheuttaa onnettomuus radioaktiivisten aineiden käytössä tai kuljetuksessa tai tahallinen lainvastainen radioaktiivisten aineiden käyttö. Tätä ohjetta sovelletaan kaikkiin säteilyvaaratilanteisiin niiden laajuudesta riippumatta.

Säteilyvaaratilanteessa Säteilyturvakeskuksen tehtävänä on pelastuslain (379/2011) 46 § 2 mom. 9 kohdan mukaisesti arvioida tilanteen turvallisuusmerkitystä sekä antaa suojelutoimia koskevia suosituksia suojelutoimista päättävälle viranomaisille. Suojelutoimista päätöksen tekee se viranomainen, joka on kyseisessä suojelutoimissa sovellettavan lainsäädännön mukaan toimivaltainen. Lakeja, joiden perusteella suojelutoimia toteutetaan ovat esimerkiksi pelastuslaki (379/2011), poliisilaki (872/2011), valmiuslaki (1552/2011), terveydensuojelulaki (763/1994), elintarvikelaki (23/2006) ja jätelaki (646/2011).

Tämä ohje on tarkoitettu keskeiseksi työvälineeksi Säteilyturvakeskuksen suositusten valmisteluun sekä suunnittelun pohjaksi suojelutoimia koskevien päätösten tekoon osallistuville viranomaisille ja organisaatioille. Eri toimijoiden rooleja ja vastuita sekä toimissa sovellettavaa lainsäädäntöä käsitellään sisäasiainministeriön voimaan saattamassa ohjeessa Säteilytilanneohje (Sisäministeriön julkaisut 10/2016). Aihepiiriä koskee lisäksi yleisölle suunnattu Säteilyturvakeskuksen julkaisu Säteilyvaara ja suojautumisen –katsaus.

Tässä ohjeessa on huomioitu 15.12.2018 voimaan tullut säteilylaki ja sen nojalla annetut uudistetut asetukset ja säteilyturvakeskuksen määräykset. Ohjeessa on lisäksi huomioitu kansainväliset säteilysuojelun periaatteet.

## 1.2 Käsitteitä ja määritelmiä

**Annoskriteerillä** tarkoitetaan vertailutason perusteella kullekin suojelutoimelle johdettua kriteeriä, jonka ylittyessä kyseinen suojelutoimi on säteilysuojelullisesti perusteltu. Annoskriteeri on määritelty suojautumattomalle henkilölle.

**Becquerel (Bq)** on aktiivisuuden mittayksikkö, joka tarkoittaa yhtä radioaktiivista hajoamista sekunnissa. Esimerkiksi elintarvikkeiden radioaktiivisten aineiden pitoisuudet ilmaistaan becquereleina massa- tai tilavuusyksikköä kohti (Bq/kg tai Bq/l).

**Ohjeellisella toimenpidetasolla** tarkoitetaan suojelutoimen annoskriteeristä johdettua ulkoisen säteilyn annosnopeutta tai muuta suoraan mitattavissa tai arvioitavissa olevaa, säteilytilanteen vakavuutta kuvaavaa suuretta, kuten esimerkiksi laskeuman suuruutta tai aktiivisuuspitoisuutta. Ohjeellisen toimenpidetaso ylittyessä, tai kun sen ennakoidaan ylittyvän, suojelutoimenpide on yleensä tarpeen. Tässä ohjeessa annettavat ohjeelliset toimenpidetasot ovat suuntaa antavia, ja säteilyvaaratilanteen aikana olosuhteet huomioon ottaen suojelutoimenpiteitä voi olla perusteltua toteuttaa eri tavalla kuin suoraan toimenpidetasojen perusteella.

**Radioaktiivisia aineita sisältävällä jätteellä** tarkoitetaan varsinaista radioaktiivista jätettä sekä muuta jätettä tai hylättyä tuotetta. Tässä muulla jätteellä ja hylätyllä tuotteella tarkoitetaan sellaista jätettä, jonka käsittelyssä, jätehuollossa tai hyötykäytössä säteilysuojelulliset näkökohdat tulee huomioida, mutta joissa radioaktiivisen aineiden määrä on niin vähäinen, etteivät ne ole varsinaista radioaktiivista jätettä. Lisäksi määritelmä sisältää tuotteet, jotka eivät lievän saastumisensa vuoksi kelpaa aiottuun käyttöön.

**Radioaktiivisella laskeumalla** tarkoitetaan ilmasta erilaisille pinnoille laskeutuneita radioaktiivisia aineita ulkona ja sisätiloissa. Tässä ohjeessa laskeumalla tarkoitetaan myös sellaista saastumista, jossa radioaktiivisia aineita on päätenyt erilaisille pinnoille tahattomasti tai tahallisesti levittämällä. Laskeuman seurausvaikutukset vähenevät radioaktiivisten aineiden hajoamisen, ympäristössä kulkeutumisen, materiaaleihin kemiallisen tai biologisen kiinnittymisen sekä puhdistustoimien johdosta.

**Saastumistaso** kuvaa tapahtuman vaikutusalueelle tulleen laskeuman suuruutta. Saastumistasoa käytetään esimerkiksi arvioitaessa puhdistustoimien tarpeellisuutta. Saastumistaso määritellään ensisijaisesti laskeumasta tulevan ulkoisen säteilyn annosnopeuden perusteella. Jos kuitenkin laskeumassa olevien radioaktiivisten aineiden määrien perusteella päädytään korkeampaan saastumistasoon, käytetään kyseistä tasoa. Laskeuman suuruuden määrittelyssä on oletettu, että radioaktiiviset aineet ovat vielä maan pintakerroksissa sekä rakennusten ja tavaroiden pinnoilla eivätkä ole esimerkiksi kulkeutuneet syvemmälle maaperään.

Saastumistaso	Ulkoisen säteilyn annosnopeus	Laskeumassa olevat voimakkaat gamma- ja beetasäteilijät yhteensä	Laskeumassa olevat alfasäteilijät, jotka ovat pinnalla mahdollisesti irtoavassa muodossa
Erittäin voimakkaasti saastunut	yli 100 mikroSv/h	yli 10 000 000 Bq/m <sup>2</sup>	yli 100 000 Bq/m <sup>2</sup>
Voimakkaasti saastunut	10 - 100 mikroSv/h	1 000 000 – 10 000 000 Bq/m <sup>2</sup>	10 000 – 100 000 Bq/m <sup>2</sup>
Saastunut	1 - 10 mikroSv/h	100 000 Bq/m <sup>2</sup> - 1 000 000 Bq/m <sup>2</sup>	1 000 - 10 000 Bq/m <sup>2</sup>
Lievästi saastunut	alle 1 mikroSv/h mutta kuitenkin yli normaalin taustan tason	alle 100 000 Bq/m <sup>2</sup>	alle 1 000 Bq/m <sup>2</sup>
Puhdas tai lähes puhdas	laskeuma niin pieni, että annosnopeus normaalin taustan tasolla	ei laskeumaa tai laskeuma erittäin vähäinen	ei laskeumaa tai laskeuma erittäin vähäinen

**Suojelutoimilla** tarkoitetaan sellaisia toimenpiteitä, joilla vähennetään ihmisten säteilyaltistusta tai sen mahdollisuutta säteilyvaaratilanteessa tai vallitsevassa altistustilanteessa. Suojelutoimet voivat koskea ihmisiä, elinympäristöä, yhteiskunnan toimintoja, elinkeinoelämää, alkutuotantoa, elintarvikkeita, vettä ja radioaktiivisia aineita sisältäviä jätteitä. Näillä toimilla pyritään vähentämään säteilytilanteen pitkäaikaisia haittoja sekä varmistamaan ihmisten elinolosuhteiden ja yhteiskunnan toiminnan jatkuvuus.

**Säteilyannos** kuvaa säteilyn aiheuttamaa terveydellistä haittaa yksilölle. Tässä ohjeessa efektiivisestä annoksesta ja ekvivalenttiannoksesta käytetään yhteistä nimitystä säteilyannos. Absorboituneen säteilyannoksen yksikkö on Gray (Gy). Säteilyannoksen yksikkö on sievert (Sv) ja sen kerrannaisyksiköt milliSv (0,001 Sv) ja mikroSv (0,000 001 Sv).

**Säteilytasolla** tarkoitetaan radioaktiivisen laskeuman suuruutta erilaisilla pinnoilla, ulkoisen säteilyn annosnopeutta tai aktiivisuuspitoisuutta ilmassa, vedessä tai muussa materiassa.

**Säteilytilanteella** tarkoitetaan kokonaistilannetta, joka muodostuu ympäristön säteilytasoista ja jossa huomioidaan erilaiset altistusreitit.

**Säteilyvaara-avustajalla** tarkoitetaan henkilöä, joka ei ole säteilyvaaratyöntekijä ja joka avustaa suojeletoimissa tai osallistuu muuhun yhteiskunnan kannalta välttämättömään työhön säteilyvaaratilanteessa.

Tällaisia muita yhteiskunnan kannalta välttämättömiä töitä ovat esimerkiksi kriittisen infrastruktuurin, kuten vesi- ja sähköverkkojen ylläpito, välttämättömien sairaanhoitopalvelujen ylläpito ja yleisen turvallisuuden ja järjestyksen ylläpito.

**Säteilyvaaratilanteella** tarkoitetaan tilannetta, jossa uhkaavan tai toteutuneen tapahtuman seuraukset edellyttävät tai voivat edellyttää erityisiä toimenpiteitä pelastustoimintaan tai suojelutoimiin osallistuvien henkilöiden tai väestön säteilyaltistuksen rajoittamiseksi tai pienentämiseksi.

### Säteilyvaaratilanteiden vaiheet

Säteilyvaaratilanteen vaiheesta toiseen siirrytään liukuvasti. Eri alueet voivat olla samanaikaisesti säteilyvaaratilanteen eri vaiheessa esimerkiksi, kun päästöpilvi kulkeutuu alueelta toiselle.

1. **Varhaisvaiheeseen** kuuluvat tilanteet, joissa radioaktiivisia aineita vapautuu ympäristöön, niiden suojaus on heikentynyt tai on olemassa uhka näistä tilanteista. Varhaisvaiheeseen kuuluu myös radioaktiivisten aineiden leviäminen ympäristössä. Varhaisvaihe päättyy, kun ympäristön säteilytaso ei enää nouse merkittävästi eikä enää ole uhkaa uudesta radioaktiivisten aineiden vapautumisesta ympäristöön, tai kun säteilylähde on saatettu turvalliseen tilaan. Varhaisvaiheen alussa ennuste säteilytilanteen vakavuudesta, mahdollisen päästön todennäköisyydestä, ajankohdasta ja määrästä on yleensä hyvin epävarma. Epävarmuuksista johtuen suojelutoimista voidaan joutua päättämään nopeasti ilman kattavia tietoja tilanteesta. Säteilyvaaratilanne voi olla myös sellainen, jossa varhaisvaihetta ei ole tai se on ajallisesti hyvin lyhyt kuten esimerkiksi ympäristön, elintarvikkeiden tai muun materiaalin tahalliseksi saastuttamisessa. Tällöin suojelutoimet käynnistetään jälkivaiheessa.
2. **Jälkivaiheessa** elinympäristön säteilytasot eivät enää nouse eikä ole odotettavissa uutta radioaktiivisten aineiden vapautumista ympäristöön. Jälkivaiheessa päätetään, voidaanko varhaisvaiheessa toteutettuja suojelutoimia purkaa, lieventää tai muuttaa. Lisäksi käynnistetään uusia toimia säteilyaltistuksen pienentämiseksi ja radioaktiivisten aineiden määrän vähentämiseksi elinympäristöstä tai saastuneen materiaalin eristämiseksi. Jälkivaiheen kesto riippuu muun muassa säteilyvaaran aiheuttajasta. Jälkivaihe voi kestää jopa muutaman vuoden. Siirtyminen jälkivaiheesta toipumisvaiheeseen tapahtuu, kun valtioneuvosto tekee päätöksen siirtymisestä säteilyvaaratilanteesta vallitsevaan altistustilanteeseen.
3. **Toipumisvaihe** seuraa säteilyvaaratilannetta. Siinä säteilytilanne elinympäristössä on yhteiskunnan kannalta pysyvästi hyväksyttävä ja ihmisten ja yhteiskunnan toiminta sopeutetaan vallitsevaan säteilytilanteeseen. Toipumisvaiheen toimia ovat tyypillisesti väestön toteuttamat omat, säteilyaltistusta vähentävät toimet, jotka perustuvat viranomaisten ja asiantuntijoiden suosituksiin ja neuvontaan sekä paikallisiin ja sosiaalisiin olosuhteisiin. Elinympäristön puhdistaminen radioaktiivista aineista voi jatkua, samoin kuin radioaktiivisia aineita sisältävistä jätteistä huolehtiminen. Niille alu-

eille, joilla säteilytilanne ei ole hyväksyttävälle tasolle annetaan pitkäaikaisia käyttörajoituksia, tai suunnataan alueiden käyttöä tai tuotantoa uudelleen. Toipumisvaiheen kesto voi olla jopa kymmeniä vuosia.

**Säteilyvaaratilanteesta aiheutuvan altistuksen vertailutasolla** (jäljempänä *vertailutaso*) tarkoitetaan säteilyannosta, jota suuremmat annokset pyritään estämään kaikilta henkilöiltä säteilyvaaratilanteessa. Tavoitteena on, että säteilyvaaratilanteen ensimmäisen vuoden aikana ihmisten säteilyaltistus on enintään 20 milliSv (Säteilylaki 859/2018 132 §). Säteilyaltistusta arvioitaessa huomioidaan kaikki vaaratilanteen aiheuttamat altistusreitit sekä suojelutoimien altistusta pienentävät vaikutukset. Vertailutasoa pienennetään ajan kuluessa, kunnes saavutetaan tilanne, joka on pysyvästi hyväksyttävä.

**Säteilyvaaratyöntekijällä** tarkoitetaan henkilöä, jolla on ennalta määritelty tehtävä säteilyvaaratilanteessa ja joka saattaa altistua ionisoivalle säteilylle pelastustoiminnassa tai suojelutoimissa säteilyvaaratilanteessa. Erityisesti pelastuslaitosten työntekijät ja toiminnanharjoittajien valmiusorganisaation jäsenet kuuluvat säteilyvaaratyöntekijöihin.

**Ulkoisella säteilyllä** tarkoitetaan kehoon sen ulkopuolelta kohdistuvaa suoraa säteilyä. **Ulkoisen säteilyn annosnopeus** ilmaisee, kuinka suuren säteilyannoksen aikayksikköä kohden henkilö saa kyseisessä paikassa esimerkiksi suojaamattomasta säteilylähteestä tai eri pinnoilla olevista radioaktiivisista aineista. Annosnopeuden yksikkö on sievertiä tunnissa (Sv/h). Yleensä se ilmaistaan mikrosievertinä tunnissa (mikroSv/h) tai millisievertinä tunnissa (milliSv/h).

**Vaara-alueella** tarkoitetaan sellaista aluetta, jossa on tarve sisälle suojautumiseen tai evakuointiin sekä alueen eristämiseen. Vaara-alueelle pääsyä tulee rajoittaa henkilöihin, joilla on alueella välttämättömiä tehtäviä.

**Varotoimialueella** tarkoitetaan sellaisia alueita, jossa on tarve lievemmillä suojelutoimilla kuin sisälle suojautuminen tai evakuointi.

**Voimakkaita gamma- ja beetasäteilijöitä** ovat esimerkiksi seuraavat nuklidit: koboltti-60 ( $^{60}\text{Co}$ ), rutenium-106 ( $^{106}\text{Ru}$ ), hopea-110m ( $^{110\text{m}}\text{Ag}$ ), jodi-131 ( $^{131}\text{I}$ ), cesium-134 ( $^{134}\text{Cs}$ ), cesium-137 ( $^{137}\text{Cs}$ ), cerium-144 ( $^{144}\text{Ce}$ ), strontium-90 ( $^{90}\text{Sr}$ ), iridium-192 ( $^{192}\text{Ir}$ ) ja radium-226 ( $^{226}\text{Ra}$ ). **Heikkoja gamma- ja beetasäteilijöitä** ovat esimerkiksi tritium ( $^3\text{H}$ ), kromi-51 ( $^{51}\text{Cr}$ ), rauta-55 ( $^{55}\text{Fe}$ ) ja nikkeli-63 ( $^{63}\text{Ni}$ ).



### 1.3 Säteilyvaaratilanteen vaiheet

Säteilyvaaratilanteen varhaisvaihe sisältää tilanteen alkutapahtumat ennen radioaktiivisten aineiden vapautumista ympäristöön tai niiden suojausten heikentymistä sekä radioaktiivisten aineiden leviämisen ympäristössä. Varhaisvaihe päättyy, kun ympäristön säteilytaso ei enää nouse merkittävästi eikä enää ole uhkaa uudesta radioaktiivisten aineiden vapautumisesta ympäristöön, tai kun säteilylähde on saatettu turvalliseen tilaan.

Varhaisvaiheen keskeisiä suojelutoimia ovat sisälle suojautumien, joditablettien ottaminen, kulku- rajoitukset, tapahtumapaikan lähiympäristön evakuointi sekä tilanteen hoitoon osallistuvien työntekijöiden suojeleminen. Näillä toimilla rajoitetaan ihmisten välitöntä säteilyaltistusta. Lisäksi tarvitaan elintarvikkeiden alkutuotannon, muun tuotannon ja erilaisten tilojen suojaamista niiden saastumisen vähentämiseksi. Varhaisvaiheen alussa ennuste säteilytilanteen uhkasta vakavuudesta ja ajankohdasta on yleensä hyvin epävarma. Epävarmuuksista johtuen suojelutoimista voidaan joutua päättämään nopeasti ilman kattavia tietoja tilanteesta.

Säteilyvaaratilanteen jälkivaiheessa elinympäristön säteilytasot eivät enää nouse eikä ole odotettavissa uutta radioaktiivisten aineiden vapautumista ympäristöön. Jälkivaiheessa päätetään, voidaan- ko varhaisvaiheessa toteutettuja suojelutoimia purkaa, lieventää tai muuttaa. Lisäksi tarvittaessa käynnistetään uusia suojelutoimia säteilyaltistuksen pienentämiseksi ja radioaktiivisten aineiden määrän vähentämiseksi elinympäristöstä. Toimilla pyritään varmistamaan ihmisten säteilyturvalli- suus sekä yhteiskunnan toimintojen ja elinkeinotoiminnan jatkuminen. Jälkivaihe voi kestää jopa muutaman vuoden. Kesto riippuu muun muassa säteilyvaaran aiheuttajasta.

Tilanne voi olla myös sellainen, että varhaisvaihe puuttuu tai se on hyvin lyhyt kuten esimerkiksi ympäristön, elintarvikkeiden tai muun materiaalin tahallisessa saastuttamisessa. Tällöin suojelu- toimet käynnistetään jälkivaiheessa.

Tapahtumapaikan lähiympäristöön tai sisätiloihin rajoittuvassa saastumisessa ihmiset evakuoidaan alueelta ja heidät mitataan mahdollisen saastumisen ja puhdistustarpeen toteamiseksi. Saastunut alue eristetään ja puhdistetaan.

## 1.4 Suojelutoimien perusteet

Säteilyvaaratilanteessa suojelutoimien tavoitteena on pitää ihmisille aiheutuvat säteilyannokset niin pieninä kuin on mahdollista ilman, että toimilla aiheutetaan suurempia kokonaishaittoja kuin niistä saatavat hyödyt ovat. Lisäksi suojelutoimien tavoitteena on minimoida tilanteesta aiheutuvat muut haitat ja saada palautettua ihmisten elinolosuhteet ja yhteiskunnan toiminta mahdollisimman normaaleiksi.

Erilaisissa säteilyvaaratilanteissa altistuminen säteilylle voi tapahtua eri tavoin. Mahdollisia altistusreittejä ovat:

- suojaamattoman säteilylähteen, laskeuman tai ilmavirtausten mukana kulkeutuvien radioaktiivisten aineiden aiheuttama suora säteily,
- hengitysilman radioaktiiviset aineet,
- saastuneet elintarvikkeet ja juomavesi
- ihon saastuminen
- radioaktiivisten aineiden kulkeutuminen kehoon muuta reittiä, esimerkiksi saastuneiden käsi- en käydessä suussa, avoimen haavan kautta tai ihon kautta imeytymällä.

Säteilyvaaratilanteen maantieteellinen laajuus voi vaihdella huomattavasti. Liitteessä 1 on esimerkkejä erilaisten säteilyvaaratilanteiden vaikutusalueista.

### 1.4.1 Säteilyn terveyshaitat

Säteilyn aiheuttamat terveyshaitat voidaan jakaa suoriin terveyshaittoihin ja satunnaisvaikutuksiin. Väestön säteilyaltistuksen pienentämisen tavoitteena on estää säteilystä aiheutuvat suorat terveyshaitat (säteilyvammat, säteily sairaudet, kuolemantapaukset) sekä pitää säteilyn satunnaisvaikutukset (syöpä) niin vähäisinä kuin on käytännössä mahdollista.

**Säteilyn suorat terveyshaitat** perustuvat solujen tuhoutumiseen. Todennäköisyys saada kudosaivuriota alkaa suurentua, kun henkilö saa lyhyellä aikavälillä, esimerkiksi yhden vuorokauden aikana, yli 100 milliSv:n annoksen. Kun saatu annos on suuruusluokkaa 1000 milliSv tai suurempi, kudosaivurioiden laajuudet ovat niin vakavia, että terveyshaittoja alkaa esiintyä (ohimenevää pahoinvointia ja tilapäisiä verenkuvan muutoksia). Yli 3000 milliSv:n annoksesta aiheutuu vakava säteily sairaus, joka edellyttää sairaalahoitoa. Mikäli lyhyellä aikavälillä saatu annos on suurempi kuin 6000 milliSv, kuoleman todennäköisyys on suuri.

Suoria terveyshaittoja voi aiheutua esimerkiksi

- ilman suojusta olevan voimakkaan säteilylähteen välittömässä läheisyydessä

- ydinvoimalaitoksen läheisyydessä olevalle suojautumattomalle henkilölle, jos radioaktiivisten aineiden päästö ympäristöön on suuri
- jopa muutaman sadan kilometrin etäisyydellä ydinaseen räjäytyspaikasta olevalle suojautumattomalle henkilölle; syntyneen vaara-alueen laajuus riippuu merkittävästi ydinaseen voimakkuudesta, räjäytyskorkeudesta ja säätilasta.

**Säteilyn satunnaisvaikutukset** perustuvat solun perimässä tapahtuviin muutoksiin, jotka voivat aiheuttaa syöpiä. Satunnaisvaikutuksia voi esiintyä säteilyannoksen suuruudesta riippumatta ja niille on ominaista, että vaikutukset ilmenevät vasta pitkän ajan kuluttua. Onnettomuustilanteessa satunnaisvaikutusten todennäköisyys on yksittäisen henkilön kohdalla pieni. 100 milliSv:n annos suurentaa syövän saamisen riskiä noin 0,5 %:lla. Altistuneiden tutkimukset ovat antaneet viitteitä myös siitä, että yli 500 milliGy:n annos voi lisätä sydän- ja verisuonitautien riskiä.<sup>1</sup>

#### 1.4.2 Säteilyvaaratilanteesta aiheutuvan altistuksen vertailutaso

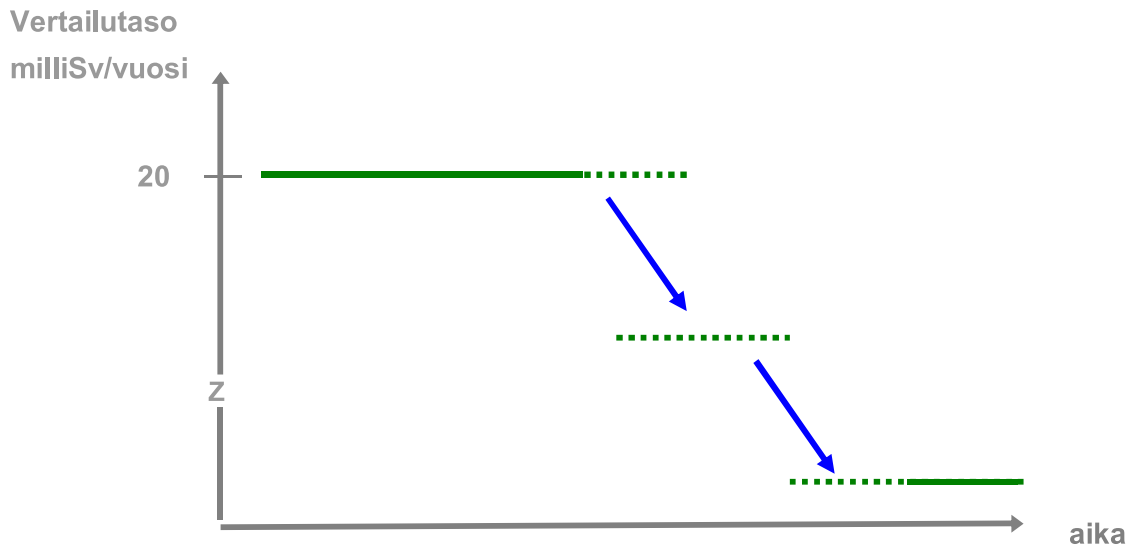
*Säteilyvaaratilanteesta aiheutuvan altistuksen vertailutasolla* tarkoitetaan tasoa, jonka alla saadut säteilyannokset pyritään pitämään. Vertailutason perusteella määritetään kriteerit suojelutoimien tarpeellisuudesta koko säteilyvaaratilanteen aikana. Vertailutason valinnassa otetaan huomioon sekä säteilysuojeluperusteet että hyväksyttävyyys yhteiskunnan kannalta. Säteilyvaaratilanteesta aiheutuvan altistuksen vertailutaso on 20 milliSv ensimmäisen vuoden aikana (SätL 132 §). Ihmisten säteilyaltistuksen pienentämiseksi myös vertailutason alla toteutetaan suojelutoimenpiteitä, jotka ovat helposti ja järkevästi toteutettavissa.

Suojelutoimien tehokkuutta ja onnistumista arvioidaan vertaamalla saatuja annoksia vertailutasoon. Säteilyaltistuksen arvioinnissa mukana ovat kaikki vaaratilanteen aikaiset altistusreitit, kuten hengitysilma, ulkoinen altistus, elintarvikkeet ja juomat sekä ihon saastuminen. Arvioinnissa otetaan huomioon lisäksi suojelutoimien altistusta pienentävät vaikutukset.

Vertailutasoa on syytä arvioida koko tilanteen aikana ja muuttaa tarpeen mukaan, jolloin myös kriteerit suojelutoimien tarpeellisuudesta muuttuvat vastaavasti. Vertailutasoa pienennetään ajan kuluessa, kunnes suojelutoimilla saavutetaan tilanne, jossa saatavat säteilyannokset ovat pysyvästi hyväksyttävällä tasolla (kuva 1).

---

<sup>1</sup> ICRP Publication 103: The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection



**Kuva 1.** Säteilyvaaratilanteesta aiheutuvaa annosta pyritään pienentämään mahdollisimman nopeasti, kunnes saavutetaan tilanne, joka on pysyvästi hyväksyttävä.

#### 1.4.3 Suojelutoimien annoskriteerit ja ohjeelliset toimenpidetasot

Vertailutason perusteella on määritetty kullekin suojelutoimelle annoskriteeri. Suojelutoimi on yleensä tarpeen, kun annoskriteerin ennakoitaan ylittyvän tai se on ylittynyt, jotta henkilöiden tilanteen aikana saama annos pysyisi vertailutason alapuolella.

Säteilyannos on laskennallinen arvo. Annoskriteereistä on johdettu myös ohjeelliset toimenpidetasot, jotka ovat suoraan mittauksin todettavissa. Ohjeelliset toimenpidetasot annetaan ulkoisen säteilyn annosnopeutena, aktiivisuuspitoisuutena tai laskeuman suuruutena.

Ohjeessa esitetyt annoskriteerit ja toimenpidetasot eivät ole sitovia, tiukasti noudatettavia raja-arvoja, vaan suuruusluokkia ja suuntaa antavia tasoja. Suuruusluokat ovat riittävän tarkkoja säteilyvaaratilanteen altistuksen arvioinnissa, koska tilanteeseen, sen kehittymiseen ja käytettäviin ennusteisiin liittyy merkittäviä epävarmuuksia.

Ohjeessa esitetyt suojelutoimien annoskriteerit ja ohjeelliset toimenpidetasot on määritelty mahdollisesti altistuville väestöryhmille. Lisäksi voidaan tilanteen edellyttäessä toteuttaa joitakin väestöryhmiä, esimerkiksi lapsia, koskevia kohdistettuja suojelutoimia. Eniten altistuviin henkilöihin kiinnitetään erityistä huomiota ja heille annetaan erikseen lisäohjeet säteilyaltistuksen pienentämiseksi.

Eri altistusreiteistä säteilyvaaratilanteessa aiheutuva yhteenlaskettu annos vuodessa voi olla suurempi kuin 20 milliSv, vaikka suojelutoimet toteutettaisiin tässä ohjeessa annettuja toimenpiteitä noudattaen. Ylitys on mahdollinen esimerkiksi, jos toimia ei ehditä toteuttaa ajoissa tai niiden tehokkuus on oletettua heikompi.

On mahdollista, että jotkut henkilöt saavat onnettomuustilanteessa voi olla yli 100 milliSv vuosiansiön, eli selvästi suuremman annoksen kuin mikä on säteilyaltistuksen vertailutaso. Henkilöt, jotka ovat saaneet tällaisen annoksen, on rekisteröitävä sekä heille on järjestettävä terveydentilan pitkäaikaisseuranta. Rekisteröitävään annokseen lasketaan vain säteilyvaaratilanteen aiheuttama altistus.

### **1.5 Suojelutoimien valintaan vaikuttavat tekijät**

Suojelutoimien toteuttamisen tarve on arvioitava viimeistään silloin, kun on mahdollista, että jokin tässä ohjeessa annettu annoskriteeri tai ohjeellinen toimenpidetaso ylittyy. Suojelutoimien harkinnassa, valinnassa ja toteutuksessa on huomioitava:

- tapahtuma ja sen oletettu kehittyminen,
- tilanteeseen liittyvät epävarmuudet,
- annoskriteerien ylityksen kesto,
- kuinka kauan suojelutoimet ovat tarpeen,
- suojelutoimien aiheuttamat haitat,
- muut olosuhteet, kuten käytettävissä oleva aika ja resurssit toimien toteuttamiseen.

Suojelutoimien valintaan vaikuttaa myös toimien oletettu kesto: esimerkiksi nopeasti toteutettu lyhytkestoinen evakuointi yhdistettynä ympäristön puhdistustoimiin on todennäköisesti parempi vaihtoehto kuin väliaikainen väestönsiirto, joka kestää kuukausia. Päätöksiin pitkäaikaisista, monia kuukausia tai vuosia kestävästä suojelutoimista vaikuttavat merkittävästi myös muut kuin säteily-suojelulliset perusteet, kuten suojelutoimista seuraavat mahdolliset sosiaaliset, psykologiset ja taloudelliset haitat.

Varhaisvaiheessa suojelutoimien tarpeen arviointi ja niiden valinta perustuu pitkälti ennusteisiin säteilyvaaratilanteiden ajallisesta ja paikallisesta kehittymisestä. Kaikkien suojelutoimien toteuttaminen kestää tunteja, joten ennusteita tarvitaan, jotta suojelutoimet voidaan toteuttaa oikea-aikaisesti. Kotimaisten ydinvoimalaitosten lähialueella suojelutoimien harkinta perustuu ensisijaisesti ennusteeseen laitoksen tilanteen kehittymisestä.

Eryteisesti jälkivaiheessa harkittavana on monenlaisia suojelutoimia ja niiden yhdistelmiä. Altistuksen vähentämisessä ja tilanteen arvioinnissa otetaan huomioon eri suojelutoimien yhteisvaikutus jäljelle jäävän altistuksen suuruuteen. Vaikka tässä ohjeessa annetut toimenpidetasot perustuvat säteilyvaikutuksiin, suojelutoimien lopulliseen valintaan vaikuttavat useat eri tekijät, joita on esitetty kuvassa 2. Eräs tärkeä säteilyannosta pienentävä tekijä on ihmisten itsensä tekemät toimet. Viranomaiset antavat näihin toimiin ohjeita, joiden sisältöön vaikuttavat vallitseva säteilytilanne ja muut olosuhteet.

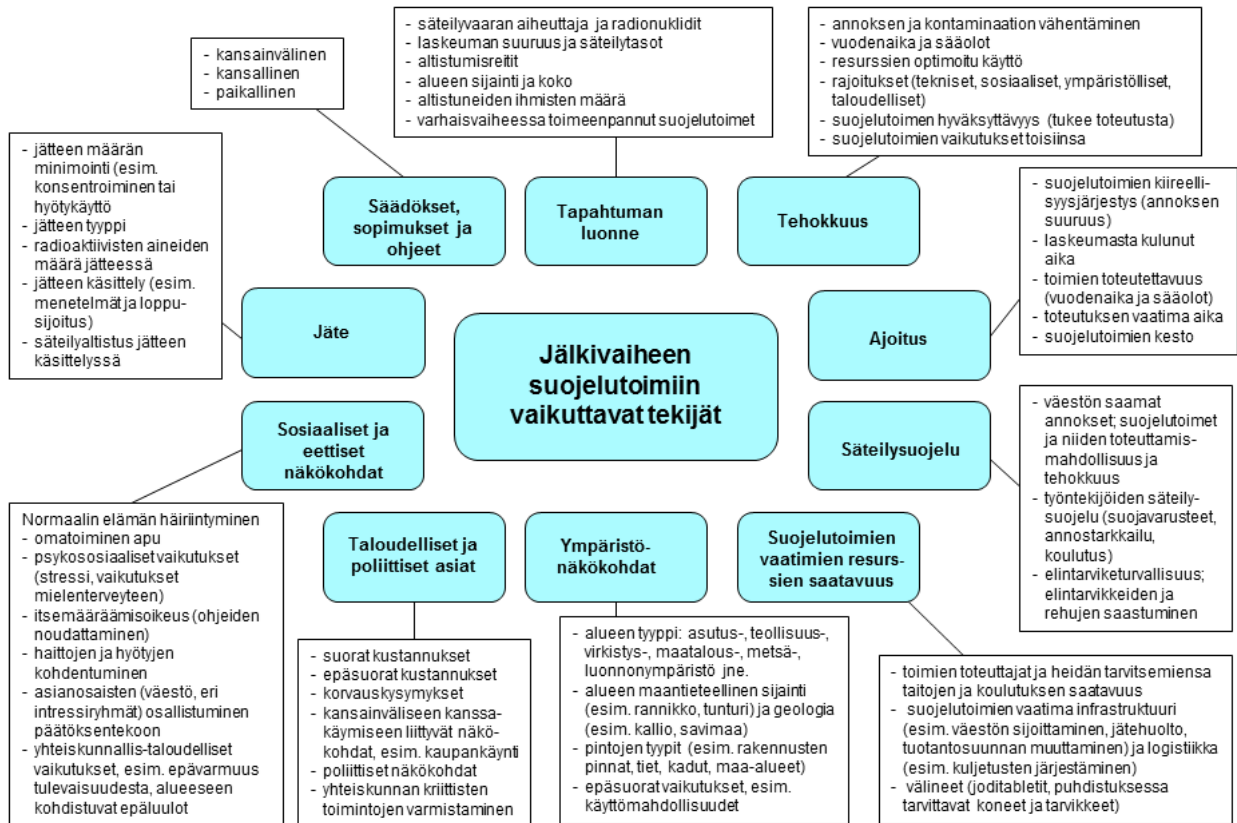
Kuvassa 3 on esitetty altistuksen suuruuden merkitys suhteessa muihin toimenpiteen valintaan ja toteuttamis päätökseen vaikuttaviin tekijöihin. Kokonaishaitta koostuu altistuksen lisäksi esimerkiksi eettisistä, sosiaalisista, ympäristöä koskevista ja taloudellisista vaikutuksista. Vakavassa säteilytilanteessa, jossa annokset ilman suojelutoimia olisivat suuria, on ehdottoman tärkeää rajoittaa säteilyaltistusta. Tällöin toimet ovat tarpeen, vaikka niistä aiheutuisi suurta haittaa ihmisten normaaliin elämään tai merkittäviä kustannuksia. Lievässä säteilytilanteessa, jossa altistus jää pieneksi, muut tekijät vaikuttavat enemmän päätöksiin kuin itse säteilyaltistus.

Sekä annosten ennustamisessa että ihmisten saamien annosten arvioinnissa on suuria epävarmuuksia. Verrattuna valittuun vertailutasoon (20 milliSv), suojelutoimet ovat todennäköisesti perusteltuja, mikäli säteilyvaaratilanteessa ensimmäisen vuoden aikana saadun annoksen ennakoidaan olevan:

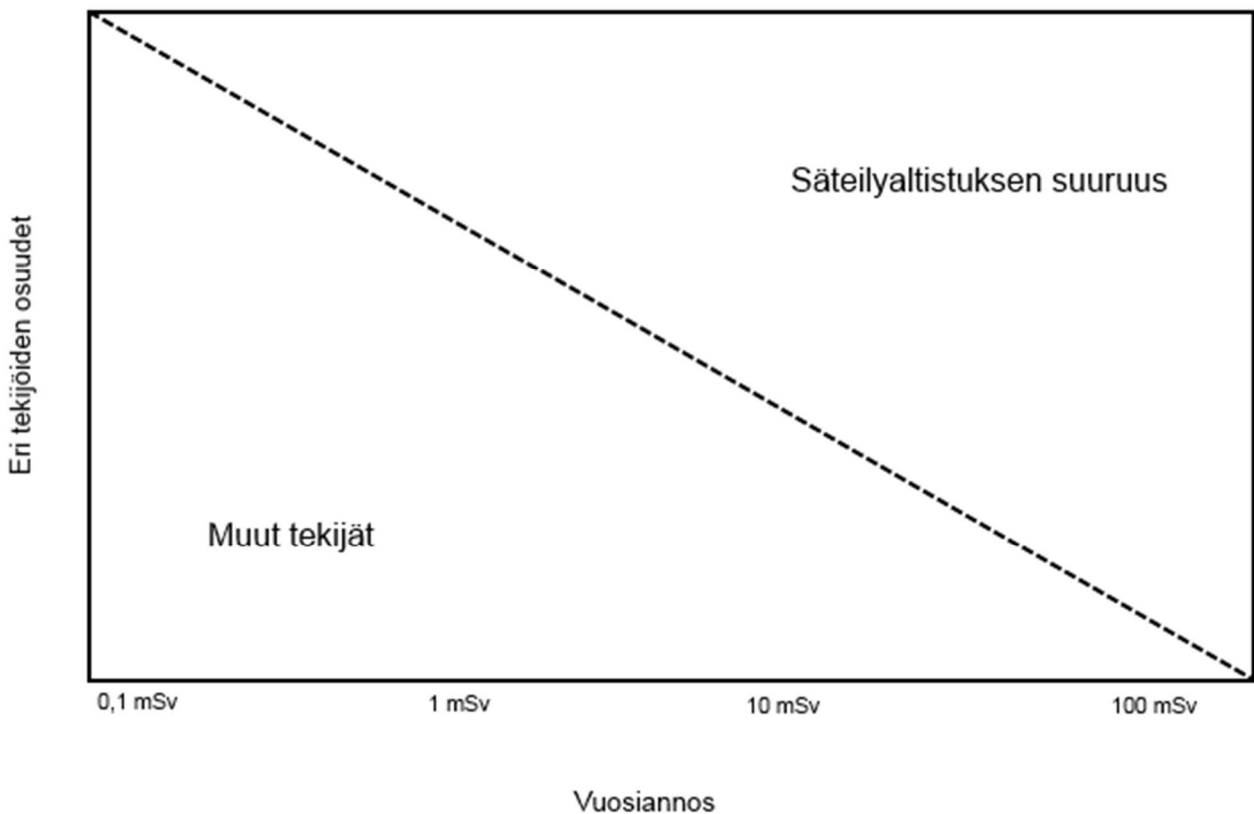
- suurempi kuin 10 milliSv, on tarpeen toteuttaa väestön altistusta pienentäviä suojelutoimia
- 1 - 10 milliSv, ovat jotkut suojelutoimet yleensä perusteltuja
- pienempi kuin 1 milliSv, voidaan altistusta vähentäviä suojelutoimia tehdä silloin, kun ne ovat helposti ja tarkoituksenmukaisesti toteutettavissa.

Suojelutoimet ovat ehdottoman tarpeellisia ja ne on toteutettava kiireellisenä, jos on olemassa vaara yli 100 milliSv:n annoksista lyhyen ajan (noin yhden vuorokauden) sisällä.

Säteilyvaaratilanteen hoito voi jatkua vuosia. Koko tilanteen keston aikana on pyrittävä siihen, että väestön saamaa annosta pienennetään, kunnes ollaan altistustilanteessa, joka on yhteiskunnan kannalta hyväksyttävä.



Kuva 2. Jälkivaiheen suojelutoimien valintaan vaikuttavia tekijöitä



Kuva 3. Säteilyaltistuksen suuruuden merkittävyys suhteessa muihin toimenpiteen valintaan ja toteuttamispäätökseen vaikuttaviin tekijöihin.

## 1.6 Säteilyvaaratilanteessa harkittavat suojelutoimet

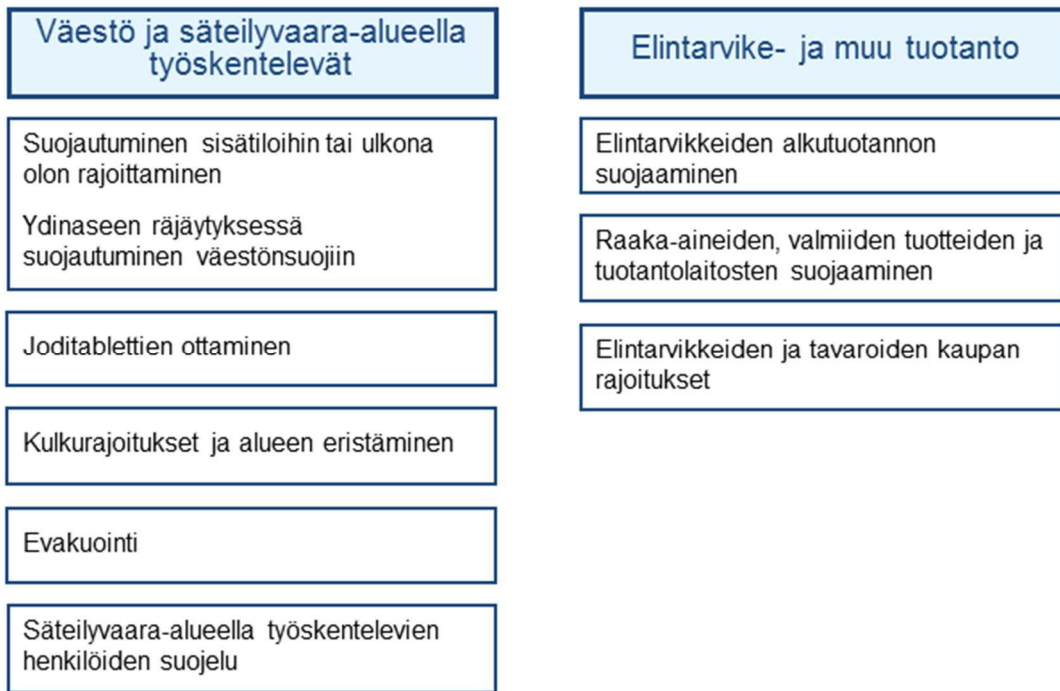
Säteilyvaaratilanteessa mahdollisia samanaikaisia altistumisreittejä voi olla useita. Tällöin tarvitaan myös useita samanaikaisia toisiaan täydentäviä suojelutoimia, jotta kaikki altistumisreitit saadaan katettua. Ohjeessa esitetyt suojelutoimet muodostavat yhden kokonaisuuden, jossa yksittäisen suojelutoimen toteuttamisella voi olla suoria tai epäsuoria vaikutuksia moneen eri yhteiskunnan toimintoon sekä eri toimijoiden päätöksiin suojelutoimista. Esimerkkeinä tällaisista vaikutuksista ovat kulkurajoitusten vaikutus logistiikkaan ja tuotantoon sekä evakuoinnin vaikutus sosiaalipalveluihin henkilöiden vastaanottoaikoissa. Valituilla suojelutoimilla voi olla vaikutuksia muihin tarvittaviin suojelutoimiin. Esimerkiksi alueella, jossa väestö on suojautunut sisätiloihin, ei voida toteuttaa elintarvikkeiden alkutuotannon suojaamista, joka vaatisi liikkumista ulkona.

Koko tilanteen keston aikana arvioidaan tarvetta uusien suojelutoimien toteuttamiseen tai jo tehtyjen muuttamiseen, jatkamiseen tai lopettamiseen. Arviointi perustuu valittuun vertailutasoon. Arvioinnissa otetaan huomioon kuinka jo toteutetut suojelutoimet ovat tehonneet altistuksen pienentämisen kannalta ja toisaalta vaikuttaneet ihmisten ja yhteiskunnan toimintaan sekä kuinka nopeasti ympäristön radioaktiivisten aineiden määrä vähenee radioaktiivisen hajoamisen tai puhdistustoimien johdosta. Jälkivaiheen aikana voi olla tarpeen noudattaa tiukempia kuin yksittäisten suojelutoimien kohdalla kuvattuja kriteerejä, jos esimerkiksi varhaisvaiheen altistus aiheuttaa lähellä vertailutasoa olevan annoksen.

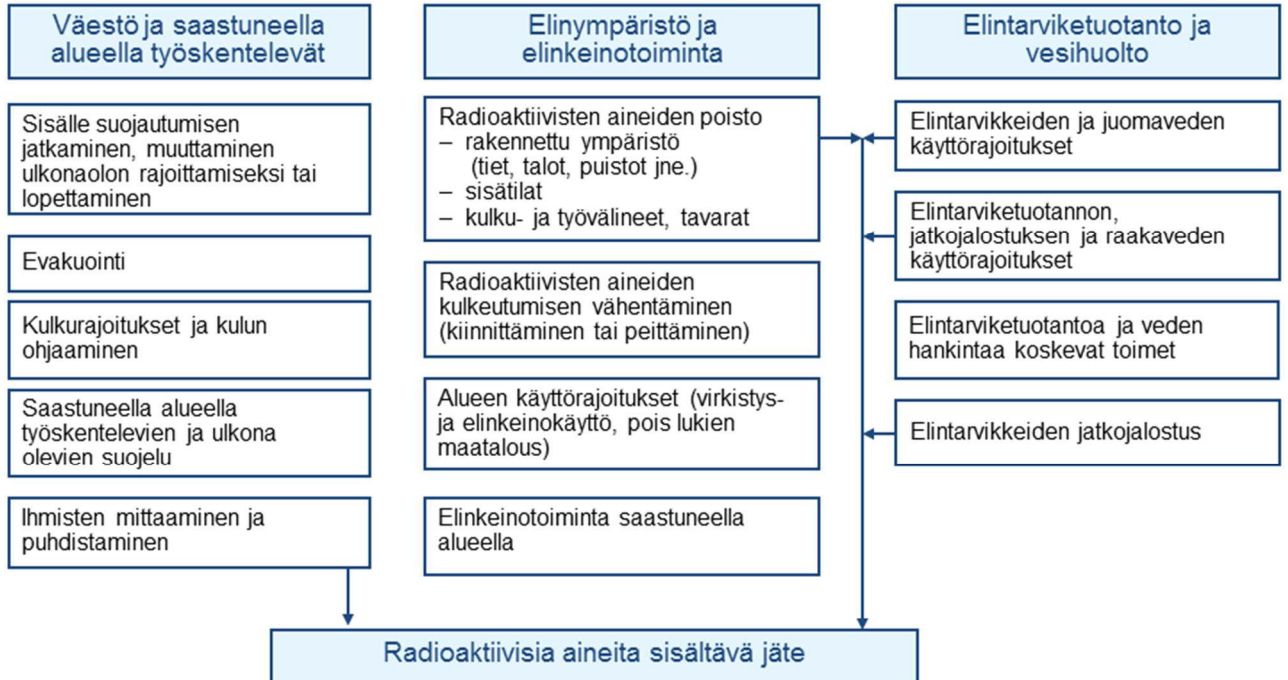
Tässä ohjeessa suojelutoimet, annoskriteerit ja ohjeelliset toimenpidetasot koskevat erilaisia säteilyvaaratilanteita. Vaikka kunkin suojelutoimen tarpeellisuudelle annetaan erillinen kriteeristö, toteutetaan tilanteen aikana eri toimia samanaikaisesti ja ne ovat toisiaan täydentäviä. Esimerkkinä varhaisvaiheen suojelutoimista ovat samanaikainen suojautuminen sisätiloihin, joditablettien ottaminen ja kulkurajoitusten asettaminen. Kaikkien ohjeessa esitettyjen suojelutoimien ohjeelliset toimenpidetasot esitetään liitteessä 2.

Säteilyvaaratilanteen varhaisvaiheen suojelutoimet kohdistuvat erityisesti ihmisiin ja tuotantoon. Toimien tavoitteena tässä vaiheessa on sekä suojella ihmisiä että helpottaa ja lieventää jälkivaiheessa tarvittavia toimia. Säteilyvaaratilanteen jälkivaiheen suojelutoimet kohdistuvat ihmisten ja tuotannon lisäksi elinympäristöön ja yhteiskunnan toimintojen palauttamiseen. Tähän ohjeeseen sisältyvät varhaisvaiheen suojelutoimet esitetään kuvassa 4 ja jälkivaiheen suojelutoimet kuvassa 5. Monista toimista syntyy radioaktiivisia aineita sisältäviä jätteitä, joiden asianmukainen käsittely edellyttää erityishuomiota.





**Kuva 4:** Suojelutoimet säteilyvaaratilanteen varhaisvaiheessa.



**Kuva 5:** Suojelutoimet säteilyvaaratilanteen jälkivaiheessa.

## 2 SUOJELUTOIMET SÄTEILYVAARATILANTEEN VARHAISVAIHEESSA

### 2.1 Väestöä koskevat suojelutoimet

#### 2.1.1 Sisälle suojautuminen varhaisvaiheessa

Sisälle suojautumisessa suojaudutaan tavallisiin sisätiloihin ja suljetaan ilmanvaihto sekä mahdollisuuksien mukaan tiivistetään ilmanvaihtoaukot. Sisälle suojautumisella vähennetään hengitysilmassa olevien radioaktiivisten aineiden joutumista kehoon ja pienennetään ulkoisesta säteilystä aiheutuvaa säteilyannosta. Sisälle suojautumisen kesto ei saisi ylittää kahta vuorokautta, koska tällöin muut kuin säteilyyn liittyvät haitat, kuten ruoan ja lääkkeiden saatavuuden ongelmat, kasvavat nopeasti. Lisäksi päästöpilven ollessa alueella sisätilat saastuvat noin kahdessa vuorokaudessa niiden tiivistämisestä ja ilmanvaihdon sulkemista huolimatta, jolloin sisälle suojautumisen tehokkuus pienenee. Liitteessä 3 kuvataan , altistuksen pieneminen suojauduttaessa sisätiloihin.

Suojautuminen tavallisiin sisätiloihin on yleensä riittävä toimenpide säteilyvaaratilanteissa. Poikkeuksen muodostaa kuitenkin ydinräjähdystilanteen aiheuttama vakava säteilyvaara, jolloin tarvitaan suojautumista väestönsuojatiloihin.

**Annoskriteeri sisälle suojautumiseen:**

Suojautumattomalle henkilölle arvioidaan kertyvän yli 10 milliSv säteilyannos kahden vuorokauden aikana.

**Ohjeellinen toimenpidetaso sisälle suojautumiseen:**

- ulkoisen säteilyn annosnopeus on tai sen ennakoidaan olevan suurempi kuin 100 mikroSv/h tai
- ilmassa olevien radioaktiivisten aineiden pitoisuus on tai sen ennakoidaan olevan suurempi kuin joku seuraavista arvoista:
  - alfasäteilijät 1 Bq/m<sup>3</sup> (plutonium-239 ja amerikum-241),
  - beetasäteilijät 1000 Bq/m<sup>3</sup> (strontium-90),
  - cesium- 137, jodi- 131 ja muut voimakkaat gammasäteilijät yhteensä 10 000 Bq/m<sup>3</sup>

Tavoitteena on suojautua sisälle ennen radioaktiivisten aineiden saapumista alueelle. Jotta sisälle suojautuminen olisi oikea-aikaista päätös suojautumisesta olisi tehtävä, mikäli mahdollista, viimeistään noin neljä tuntia ennen suojautumistarpeen alkamista. Tällöin väestölle ehditään antaa tarvittavat ohjeet ja sisälle suojautuminen ehditään toteuttaa ajoissa. Mikäli sisätiloihin ei ehditä suojautua ennen radioaktiivisten aineiden saapumista alueelle, on se tehtävä niin nopeasti kuin mahdollista.

Vaara-alueella on suljettava mahdollisuuksien mukaan ilmanvaihto kaikista rakennuksista, kuten asuinrakennuksista, julkisista rakennuksista, toimitiloista ja tuotantolaitoksista. Ovet, ikkunat, ilmanvaihtoaukot ja muut ilmanvaihtoon vaikuttavat läpiviennit, kuten takkahormit, suljetaan mahdollisimman tiiviisti. Ilmanvaihdon sulkeminen pienentää ihmisten säteilyaltistusta vähentämällä merkittävästi radioaktiivisten aineiden kulkeutumista sisätiloihin. Sisätilojen saastumisen vähentämiseksi ilmanvaihdon sulkeminen on tarpeen myös sellaisissa rakennuksissa, joihin ei suojauduta, jos se voidaan tehdä ennen radioaktiivisten aineiden saapumista alueelle. Kodintekstiilien ja muiden helposti pölyä keräävien tavaroiden suojaaminen sisätiloissa kannattaa tehdä silloin, kun se onnistuu helposti, sillä tällä helpotetaan sisätilojen myöhempiä puhdistamistoimia.

Alueella, jolle on määrätty sisälle suojautuminen, on tarpeen yhä ylläpitää kriittistä infrastruktuuria, välttämättömiä sairaanhoitopalveluja sekä yleistä turvallisuutta ja järjestystä. Näissä tehtävissä toimivien henkilöiden säteilysuojelua käsitellään luvussa 2.3.

Alueelle, jolla on tarpeen suojautua sisälle, ei pidä määrätä sellaisia suojelutoimia, joiden toteuttaminen vaatisi alueen asukailta ulkona liikkumista, kuten alkutuotannon suojaamista koskevia toimia.

#### *Väestönsuojiiin suojautuminen*

Ydinaseen räjäytyksestä seuraava säteilytilanne on erilainen kuin esimerkiksi vakavan ydinvoimalaitosonnettomuuden aiheuttama säteilytilanne. Ydinräjähdyksessä syntyy suuri määrä voimakkaasti säteileviä radioaktiivisia aineita, jolloin ulkoisen säteilyn annosnopeus voi nousta nopeasti erittäin suureksi. Tällöin väestönsuojiiin suojautuminen on tarpeen. Mikäli väestönsuojia ei ole käytettävissä, tai niitä ei saada nopeasti käyttövalmiiksi, suojaudutaan mahdollisimman hyvin sisätiloihin. Turvallisinta on pysyä rakennuksen keskiosassa tai kellaritiloissa ja välttää huoneita, joissa on suuria ikkunoita. Näin vähennetään ulkoisen säteilyn aiheuttamaa altistusta.

#### **Annoskriteeri väestönsuojiiin suojautumiseen:**

Suojautumattomalle henkilölle arvioidaan kertyvän yli 100 milliSv säteilyannos yhden vuorokauden aikana.

Ydinaseen räjäytys saattaa vaatia erittäin nopeita suojelutoimia ja täsmällisen tiedon saaminen tilanteesta alkuvaiheessa voi olla hyvin hankalaa. Tämän takia ensimmäiset suojelutoimet perustuisivat todennäköisesti ydinräjähdystilannetta varten kehitettyihin pikaennustemalleihin.

### **2.1.2 Ulkona olon rajoittaminen varhaisvaiheessa**

Ulkona olon rajoittamisen aikana ulkona voi liikkua, mutta liikkuminen on rajoitettava mahdollisimman lyhyeksi. Toimenpide on tarpeen silloin, kun ulkoilmassa ja ympäristössä on radioaktiivisia aineita, mutta ei

kuitenkaan siinä määrin, että varsinainen sisälle suojautuminen olisi tarpeellista. Erityisen tärkeää on rajoittaa lasten sekä raskaana olevien ja imettävien ulkona olo mahdollisimman vähäiseksi, koska lapset ja sikiöt ovat aikuisia herkempiä säteilylle.

**Annoskriteeri ulkona olon rajoittamiseen:**

Suojautumattomalle henkilölle arvioidaan kertyvän 1 - 10 milliSv säteilyannos kahden vuorokauden aikana.

**Ohjeellinen toimenpidetaso ulkona olon rajoittamiseen:**

- ulkoisen säteilyn annosnopeus on tai sen ennakoidaan olevan suurempi kuin 10 mikroSv/h tai
- ilmassa olevien radioaktiivisten aineiden pitoisuus on tai sen ennakoidaan olevan suurempi kuin joku seuraavista arvoista:
  - alfasäteilijät 0,1 Bq/m<sup>3</sup> (plutonium-239 ja amerikiium-241),
  - beetasäteilijät 100 Bq/m<sup>3</sup> (strontium-90),
  - cesium-137, jodi-131 ja muut voimakkaat gammasäteilijät yhteensä 1000 Bq/m<sup>3</sup>

Alueilla, joilla on tarve rajoittaa ulkona oloa, on rakennusten ilmanvaihto syytä sulkea. Näin vähennetään ihmisten altistumista ja sisätilojen saastumista. Sen sijaan ilmanvaihtoaukkoja ja läpivientejä ei ole tarpeen erikseen tiivistää.

### 2.1.3 Joditablettien ottaminen

Radioaktiiviselle jodille voi altistua hengityksen kautta erityisesti silloin, kun sitä on hengitysilmassa esimerkiksi ydinvoimalaitosonnettomuuden seurauksena. Radioaktiivista jodia voi joutua kehoon myös saastuneista elintarvikkeista, juomavedestä tai saastuneilta pinnoilta käsien välityksellä suuhun. Radioaktiivisen jodin käsittelyssä iholle vahingossa joutuva jodi imeytyy ihon läpi. Elimistöön joutunut radioaktiivinen jodi kertyy kilpirauhaseen ja aiheuttaa sille säteilyannosta.

Joditabletin oikea-aikaisella ottamisella voidaan tehokkaasti vähentää radioaktiivisen jodin kertymistä kilpirauhaseen. Mikäli joditabletteja ei ole saatavilla koko väestölle, on huolehdittava niiden antamisesta ensisijaisesti lapsille ja raskaana oleville, sillä lasten ja sikiön kilpirauhaset ovat herkempiä säteilylle kuin aikuisten. Joditabletti suojaa vain kilpirauhasta eikä vähennä muuta altistusta.

Joditabletin ottaminen on sisätiloihin suojautumista täydentävä toimi. Suojautumalla sisätiloihin vähennetään merkittävästi hengityksen kautta kehoon joutuvien radioaktiivisten aineiden määrää (ks. liite 3) ja tällöin myös jodin aiheuttama kilpirauhasen annos pienenee. Kun voimassa on kehoitus suojautua sisätiloi-

hin, ei joditabletteja pidä lähteä hankkimaan, jos se edellyttää liikkumista ulkona.

**Annoskriteeri joditablettien ottamiseen:**

Kilpirauhasen annoksen ennakoidaan olevan

- yli 100 milliGy aikuisille tai
- yli 10 milliGy alle 18-vuotiaille ja raskaana oleville.

**Ohjeellinen toimenpidetaso joditablettien ottamiseen:**Aikuiset:

- ulkoisen säteilyn annosnopeus on tai sen ennakoidaan olevan suurempi kuin 100 mikroSv/h tai
- radioaktiivisen jodin pitoisuus hengitysilmassa on tai ennakoidaan olevan suurempi kuin 10 000 Bq/m<sup>3</sup>

Alle 18-vuotiaat lapset ja raskaana olevat naiset:

- ulkoisen säteilyn annosnopeus on tai sen ennakoidaan olevan suurempi kuin 10 mikroSv/h tai
- radioaktiivisen jodin pitoisuus hengitysilmassa on tai ennakoidaan olevan suurempi kuin 1 000 Bq/m<sup>3</sup>.

Joditablettien annostuksessa noudatetaan pakkauksen annosteluohjeita. Alle kolmivuotiaiden annostuksesta annetaan erillinen ohje. Joditabletteja ei pidä ottaa, jos on yliherkkä jodille tai henkilöllä on todettu esimerkiksi kilpirauhasen toimintahäiriö tai muu kilpirauhas sairaus.

Yhden jodiannoksen antama suoja kestää yhden vuorokauden ja jatkuu osittaisena vielä toisen vuorokauden. Jodiannos tulisi ottaa 1–6 tuntia ennen altistumista radioaktiiviselle jodille, jolloin suoja on täydellinen. Suojausvaikutus heikkenee sitä enemmän mitä myöhemmin jodiannos nautitaan. Jodiannosta ei pidä ottaa enää yli puoli vuorokautta radioaktiivisten aineiden hengittämisen jälkeen, koska tällöin joditabletin jodi hidastaa radioaktiivisen jodin poistumista kilpirauhasesta.

Mikäli radioaktiivinen pilvi on paikkakunnalla yli yhden vuorokauden, on harkittava jodiannoksen uusimista perustuen ilmassa olevan jodin pitoisuuteen. Toimenpidetasot toisen jodiannoksen kohdalla ovat samat kuin yllä. Alle viikon ikäisten vastasyntyneiden jodiannosta ei kuitenkaan pidä toistaa, koska heidän kilpirauhasensa toiminta saattaa häiriintyä.

Elintarvikevalvonnalla ja -neuvonnalla varmistetaan, että haitallisia määriä radioaktiivista jodia sisältäviä elintarvikkeita ei käytetä.

#### 2.1.4 Evakuointi varhaisvaiheessa (suojaväistö)

Väestön evakuoinnilla tarkoitetaan viranomaisten johdolla tapahtuvaa väestön tai sen osan siirtämistä tai ohjeitten mukaista omatoimista poistumista turvalliselle alueelle. Ihmisten oma-aloitteinen siirtyminen ei sisälly evakuointikäsitteeseen. Kuitenkin oma-aloitteinen siirtyminen pois vaaralliseksi koetulta alueelta on otettava huomioon valmiussuunnitelmissa, kuten liikenteen ohjauksessa alueelle, jossa suojelutoimia ei tarvita.

Evakuointi (suojaväistö) ei yleensä ole ensisijainen toimi äkillisessä säteilyvaaratilanteessa. Sen sijaan väestöä pyritään suojaamaan sisätiloihin suojautumisella. Vakavan kotimaisen ydinvoimalaitosonnettomuuden uhatessa voidaan kuitenkin laitoksen lähialue evakuoida (luku 2.1.5).

Säteilylähteisiin liittyvässä onnettomuudessa, jossa on vaara radioaktiivisten aineiden leviämisestä sisä- tai ulkotiloissa, on eristysalueella (ks. luku 6, taulukko I) olevat henkilöt välittömästi evakuoitava. Evakuointi on tarpeen myös, jos kyseessä on säteilylähteiden aiheuttama muu säteilyvaara, kuten suora säteily.

Evakuoiduilla alueilla on tarpeen ylläpitää alueen kriittistä infrastruktuuria. Näitä tehtäviä hoitavien henkilöiden säteilysuojelua käsitellään luvussa 2.3.

Jälkivaiheessa toteutettavia evakuointeja käsitellään luvussa 3.1.7.

#### 2.1.5 Välittömät toimenpiteet kotimaisen ydinvoimalaitoksen varautumisalueella

Jos kotimaista ydinvoimalaitosta uhkaa onnettomuus, josta voisi vapautua suuria määriä radioaktiivisia aineita, viranomaiset joutuvat tekemään nopeita päätöksiä laitoksen varautumisalueella<sup>2</sup> olevan väestön suojelemiseksi. Suojelutoimien tarve riippuu ydinvoimalaitoksella vallitsevasta tilanteesta, arviosta tilanteen kehittymisestä sekä todennäköisyydestä radioaktiivisten aineiden vapautumisesta ympäristöön. Vapautuvia radioaktiivisia aineita, niiden määriä ja päästön alkamisen ajankohtaa ei voida ennakoida tarkasti, joten ohjeellisia toimenpidetasoja ei voida soveltaa varautumisalueella ennen kuin päästö ympäristöön on alkanut.

Varautumisen ja valmiussuunnittelun perusteena on, että varautumisalueella suojelutoimet saadaan toteutettua noin neljän tunnin kuluessa siitä, kun pelastustoiminnan johto on päättänyt käynnistää suojelutoimet. Jotta suojelutoimet saadaan käynnistettyä riittävän nopeasti, on viranomaisten aloitettava järjestelyt mahdollisen evakuoinnin ja/tai sisälle suojautumisen toteuttamiseksi (esimerkiksi tarvittavan ohjeistuksen valmistelu, kulkurajoitusten vaatimien resurssien varmistaminen, joditablettien jakaminen) jo siinä vai-

---

<sup>2</sup> Varautumisalue on alue, joka ulottuu noin 20 kilometrin etäisyydelle laitoksesta, ja jolle viranomaisten on laadittava pelastuslain (379/2011) 48 §:n mukainen ulkoinen pelastussuunnitelma. (STUK Y/2/2018)

heessa, kun ydinvoimalaitoksen valmiusorganisaatio ilmoittaa laitoksella olevasta laitoshätätilanteesta<sup>3</sup>.

Jos ydinvoimalaitoksella on olemassa uhka merkittävästä radioaktiivisten aineiden päästöstä ympäristöön, on suojavyöhyke<sup>4</sup> evakuoitava ja vyöhykkeellä olevien ihmisten otettava joditabletti. Ydinvoimalaitoksen valmiusorganisaation ilmoitus yleishätätilanteesta<sup>5</sup> tarkoittaa aina tällaisia suojelutoimia edellyttävää päästöuhkaa. Päätös suojelutoimista voidaan tehdä kuitenkin valmiustilanneluokasta riippumatta, mikäli vakava päästöuhka on muiden tietojen perusteella olemassa. Tällainen päästöuhka voi seurata esimerkiksi tilanteesta, jossa reaktori saattaa vaurioitua nopeasti tai on uhka siitä, että reaktoria yritetään vaurioittaa tahallisesti. Jos evakuointia ei pystytä toteuttamaan ennen päästön alkamista esimerkiksi tilanteen nopean kehittymisen tai äärimmäisten sääolosuhteiden vuoksi on suojavyöhykkeellä olevien suojauduttava sisätiloihin ja otettava joditabletti.

Evakuoituvien ihmisten on siirryttävä riittävän kauas sellaiselle alueelle, jossa ei tarvita suojelutoimia. Esimerkiksi vakavassa ydinvoimalaitosonnettomuudessa etäisyys, jolle siirrytään, voi olla jopa yli 100 kilometriä. Evakuoinnin määrävän viranomaisen on annettava evakuoitaville ohjeet mukaan otettavista tavaroista, joita ovat esimerkiksi hygieniatuotteet, lääkkeet, vaihtovaatteet ja henkilö- ja pankkikortit. Lisäksi on ohjeistettava sisätilojen ilmanvaihdon sulkeminen asunnosta poistuttaessa.

Yleishätätilanteessa, samanaikaisesti suojavyöhykkeen evakuoinnin kanssa, on käynnistettävä sisälle suojautuminen muualla varautumisalueella, jonne mahdollisen päästön ennakoidaan kulkeutuvan. Sisälle suojautumisen yhteydessä on tarpeen ottaa myös joditabletti. Ennen päästön alkamista pitää evakuoida päästöpilven kulkusuunnalta henkilöt, joilla ei ole paikkaa suojautua sisätiloihin, kuten ulkoilueella olevat.

Jos päästö jatkuu tai sen ennakoidaan jatkuvan yli kaksi vuorokautta, voi säteilyaltistuksen pienentämiseksi olla perusteltua evakuoida sisälle suojautunut väestö tai osa väestöstä, vaikka radioaktiivisia aineita on edelleen ilmassa. Evakuoinnin toteuttamisen oikea-aikaisuus ja ajankohdan valinta edellyttää arviota tilanteen kehittymisestä ja siitä, kuinka paljon radioaktiivisia aineita edelleen vapautuu ympäristöön sekä säätilan huomioon ottamista.

---

<sup>3</sup> Laitoshätätilanne on tilanne, jossa ydinvoimalaitoksen turvallisuus heikkenee tai uhkaa heiketä merkittävästi (STUK Y/2/2018).

<sup>4</sup> Suojavyöhyke on alue, joka ulottuu noin 5 kilometrin etäisyydelle ydinvoimalaitoksesta ja jossa on maankäyttöön kohdistuvia rajoituksia (STUK Y/2/2018).

<sup>5</sup> Yleishätätilanne on tilanne, jossa on olemassa vaara sellaisista radioaktiivisten aineiden päästöistä, jotka saattavat edellyttää suojelutoimenpiteitä ydinvoimalaitoksen ympäristössä (STUK Y/2/2018).

## 2.2 Väestön pääsyn rajoittaminen alueelle

### 2.2.1 Kulkurajoitukset varhaisvaiheessa

Kulkurajoituksilla tarkoitetaan toimia, joilla rajoitetaan pääsyä vaara-alueelle muutoin kuin välttämättömiin tehtäviin. Rajoituksilla estetään ihmisten tarpeeton altistuminen ja kulkuvälineiden saastuminen. Kulkurajoituksia tarvitaan tilanteissa, joissa radioaktiivisia aineita leviää tai voi levitä laajalle alueelle.

Kulkurajoitukset voivat koskea tie-, raide-, vesi- ja ilmaliikennettä sekä satamia ja lentokenttiä. Rajoitusalue on merkittävä selkeästi liikenneväylille.

**Kriteeri kulkurajoituksille:**

Alueelle, jolle on määrätty sisälle suojautuminen tai evakuointi on syytä määrätä samanaikaisesti myös kulkurajoitus.

Mikäli onnettomuudessa vapautuneet radioaktiiviset aineet muodostavat päästöpilven, lentoliikennettä voidaan joutua rajoittamaan niillä alueilla ja korkeuksilla, joissa on riski ilma-alusten kontaminoitumisesta radioaktiivisilla aineilla.

### 2.2.2 Alueen eristäminen

Tapahtumapaikan ympäristö on tarpeen eristää tilanteessa, jossa on vaara säteilylähteiden sisältämien radioaktiivisten aineiden leviämisestä sisä- tai ulkotiloissa tai jossa on säteilylähteiden aiheuttama muu säteilyvaara, kuten vaara altistumisesta suoralle säteilylle. Eristäminen on suojelutoimena mahdollista tilanteissa, jossa radioaktiiviset aineet jäävät rajatulle alueelle. Taulukossa I on suuntaa antavat ohjeet eristettävän alueen suuruudesta erilaisissa säteilylähteitä koskevissa tilanteissa. Eristettävä alue on myös evakuoitava kohdan 2.1.4 mukaisesti.



**Taulukko I. Eristysalueen koko erilaisissa tilanteissa**

<b>Tapahtumapaikka ulkona</b>	<b>Eristettävän alueen koko</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– räjäyttämätön tai räjäytetty ns. likainen pommi<sup>6</sup></li> <li>– tulipalo tai räjähdys (esim. kaasuräjähdys) kohteessa, jossa voi olla korkea-aktiivinen säteilylähde tai useita säteilylähteitä, joiden aktiivisuus yhteensä ylittää korkea-aktiivisen säteilylähteen raja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– alue, jonka sisäpuolella annosnopeus on yli 100 mikroSv/h, säde kuitenkin vähintään 300 m</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– ilman suojusta oleva, vaurioitunut tai vuotava mahdollinen korkea-aktiivinen säteilylähde; ei räjähdysvaaraa tai tulipaloa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– alue, jonka sisäpuolella annosnopeus on yli 100 mikroSv/h, säde kuitenkin vähintään 30 m</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– ilman suojusta oleva, vaurioitunut, vuotava tai tulipalossa oleva säteilylähde, joka ei ole korkea-aktiivinen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– alue, jonka sisäpuolella annosnopeus on yli 100 mikroSv/h, säde kuitenkin vähintään 6 m</li> </ul>
<b>Tapahtumapaikka sisällä</b>	<b>Eristettävän alueen koko</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– ilman suojusta oleva, vaurioitunut tai vuotava mahdollinen korkea-aktiivinen säteilylähde sisätiloissa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– alue, jonka sisäpuolella ulkoinen annosnopeus ylittää 100 mikroSv/h, kuitenkin vähintään lähitilat mukaan lukien ylä- ja alapuolella olevat kerrokset</li> <li>– kaasumaisen säteilylähteen vuotamisen yhteydessä alue, jonka sisäpuolella ulkoinen annosnopeus ylittää 100 mikroSv/h, kuitenkin vähintään ne tilat, joihin radioaktiivinen aine voi kulkeutua, mahdollisesti koko rakennus</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– ilman suojusta oleva, vaurioitunut tai vuotava säteilylähde, joka ei ole korkea-aktiivinen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– tila, jossa säteilylähde on. Kuitenkin myös lähitilat, jos niissä ulkoinen annosnopeus ylittää 100 mikroSv/h</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– mahdollinen korkea-aktiivisen säteilylähteen sulaminen metallisulatuksessa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– alueet, joiden sisäpuolella ulkoinen annosnopeus ylittää 100 mikroSv/h, kuitenkin vähintään metallisulatto ja saastuneen materiaalin käsittely- tai varastointitilat ja -alueet</li> </ul>

**Huom!** Ulkoinen annosnopeus ei kerro kaikkia altistusreittejä, joten sitä ei saa käyttää perusteena eristysalueen pienentämiseksi. Pienentäminen voidaan tehdä vasta, kun tiedetään tarkemmin kyseessä oleva radioaktiivinen aine ja kun tiedossa on arviot aineen leviämisestä, mahdollisesti hengitysilmassa olleista radioaktiivisten aineiden määristä sekä alueen todellisesta saastumisesta.

<sup>6</sup> Radioaktiivisen aineen levittäminen ympäristöön tavanomaisen räjähteen avulla

## 2.3 Työntekijöiden säteilysuojelu varhaisvaiheessa

### 2.3.1 Kiireellisissä ja välttämättömissä tehtävissä saatavat säteilyannokset

Henkilöt, jotka osallistuvat kiireellisten suojelutoimien tekemiseen, tilanteen hallintaan saattamiseen sekä muihin välttämättömiin tehtäviin ovat säteilyvaaratyöntekijöitä tai säteilyvaara-avustajia. Säteilyvaaratyöntekijöitä ovat ne henkilöt, joiden työtehtäviin edellä mainitut tehtävät kuuluvat ja jotka ovat saaneet etukäteen säännöllistä koulutusta tehtävien hoitamiseen. Erityisesti pelastuslaitoksen työntekijät ja toiminnanharjoittajan valmiusorganisaation henkilöt kuuluvat säteilyvaaratyöntekijöihin. Muut henkilöt, jotka osallistuvat kyseisiin tehtäviin ovat säteilyvaara-avustajia.

Suojelutoimet on toteutettava siten, että säteilyvaaratyöntekijöille ja -avustajille ei aiheudu tarpeetonta säteilyaltistusta. Tästä huolimatta sekä säteilyvaaratyöntekijät että -avustajat saattavat kuitenkin tehtäviin osallistuessaan altistua säteilylle väestöä enemmän. Säteilysuojelussa noudatetaan ensisijaisesti säteilytyöntekijöiden annosrajoja. Tavoitteena siis on, että säteilyvaaratyöntekijöiden ja -avustajien annokset eivät ylitä 20 milliSv vuodessa (SätL 134 §:n 2 mom). Raskaana olevalla, imettävällä tai alle 18-vuotiaalla ei saa teettää tehtäviä, joista saattaa aiheutua altistuta säteilylle (SätL 134 §:n 1 mom).

Mikäli tilanteen tilanteessa tarvittavien kiireellisten ja välttämättömien toimien toteuttamisen kannalta on välttämätöntä, 20 milliSv:n annoksen saa ylittää. Tällaisissa tehtävissä on käytettävä säteilyvaaratyöntekijöitä ellei ole ehdottoman välttämätöntä käyttää tehtävässä säteilyvaara-avustajaa. Jos 20 milliSv:n annos joudutaan ylittämään, säteilyvaaratyöntekijöiden ja -avustajien annokset on pyrittävä pitämään alle 100 milliSv:n, ellei kyse ole vakavien säteilyn aiheuttamien terveysvaikutusten estämisestä, henkeä pelastavista toimista tai onnettomuuden pahenemisen estämisestä. Näiden toimien kohdalla annokset on pyrittävä pitämään alle 500 milliSv:n (SätL 132 §, VNA 1034/2018 46 §).

Säteilylain mukaan säteilyvaara-avustajien osallistumisen suojelutoimiin pitää perustua vapaaehtoisuuteen. Myös säteilyvaaratyöntekijöiden osallistumisen suojelutoimiin on perustuttava vapaaehtoisuuteen, jos on mahdollista, että 100 milliSv:n annos ylittyy (SätL 132 § 1 mom). Säteilyvaaratyöntekijöiden ja -avustajien pitää olla tietoisia tehtävään liittyvistä riskeistä ja työn antajan tai työn teettäjän tulee järjestää opastus turvalliseen työhön ennen tehtävän suorittamista (SätL 136 §).

Säteilyvaaratyöntekijöiden ja -avustajien annokset on määritettävä (luku 2.3.3) ja tulokset on ilmoitettava Säteilyturvakeskukseen. Heille itselleen on myös viipymättä ilmoitettava, mikäli annos ylittää 20 milliSv. Mahdollisuus terveystarkastukseen tulee järjestää niille säteilyvaaratyöntekijöille ja -avustajille, jotka ovat työtehtävässä altistuneet tai jotka pyytävät terveystarkastusta. Pitempiaikainen terveydentilan seuranta on tarpeen silloin, kun se on tehtävässä saadun altistuksen takia perusteltua (SätL 135 §).

### **2.3.2 Onnettomuuden seurauksia lieventävät ja muut välttämättömät tehtävät**

Kiireellisten suojelutoimien ja tilanteen hallintaan saattamisen lisäksi säteilyvaaratilanteen vaikutusalueella on tarpeen tehdä tilanteen seurauksivaikutuksia lieventäviä ja muita välttämättömiä tehtäviä. Tällaisia ovat esimerkiksi vartiointi ja kulunvalvonta, säteilytilanteen kartoitus ja muu mittaustoiminta, välttämättömät sosiaali- ja terveydenhuoltopalvelut sekä yhteiskunnan elintärkeän infrastruktuurin ylläpito, kuten sähkö-, elintarvike- ja vesihuolto.

Henkilöt, jotka tekevät vaikutusalueella näitä töitä, ovat säteilyvaara-avustajia ja heitä koskevat kohdan 2.3.1 mukaiset säteilyvaara-avustajien rajoitukset ja periaatteet.

### **2.3.3 Säteilyvaaratyöntekijöiden ja -avustajien suojautuminen ja säteilyaltistuksen arviointi**

Säteilyvaaratyöntekijöiden ja -avustajien tulee käyttää suoja-asua ja ottaa mukaansa hengityssuojaimet ja tarvittaessa joditabletit ollessaan saastuneella tai mahdollisesti saastuneella alueella. Taulukossa II esitetään ohjeellisia toimenpidetasoja ja ohjeita työntekijöiden suojelemiseksi.

Ennen tehtävän aloittamista on tarpeen arvioida ennakkoon altistuksen suuruus ja suunnitella, miten annoksen kertymistä seurataan työn kuluessa. Jollei käytössä ole henkilökohtaisia annosmittareita, ulkoisesta säteilystä aiheutuva annos arvioidaan ulkoisen säteilyn annosnopeuden perusteella.

Taulukossa III esitetään esimerkkejä annoksen kertymisestä silloin, kun altistus johtuu ulkoisesta säteilystä. Lisäksi annosta kertyy hengityksen kautta kehoon joutuvista radioaktiivista aineista ja mahdollisesti myös ihon saastumisesta radioaktiivisilla aineilla. On tärkeää kirjata työskentelyajat saastuneella alueella sekä paikkatiedot ja tiedot alueen säteilytasosta, mikäli säteilymittari on käytettävissä.

**Taulukko II. Säteilyvaaratyöntekijöiden ja -avustajien suojeleminen.**

Ohjeellinen toimenpidetaso	Työntekijöiden suojeleminen
<p>– ulkoisen säteilyn annosnopeus on tai sen ennakoidaan olevan 10 - 100 mikroSv/h</p> <p>tai</p> <p>– ilmassa olevien radioaktiivisten aineiden pitoisuus on tai sen ennakoidaan olevan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ alfasäteilijät 0,1 - 1 Bq/m<sup>3</sup></li> <li>▪ beetasäteilijät 100 - 1000 Bq/m<sup>3</sup></li> <li>▪ cesium-137 ja muut voimakkaat gammasäteilijät yhteensä 1000 - 10 000 Bq/m<sup>3</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– työntekijät käyttävät suoja-asua ja hengityssuojaimia ollessaan jo saastuneella tai mahdollisesti saastuvalla alueella</li> <li>– työntekijät ottavat joditabletin, jos on mahdollista, että hengitysilmassa on radioaktiivista jodia</li> <li>– työskentelyajat ja paikkatiedot kirjataan mahdollisimman tarkasti</li> <li>– jos annosnopeusmittari on käytössä, ulkoisen säteilyn annosnopeus kirjataan säännöllisin välein, esimerkiksi kerran tunnissa</li> <li>– jos saatavilla on henkilökohtaiset tai ryhmäkohtaiset annosmittarit, niitä käytetään ohjeiden mukaisesti</li> </ul>
<p>– ulkoisen säteilyn annosnopeus on tai sen ennakoidaan olevan 100 – 1 000 mikroSv/h</p> <p>tai</p> <p>– ilmassa olevien radioaktiivisten aineiden pitoisuus on tai sen ennakoidaan olevan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ alfasäteilijät 1 - 10 Bq/m<sup>3</sup></li> <li>▪ beetasäteilijät 1000 - 10 000 Bq/m<sup>3</sup></li> <li>▪ cesium-137 ja muut voimakkaat gammasäteilijät yhteensä 10 000 - 100 000 Bq/m<sup>3</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– työntekijät käyttävät suoja-asua ja hengityssuojaimia ollessaan jo saastuneella tai mahdollisesti saastuvalla alueella</li> <li>– työntekijät ottavat joditabletin, jos on mahdollista, että hengitysilmassa on radioaktiivista jodia <b>Huom!</b> Jos joditabletti on otettu viimeisen vuorokauden sisällä, ei toista joditablettia pidä ottaa.</li> <li>– työskentelyajat ja paikkatiedot kirjataan mahdollisimman tarkasti</li> <li>– jos annosnopeusmittari on käytössä, ulkoisen säteilyn annosnopeus kirjataan säännöllisin välein, esimerkiksi kerran tunnissa</li> <li>– jos saatavilla on henkilökohtaiset tai ryhmäkohtaiset annosmittarit, niitä käytetään ohjeiden mukaisesti</li> <li>– tilanteen pitkittyessä työntekijöiden kokonaistyöaikaa rajoitetaan tarvittaessa työvuorojärjestelyin.</li> </ul>

<p>– ulkoisen säteilyn annosnopeus on tai sen ennakoidaan olevan 1 000 - 10 000 mikroSv/h</p> <p>tai</p> <p>– ilmassa olevien radioaktiivisten aineiden pitoisuus on tai sen ennakoidaan olevan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ alfasäteilijät 10 - 100 Bq/m<sup>3</sup></li> <li>▪ beetasäteilijät 10 000 – 100 000 Bq/m<sup>3</sup></li> <li>▪ cesium-137 ja muut voimakkaat gammasäteilijät yhteensä 100 000 - 1 000 000 Bq/m<sup>3</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– jo saastuneella tai todennäköisesti saastuvalla alueella oloa rajoitetaan aina, kun se on mahdollista ja kun sillä ei vaaranneta kiireellisten suojelutoimien tekemistä; työntekijät käyttävät suoja-asua ja hengityssuojaimia</li> <li>– työskentelyajat ja paikkatiedot kirjataan mahdollisimman tarkasti</li> <li>– työntekijät ottavat joditabletin, jos on mahdollista, että hengitysilmassa on radioaktiivista jodia. Huom! Jos joditabletti on otettu viimeisen vuorokauden sisällä, ei toista joditablettia pidä ottaa.</li> <li>– jos annosnopeusmittari on käytössä, ulkoisen säteilyn annosnopeus eri työpisteissä kirjataan säännöllisin väliajoin</li> <li>– jos saatavilla on henkilökohtaiset tai ryhmäkohtaiset annosmittarit, niitä käytetään ohjeiden mukaisesti</li> <li>– työntekijöiden kokonaistyöaikaa rajoitetaan tarvittaessa työvuorojärjestelyin</li> </ul> <p><i>Huom. Esimerkiksi säteilytilanteen kartoitus ja muu ulkona tehtävä, työntekijöitä altistava mittaustoiminta keskeytetään.</i></p>
<p>– ulkoisen säteilyn annosnopeus on tai sen ennakoidaan olevan suurempi kuin 10 000 mikroSv/h</p> <p>tai</p> <p>– ilmassa olevien radioaktiivisten aineiden pitoisuus on tai sen ennakoidaan olevan suurempi kuin joku seuraavista arvoista:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ alfasäteilijät 100 Bq/m<sup>3</sup></li> <li>▪ beetasäteilijät 100 000 Bq/m<sup>3</sup></li> <li>▪ cesium-137 ja muut voimakkaat gammasäteilijät yhteensä 1 000 000 Bq/m<sup>3</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– vain sellaiset työt tehdään, jotka ovat aivan välttämättömiä väestön turvallisuuden varmistamiseksi</li> <li>– työvuoroja rajoitetaan työvuorojärjestelyin; mahdollisuuksien mukaan työntekijän annos pyritään rajoittamaan 20 millisieverttiin vuodessa</li> <li>– työskentelyajat ja paikkatiedot kirjataan mahdollisimman tarkasti</li> <li>– työntekijät käyttävät suoja-asua ja hengityssuojaimia</li> <li>– työntekijät ottavat joditabletin, jos on mahdollista, että hengitysilmassa on radioaktiivista jodia. Huom! Jos joditabletti on otettu viimeisen vuorokauden sisällä, ei toista joditablettia pidä ottaa.</li> <li>– jos annosnopeusmittari on käytössä, ulkoisen säteilyn annosnopeus eri työpisteissä ulkona ja sisätiloissa kirjataan säännöllisin väliajoin</li> <li>– jos saatavilla on henkilökohtaiset tai ryhmäkohtaiset annosmittarit, niitä käytetään ohjeiden mukaisesti.</li> </ul>

**Taulukko III.** Esimerkkejä säteilyannoksen kertymisestä silloin, kun altistus johtuu pelkästään ulkoisesta säteilystä.

Ulkoisen säteilyn annosnopeus alueella	20 milliSv ylittyy
100 mikroSv/h = 0,1 milliSv/h	200 tunnissa
1000 mikroSv/h = 1 milliSv/h	20 tunnissa
10 000 mikroSv/h = 10 milliSv/h	2 tunnissa

### 2.3.4 Muut työntekijät säteilyvaaratilanteen vaikutusalueella

Työntekijöitä, jotka eivät osallistu kiireellisiin tai muihin välttämättömiin tehtäviin, koskevat väestöön sovellettavat vertailuarvot. Tällaisia työntekijöitä ovat esimerkiksi henkilöt, joiden on käytävä hoitamassa tuotantoeläimiä alueella, jolle on määrätty sisälle suojautuminen. Työntekijöille on annettavat ohjeet suojautumisesta työtehtävän suorittamisen aikana.

## 2.4 Elintarvikkeiden, juomaveden ja elintarviketuotannon suojaaminen varhaisvaiheessa

### 2.4.1 Elintarvikkeiden alkutuotannon, raaka-aineiden ja tuotantolaitosten suojaaminen

Elintarvikkeiden alkutuotantoa ovat esimerkiksi maidon- ja munantuotanto, lihakarjan kasvatusta, kalanviljely, kasvien ja hedelmien sekä viljan ja sienten viljely. Elintarvikkeiden alkutuotannon suojaamisella pyritään pitämään elintarvikkeiden sisältämien radioaktiivisten aineiden määrät alle luvussa 3.3 esitettyjen pitoisuusrajojen.

#### Elintarvikkeiden alkutuotannon suojaaminen

Elintarvikkeiden alkutuotannon suojaaminen on tarpeen aloittaa säteilyvaaratilanteessa mahdollisimman nopeasti. Esimerkiksi radioaktiivinen jodi siirtyy nopeasti maitoon, jos lehmät syövät jodin saastuttamaa rehua. Vaikka ulkoisen säteilyn annosnopeus ei juuri nousisi yli normaalin vallitsevan säteilytason, voi elintarvikkeisiin päätyä niin paljon radioaktiivisia aineita, että elintarvikkeiden radioaktiivisten aineiden pitoisuusrajat ylittyvät eikä niitä saa myydä.

#### **Ohjeellinen toimenpidetaso elintarvikkeiden alkutuotannon suojaamiselle:**

- ulkoisen säteilyn annosnopeus on tai sen ennakoitavana olevan suurempi kuin 1 mikroSv/h tai
- ilmassa olevien radioaktiivisten aineiden pitoisuus on tai sen ennakoitavana olevan suurempi kuin joku seuraavista arvoista:
  - alfasäteilijät 0,1 Bq/m<sup>3</sup> (plutonium-239 ja amerikum-241) <sup>1)</sup>,
  - beetasäteilijät 10 Bq/m<sup>3</sup> (strontium-90),
  - cesium-137, jodi-131 ja muut voimakkaat gammasäteilijät yhteensä 100 Bq/m<sup>3</sup>

1) Pitoisuudessa on huomioitu, että alfasäteilijöitä siirtyy elintarvikkeisiin vain erittäin pieniä määriä

Tuotantoeläinten suojaamisessa olennaista on turvata puhtaan rehun ja juomaveden saanti eläimille. Varastossa oleva rehu on syytä suojata. Myös pelloilla kasvava uusi rehu on syytä ottaa talteen ja suojata, mikäli se on ajallisesti mahdollista. Muita mahdollisia toimenpiteitä ovat muun muassa eläinten pitäminen sisällä sekä eläinsuojien ilmanvaihdon sulkeminen tai pienentäminen, mikäli se voidaan toteuttaa eläinten hyvinvoinnista tinkimättä. Kasvihuoneiden, viljasiilojen ja vastaavien ilmanvaihto on mahdollisuuksien mukaan syytä sulkea tai pienentää.

Viljelysten mukaan lukien omatarveviljelyksien, kuten kasvimaiden peittämisellä estetään viljelysten saastuminen. Peittäminen on syytä tehdä, mikäli se ajallisesti ja viljelysten laajuuden kannalta on mahdollista.

Säteilyvaaratilanteen aikana kerättyä sadevettä ei pidä käyttää eläinten juomavetenä eikä viljelyksien kasteluun. Pienten lampien ja purojen veden käyttöä eläinten juomavetenä ja viljelysten kasteluun on myös

vältettävä, mikäli mahdollista.

Ulkona olevat elintarvikkeiden raaka-aineet, kuten maasta nostetut sokerijuurikkaat, kannattaa suojata aina, kun se on toteutettavissa ennen radioaktiivisen pilven saapumista. Suojaamattomana olleita raaka-aineita ei pidä käyttää ennen kuin niiden turvallisuus on mittauksin todettu.

*Elintarvikkeiden tuotantolaitoksia ja logistiikkakeskuksia sekä vedenkäsittelylaitoksia koskevat toimenpiteet*

Elintarvikkeiden tuotantolaitokset ja logistiikkakeskukset voivat saastua samoin kuin muutkin sisätilat. Sen vuoksi on tärkeä sulkea niiden ilmanvaihto ja, mikäli mahdollista, keskeyttää tuotanto, kunnes ulkoilma on puhdistunut. Tällä toimella vähennetään tilojen, tuotantolaitteiden ja elintarvikkeiden saastumista.

Talousveden puhtauden varmistamiseksi on vedenkäsittelylaitoksissa suljettava ilmanvaihto. Mikäli laitoksessa käytetään vedenkäsittelyssä ilmastusta, ohitetaan ilmastusprosessi. Vesisuorissa on vältettävä pinnan korkeuden vaihtelua, jotta saastuneen ilman kulkeutumista vesitorniin voidaan vähentää ja siten varmistaa talousveden puhtaus. Esimerkiksi sisälle suojautumisen aikana ei tule antaa kehotusta varata talousvettä astioihin, jotta veden pinta vesitornissa pysyisi mahdollisimman vakaana.

**Ohjeellinen toimenpidetaso tuotantolaitosten sisätilojen suojaamiselle:**

- ulkoisen säteilyn annosnopeus on tai sen ennakoidaan olevan suurempi kuin 10 mikroSv/h tai
- ilmassa olevien radioaktiivisten aineiden pitoisuus on tai sen ennakoidaan olevan suurempi kuin joku seuraavista arvoista:
  - alfasäteilijät 0,1 Bq/m<sup>3</sup> (plutonium-239 ja amerikiium-241),
  - beetasäteilijät 100 Bq/m<sup>3</sup> (strontium-90),
  - cesium-137, jodi-131 ja muut voimakkaat gammasäteilijät yhteensä 1000 Bq/m<sup>3</sup>

#### **2.4.2 Elintarvikkeiden kaupan ja käytön rajoitukset**

Säteilyvaaratilanteessa on tärkeää, että saastuneita elintarvikkeita ei käytetä eikä niitä ole myynnissä. Tilanteen aikana voidaan tämän vuoksi tarvita alueella tuotettavien elintarvikkeiden ja sieltä kerättävien luonnontuotteiden väliaikainen myyntikielto alueella, jolla on tai jolle ennakoidaan tulevan laskeumaa. Väliaikainen myyntikielto puretaan heti, kun elintarvikkeiden turvallisuus on varmistettu.

Ensisijaisesti on pyrittävä siihen, että elintarvikkeiden saastuminen saadaan estettyä. Pakatut elintarvikkeet sekä ilmatiiviissä kaapeissa ja tiloissa olevat elintarvikkeet säilyvät puhtaina. Sisätiloissa suojaamattomien elintarvikkeiden saastuminen vähenee merkittävästi, mikäli näissä tiloissa voidaan pysäyttää ilmanvaihto.



Jos ympäristön saastuminen on todennäköistä tai se on todettu voi Euroopan yhteisöjen komissio määrätä käyttöön otettavaksi ennakkoon vahvistetut elintarvikkeiden ja juomaveden sisältämien radioaktiivisten aineiden pitoisuusrajat. Elintarvikkeiden ja juomaveden pitoisuusrajoja noudattamalla pienennetään elintarvikkeiden kautta saatavaa säteilyaltistusta. Jos pitoisuusrajat alittuvat, ei tuotteiden ja tavaroiden kansainväliselle kaupalle ole säteilysuojelullisista syistä estettä. Rajat on esitetty tämän ohjeenluvussa 3.3.

Pitoisuusrajoja voi olla tarpeen noudattaa jo ennen komission päätöstä jos tilanteessa on riski radioaktiivisia aineita sisältävien elintarvikkeiden päätyemisestä markkinoille. Tämä voidaan toteuttaa saattamalla pitoisuusrajat väliaikaisesti kansallisesti voimaan, vaikka tilannetta koskevat tiedot ovat vielä rajalliset.

**Ohjeellinen toimenpidetaso elintarvikkeiden ja luonnontuotteiden väliaikaiselle myynti- ja käyttökielolle:**

- ulkoisen säteilyn annosnopeus on tai sen ennakoidaan olevan suurempi kuin 10 mikroSv/h tai
- ilmassa olevien radioaktiivisten aineiden pitoisuus on tai sen ennakoidaan olevan suurempi kuin joku seuraavista arvoista:
  - alfasäteilijät 1 Bq/m<sup>3</sup> (plutonium-239 ja amerikum-241) <sup>1)</sup>,
  - beetasäteilijät 100 Bq/m<sup>3</sup> (strontium-90),
  - cesium-137, jodi-131 ja muut voimakkaat gamma- ja beetasäteilijät yhteensä 1 000 Bq/m<sup>3</sup>

1) Pitoisuudessa on huomioitu, että alfasäteilijöitä siirtyy elintarvikkeisiin vain erittäin pieniä määriä

## 2.5 Muiden raaka-aineiden ja tuotteiden suojaaminen

### 2.5.1 Raaka-aineiden ja valmiiden tuotteiden suojaaminen

Säteilyvaaratilanteessa ulkotiloissa olevat raaka-aineet ja muut suojaamattomana olevat tuotteet voivat saastua. Tämän vuoksi niiden suojaaminen kannattaa tehdä ennen radioaktiivisen pilven saapumista aina, kun se on mahdollista kohtuullisin kustannuksin. Pakkauksissa olevat raaka-aineet ja tuotteet säilyvät puhtaina. Sisätiloissa raaka-aineiden ja tuotteiden saastuminen vähenee merkittävästi, mikäli näissä tiloissa voidaan pysäyttää ilmanvaihto. Suojaamattomana olleita aineita tai tuotteita ei pidä käyttää ennen kuin niiden turvallisuus on mittauksin varmistettu.

### 2.5.2 Tuotantolaitosten suojaaminen

Tuotantolaitokset voivat saastua samoin kuin muutkin sisätilat. Jotta toiminnan jatkaminen tilanteen jälkeen onnistuisi mahdollisimman tehokkaasti, on tärkeää sulkea tilojen ilmanvaihto ja mikäli mahdollista keskeyttää tuotanto, kunnes ulkoilma on puhdistunut. Tällä toimella vähennetään tilojen, tuotantolaitteiden ja tuotteiden saastumista ja siten vähennetään laajojen puhdistustoimien tarvetta.

**Ohjeellinen toimenpidetaso raaka-aineiden, tuotteiden ja tuotantolaitosten suojaamiselle:**

- ulkoisen säteilyn annosnopeus on tai sen ennakoidaan olevan suurempi kuin 10 mikroSv/h tai
- ilmassa olevien radioaktiivisten aineiden pitoisuus on tai sen ennakoidaan olevan suurempi kuin joku seuraavista arvoista:
  - alfasäteilijät 0,1 Bq/m<sup>3</sup> (plutonium-239 ja amerikum-241),
  - beetasäteilijät 100 Bq/m<sup>3</sup> (strontium-90),
  - cesium-137, jodi-131 ja muut voimakkaat gamma- ja beetasäteilijät yhteensä 1 000 Bq/m<sup>3</sup>

### 3 SUOJELUTOIMET SÄTEILYVAARATILANTEEN JÄLKIVAIHEESSA

#### 3.1 Väestöä koskevat suojelutoimet jälkivaiheessa

##### 3.1.1 Sisälle suojautuminen ja sisälle suojautumisen jatkaminen

Säteilyvaaratilanteen jälkivaiheessa sisälle suojautuminen vähentää laskeuman aiheuttamaa altistusta sekä ihmisten ja sisätilojen saastumista. Mikäli väestö ei ole suojautuneena sisälle alueella, jolla sisälle suojautumisen kriteerien havaitaan ylittyvän, sisälle suojautuminen aloitetaan jälkivaiheessa. Tämä voi olla tarpeen esimerkiksi, jos mittaukset osoittavat alueen olevan saastuneempi kuin mitä ennusteet antoivat olettaa. Jos sisätiloihin on suojauduttu jo varhaisvaiheessa, sisälle suojautumista jatketaan niin kauan kuin suojautumisen kriteerit ylittyvät.

Sisälle suojautumisen kokonaiskesto ei saisi ylittää kahta vuorokautta, koska suojautumisen pitkittyessä muut kuin säteilyyn liittyvät haitat, kuten ruoan ja lääkkeiden saatavuuden ongelmat, lisääntyvät nopeasti. Lisäksi sisätilojen suojausvaikutus heikentyy merkittävästi suojautumisen pitkittyessä (ks. liite 3). Jos säteilytaso on kahden vuorokauden jälkeen edelleen niin korkea, että suojautumista ei voida purkaa tai muuttaa ulkonaolon rajoittamiseksi, pitää väestö evakuoida kyseiseltä alueelta (luku 3.1.7). Tällöin väestö tarvitsee ohjeita evakuointijärjestelyihin valmistautumiseksi sekä ulkona liikkumista edellyttävien välttämättömien toimien tekemiseksi. Sisätiloihin suojautumisen muuttamis- tai lopettamisajankohdan määrittämisessä otetaan huomioon tiedot vapautuneista radioaktiivisista aineista, vallitseva säteilytilanne ja ennuste tilanteen kehittymisestä sekä se, kuinka kauan sisälle suojautuminen on jo kestänyt.

**Annoskriteeri sisälle suojautumiseen:**

Suojautumattomalle henkilölle arvioidaan kertyvän yli 10 milliSv säteilyannos kahden vuorokauden aikana.

**Ohjeellinen toimenpidetaso sisälle suojautumiselle jälkivaiheessa:**

– ulkoisen säteilyn annosnopeus on suurempi kuin 100 mikroSv/h

tai

– voimakkaiden gamma- ja beetasäteilijöiden laskeuma on yhteensä suurempi kuin  $10\,000\,000\text{ Bq/m}^2$ ,

tai

– alfasäteilijöiden laskeuma on suurempi kuin  $100\,000\text{ Bq/m}^2$  olettaen, että alfasäteilijät ovat pinnassa irtoavassa muodossa.

### 3.1.2 Ulkona olon rajoittaminen

Ulkona olon rajoittamisen aikana ulkona voi liikkua, mutta liikkuminen on rajoitettava mahdollisimman lyhyeksi. Toimenpide on tarpeen silloin, kun ympäristössä on radioaktiivisia aineita, mutta ei kuitenkaan siinä määrin, että varsinainen sisälle suojautuminen olisi tarpeellista. Erityisen tärkeää on rajoittaa lasten sekä raskaana olevien ulkona olo mahdollisimman vähäiseksi. Toisin kuin varhaisvaiheessa, jälkivaiheessa normaali ilmanvaihto on syytä pitää päällä, sillä ulkoilma on puhdistunut radioaktiivisista aineista.

Ulkona olon rajoittamiseen voidaan siirtyä sisälle suojautumisesta (luku 3.1.1). Ulkona olon rajoittaminen voi olla tarpeen aloittaa myös jälkivaiheessa, jos mittaukset osoittavat alueen olevan saastuneempi kuin mitä ennusteiden perusteella on aiemmin oletettu.

Sisätilat on syytä tuulettaa ja puhdistaa huolellisesti heti sen jälkeen, kun on siirrytty sisälle suojautumisesta ulkona olon rajoittamiseen (ks. luku 3.2.1). Lisäksi tulee huolehtia, ettei ympäristössä olevia radioaktiivisia aineita kulkeudu sisätiloihin esimerkiksi kengissä ulkona käyntien yhteydessä.

**Annoskriteeri ulkona olon rajoittamiselle:**

Suojautumattomalle henkilölle arvioidaan kertyvän yli 10 milliSv säteilyannos ensimmäisen kuukauden aikana, mutta alle 10 milliSv kahden vuorokauden aikana.

**Ohjeellinen toimenpidetaso ulkona olon rajoittamiselle:**

- ulkoisen säteilyn annosnopeus on pienempi kuin 100 mikroSv/h; ulkona oloa on perusteltua rajoittaa niin kauan, kun ulkoisen säteilyn annosnopeus on suurempi kuin 10 mikroSv/h
- tai
- voimakkaiden gamma- ja beetasäteilijöiden laskeuma on yhteensä 1 000 000 - 10 000 000 Bq/m<sup>2</sup>,
- tai
- alfasäteilijöiden laskeuma on suurempi kuin 10 000 - 100 000 Bq/m<sup>2</sup> ja radioaktiiviset aineet saattavat olla irtoavassa muodossa.

Ulkona liikkumista edellyttävien välttämättömien tehtäviä varten viranomaisten on tarpeen antaa ohjeita, jotta väestön tarpeetonta altistusta ympäristössä oleville radioaktiivisille aineille voidaan vähentää. Ulkona olon rajoittamisen aikana voidaan käynnistää yhteiskunnan tärkeitä toimintoja, kuten elintarvikekauppojen ja välttämättömän joukkoliikenteen palveluja, minkä lisäksi ympäristön puhdistustoimia käynnistetään (ks. luku 3.2.1). Mikäli säteilytaso ei vähene elinympäristössä nopeasti huolimatta radioaktiivisesta hajoamisesta sekä puhdistustoimista, on syytä harkita väestön evakuointia alueelta (ks. luku 3.1.7).

### 3.1.3 Sisälle suojautumisen ja ulkona olon rajoittamisen lopettaminen

Sisälle suojautuminen ja ulkona olon rajoittaminen voidaan lopettaa, kun säteilytasot ovat laskeutuneet alle kyseisten toimien kriteerien. Lisäksi on varmistuttava, että väestön säteilyaltistus pienenee selkeästi ensimmäisen kuukauden aikana tai että sitä voidaan pienentää tehokkaasti elinympäristön puhdistustoimilla. Mikäli ympäristön saastuminen on sellainen, että altistus ei pienene ensimmäisten kuukausien aikana edes puhdistustoimilla, on syytä harkita väestön evakuointia alueelta (luku 3.1.7).

**Annoskriteeri sisälle suojautumisen ja ulkona olon rajoittamisen lopettamiselle:**

Suojautumattomalle henkilölle arvioidaan kertyvän alle 10 milliSv säteilyannos kuukauden aikana.

**Ohjeellinen toimenpidetaso sisälle suojautumisen sekä ulkona olon rajoittamisen lopettamiselle:**

– ulkoisen säteilyn annosnopeus on pienempi kuin 10 mikroSv/h

tai

– voimakkaiden gamma- ja beetasäteilijöiden laskeuma on pienempi kuin 1 000 000 Bq/m<sup>2</sup>,

tai

– alfasäteilijöiden laskeuma on pienempi kuin 10 000 Bq/m<sup>2</sup>.

Sisälle suojautumisen lopettamisen yhteydessä voidaan tarvita monia muita altistusta vähentäviä toimia. Ohjeen luvuissa 3.1.8 ja 3.2.1 on kuvattu näitä toimia ja niiden perusteita.

### 3.1.4 Kulkurajoitukset jälkivaiheessa

Kulkurajoituksilla tarkoitetaan niitä toimia, joilla pääsy vaara-alueelle rajoitetaan vain välttämättömien tehtävien hoitamiseen. Kulkurajoitukset koskevat tie- ja raideliikennettä, vesiliikennettä sekä lentokenttiä. Kulkurajoituksia on mahdollisesti tarvittu jo tilanteen varhaisvaiheessa. Rajoituksia tarkennetaan sitä mukaa, kun kuva laskeumatilanteesta tarkentuu.

**Kriteeri kulkurajoituksille:**

Alueille, joille on määrätty sisälle suojautuminen (3.1.3) tai evakuointi (3.1.7) on syytä määrätä samanlaisesti myös kulkurajoitus.

Kulkurajoitusalueelle on sallittu ainoastaan välttämätön pääsy, esimerkiksi pelastustoimintaan, ruokahuoltoon ja muuhun yhteiskunnan tärkeään toimintoon liittyvä kulku sekä kulku kiireellisiä puhdistustoimia, evakuointeja ja onnettomuuden hallintaa varten. Alueella olo tulee rajoittaa mahdollisimman lyhyeksi. Siirryttäessä alueelta pois on järjestettävä kulkuneuvojen ja henkilöiden

mittaukset ja puhdistukset.

Poikkeuksena edellisestä on välttämätön kauttakulku saastuneen alueen läpi. Rautatiekuljetusten osalta vaihtoehtoisia reittejä ei aina ole. Kauttakulku täytyy toteuttaa suunnitellusti siten, että se on mahdollisimman lyhytaikainen ja että on järjestetty kulkuneuvojen saastumisen mittaus ja tarvittaessa puhdistus. Mikäli kulku vesitse on mahdollista, on se muuta liikennettä suositeltavampaa, koska ulkoisen säteilyn annosnopeus vesialueilla on alhainen vaikka maa-alueet olisivatkin voimakkaasti saastuneita. Sellaisia tiealueita, jotka on puhdistettu, voidaan käyttää tärkeisiin kuljetuksiin, vaikka ne kulkisivat vaara-alueen läpi.

Alueilla, joilla siirrytään sisälle suojautumisesta ulkona olon rajoittamiseen, on myös syytä siirtyä samanaikaisesti kulkurajoituksista kulun ohjaamiseen (3.1.5).

**Kriteeri kulkurajoitusten muuttamiseksi kulun ohjaamiseksi:**

Alueilla, joilla siirrytään sisälle suojautumisesta ulkona olon rajoittamiseen (3.1.2), on syytä siirtyä samanaikaisesti kulkurajoituksista kulun ohjaamiseen.

### 3.1.5 Kulun ohjaaminen varotoimialueella jälkivaiheessa

Varotoimialueella, jolla on voimassa ulkona olon rajoittaminen, on kulku pyrittävä ohjaamaan jo puhdistetuille reiteille. Ulkona olon rajoittamisen aikana pyritään käynnistämään yhteiskunnan tärkeitä toimintoja ja palveluita, kuten terveydenhuoltoa, elintarvikeliikkeitä ja välttämättömiä joukkoliikenteen palveluita, mitkä edellyttävät alueella liikkumista. Tällöin liikenne ohjataan sellaisille reiteille, joiden varrelle voidaan järjestää mittaus- ja puhdistuspaikat (ihmisten puhdistus luku 3.1.10, puhdistuspaikat kohta 3.2.1.6.). Edellä mainittu koskee myös lentokenttiä, satamia ja räjähälytyspisteitä.

**Kriteeri kulun ohjaamiselle:**

Alueille, joille on määrätty ulkona olon rajoittaminen (3.1.2) on syytä samanaikaisesti toteuttaa myös kulun ohjaamista.

### 3.1.6 Kulkurajoitusten ja kulun ohjaamisen lopettaminen

Kulkurajoituksia, kulun ohjaamista tai puhdistuspisteitä ei enää tarvita, kun sisälle suojautuminen ja ulkona olon rajoittaminen on purettu.

**Kriteeri kulkurajoitusten ja kulun ohjaamisen lopettamiselle:** Alueilta, joilta puretaan sisälle suojautuminen ja ulkona olon rajoittaminen (3.1.3), on syytä samanaikaisesti purkaa myös kulkurajoitukset ja kulun ohjaaminen.

### 3.1.7 Evakuointi jälkivaiheessa

#### 3.1.7.1 Yleistä evakuoinnista

Väestön evakuoinnilla tarkoitetaan viranomaisten johdolla tapahtuvaa väestön tai sen osan siirtämistä tai ohjeiden mukaista omatoimista poistumista saastuneelta alueelta turvalliselle alueelle<sup>7</sup>. Ihmisten oma-aloitteinen siirtyminen ei sisälly evakuointikäsitteeseen. Kuitenkin oma-aloitteinen siirtyminen pois vaaralliseksi koetulta alueelta on otettava huomioon valmiussuunnitelmissa, kuten vastaanottopisteiden perustamisessa.

Evakuointi tehdään suunnitelmallisesti ja siten, että ihmisten saastuminen evakuoitaessa on mahdollisimman vähäistä. Evakuoitaville pitää antaa ohjeet mukaan otettavista tavaroista. Lisäksi evakuoitaville on annettava ohjeet siitä, millaiseen tilaan asunto jätetään poistuttaessa. Evakuoitavat ihmiset on siirrettävä riittävän kauas alueelle, jossa ei tarvita suojelutoimia.

Evakuointeja täydentävät tarvittaessa muut siirrot, kuten tuotantoeläinten, laitosten ja elinkeinoelämän organisaatioiden siirrot. Väestön lyhytkestoisen evakuoinnin ja väliaikaisen siirron aikana on huolehdittava alueen yhteiskunnan tärkeän infrastruktuurin ylläpidosta (kuten sähkö-, vesi- ja viemäriverkostot) sekä evakuoituille alueille jäävistä tuotantoeläimistä.

**Väestön evakuoinnilla** tarkoitetaan tässä ohjeessa evakuointia, jonka oletuskesto on noin viikosta muutamaan kuukauteen, **väliaikaisella väestönsiirrolla** evakuointia, jonka kesto on muutamista kuukausista noin kahteen vuoteen, ja **pysyvällä uudelleen asuttamisella** evakuointia tilanteessa, jossa on oletettavaa, että aluetta ei saada palautettua asuttavaan kuntoon.

Evakuoinnin lähtökohtana on, että siirto olisi mahdollisimman lyhytaikainen. Evakuoitettuja alueita pyritään puhdistamaan asuinkelpoisiksi niin nopeasti kuin mahdollista. Päätökseen siirtää väestö tai väestönosa pitkäksi aikaa tai pysyvästi pois saastuneelta alueelta vaikuttavat säteilytilanteen ohella myös muut tekijät ja yhteiskunnassa vallitsevat olosuhteet.

Väestönsiirrot vaikuttavat voimakkaasti ihmisten elämään. Väestönsiirron sijaan voidaan tukea saastuneella alueella asumista ja elinkeinotoiminnan jatkamista tekemällä alueelle tarkkaan kohdistettuja puhdistustoimia ja käyttörajoituksia sekä varmistamalla, että alueella on saatavilla tarpeelliset palvelut. Kuitenkin alueen puhdistamisen ajaksi voi olla tarkoituksenmukaista toteuttaa lyhytkestoinen evakuointi.

---

<sup>7</sup> Sisäasiainministeriön ohje (SM-2003-01781/Tv-31)

### 3.1.7.2 Evakuointi

Evakuointi voidaan toteuttaa myös kriteerejä pienemmillä tasoilla, jos se on nopeasti ja helposti toteutettavissa, esimerkiksi kun kyseessä on pieni ihmisjoukko. Korkeamman kriteerin käyttö voi olla tarkoituksenmukaista tapauksissa, joissa evakuoinnin toteutus on vaikeaa esimerkiksi suuren evakuoitavan väestömäärään tai kuljetuskapasiteetin puutteen takia. Evakuointia voidaan tehdä tällöin osittaisesti kohdistuen toimenpide tietyihin väestöryhmiin kuten lapsiin perheineen ja raskaana oleviin.

**Annoskriteeri evakuoinnille:**

Suojautumattomalle henkilölle arvioidaan kertyvän yli 20 milliSv säteilyannos ensimmäisen viikon aikana.

**Ohjeellinen toimenpidetaso evakuoinnille:**

Jos seuraavat säteilytasot ylittyvät kauemmin kuin kaksi vuorokautta

- ulkoisen säteilyn annosnopeus on suurempi kuin 100 mikroSv/h,

tai

- voimakkaiden gamma- ja beetasäteilijöiden laskeuma on yhteensä suurempi kuin 10 000 000 Bq/m<sup>2</sup>,

tai

- alfasäteilijöiden laskeuma on suurempi kuin 100 000 Bq/m<sup>2</sup> olettaen, että alfasäteilijät ovat pinnassa irtoavassa muodossa.

### 3.1.7.3 Väliaikainen väestönsiirto ja pysyvä uudelleen asuttaminen

Väliaikaisen väestönsiirron ja pysyvän uudelleen asuttamisen sekä niiden keston pitää perustua sekä mitatun laskeuman aiheuttamaan säteilyaltistukseen että arvioihin muun muassa yhteiskunnallisista, psykologisista ja taloudellisista haittavaikutuksista. Uudelleen asuttamisessa huomattavia kustannuksia ja muita haittoja aiheutuu esimerkiksi asuntojen, koulujen, terveydenhoidon, työpaikkojen ja muun infrastruktuurin järjestämisestä ja/tai rakentamisesta.

Säteilyvaaratilanteessa toteutettu lyhytkestoiseksi tarkoitettu evakuointi voidaan muuttaa pitempikestoiseksi väliaikaiseksi väestönsiirroksi tai asuttaa väestö pysyvästi puhtaalle alueelle, jos osoitetaan, että säteilytaso evakuoidulla alueella ei laske tarpeeksi nopeasti hyväksyttävälle tasolle.

Väliaikaisen väestönsiirron kesto voi olla muutamista kuukausista noin kahteen vuoteen. Väliaikainen väestönsiirto voidaan aloittaa myös viikkoja vaaratilanteen alkamisen jälkeen, vaikka säteilytilanne ei aikaisemmin ole edellyttänyt evakuointia. Tällöin ensimmäisten viikkojen aikana saatava



altistus ei ole ollut niin suuri, että se olisi edellyttänyt evakuointia (luku 2.1.4), mutta pitkällä aikavälillä kertyvä altistus olisi huomattava. Väestön väliaikaista siirtoa on tarpeen harkita, jos alueen puhdistustoimista huolimatta suojautumattomalle henkilölle arvioidaan kertyvän yli 10 milliSv säteilyannos yhden kuukauden aikana.

**Annoskriteeri väestön väliaikaiselle siirrolle:**

Suojautumattomalle henkilölle arvioidaan kertyvän yli 10 milliSv säteilyannos yhden kuukauden aikana ensimmäisen kuukauden jälkeen.

**Ohjeellinen toimenpidetaso väestön väliaikaiselle siirrolle:**

– ulkoisen säteilyn annosnopeus elinympäristössä on alueen puhdistustoimista huolimatta keskimäärin suurempi kuin 10 mikroSv/h,

tai

– voimakkaiden gamma- ja beetasäteilijöiden laskeuma elinympäristössä on alueen puhdistustoimista huolimatta suurempi kuin 1 000 000 Bq/m<sup>2</sup>,

tai

– alfasäteilijöiden laskeuma elinympäristössä on alueen puhdistustoimista huolimatta suurempi kuin 10 000 Bq/m<sup>2</sup> ja nämä ovat sellaisten materiaalien pinnassa, josta ne voivat kulkeutua hengitysilmaan (esim. hiekkapinta).

Väestön pysyvää uudelleen asuttamista tarvitaan tilanteessa, jossa on oletettavaa, että alueen säteilytasoa ei saada laskettua pysyvästi hyväksyttävälle tasolle. Uudelleen asuttaminen on tarpeen, jos annoskriteerin arvioidaan ylittyvän. Pysyvä uudelleen asuttaminen on tarpeen myös, jos tilanteesta arvioidaan kertyvän useamman vuosikymmenen aikana yli 1000 milliSv säteilyannos.

**Annoskriteeri väestön pysyväälle uudelleen asuttamiselle:**

Suojautumattomalle henkilölle arvioidaan kertyvän yli 50 milliSv säteilyannos vuodessa vielä yli vuosi tapahtuman jälkeen.

**Ohjeellinen toimenpidetaso väestön pysyväälle uudelleen asuttamiselle:**

– esimerkiksi ulkoinen annosnopeus on elinaikana pysyvästi luokkaa 2 mikroSv/h tai sitä suurempi.

### 3.1.7.4 Evakuoinnin ja väliaikaisen väestönsiirron lopettaminen

Evakuointi tai väliaikainen väestönsiirto voidaan lopettaa ja väestö voi palata takaisin alueelle, kun suojautumattoman henkilön säteilyannoksen arvioidaan jäävän pienemmäksi kuin 10 milliSv ensimmäisen kuukauden aikana alueelle paluun jälkeen ja annoksen ennakoitaan pienenevän nope-

asti esimerkiksi puhdistustoimien tai radioaktiivisen hajoamisen vuoksi. Kuitenkin on syytä varmistua, että vuoden aikana saatava annos tulee jäämään alle 20 milliSv:n, kun otetaan huomioon kaikkien suojelutoimien, kuten ympäristön puhdistustoimien, vaikutukset.

**Annoskriteeri evakuoinnin tai väliaikaisen väestönsiirron lopettamiselle:**

Suojautumattomalle henkilölle arvioidaan kertyvän alle 10 milliSv säteilyannos ensimmäisenä kuukautena paluun jälkeen sekä koko vuoden aikana alle 20 milliSv.

**Ohjeellinen toimenpidetaso evakuoinnin tai väliaikaisen väestönsiirron lopettamiselle:**

- elinympäristössä ulkoisen säteilyn annosnopeus on keskimäärin pienempi kuin 10 mikroSv/h ja sen odotetaan pienenevän nopeasti tai
  - voimakkaiden gamma- ja beetasäteilijöiden laskeuma elinympäristössä on yhteensä selvästi pienempi kuin 1 000 000 Bq/m<sup>2</sup> ja lisäksi laskeuman määrä pienenee nopeasti
- tai
- alfasäteilijöiden laskeuma elinympäristössä on pienempi kuin 10 000 Bq/m<sup>2</sup> ja lisäksi laskeuman määrä pienenee nopeasti.

### 3.1.8 Ihmisten omatoiminen altistuksen pienentäminen

Saastuneella alueella olevat henkilöt voivat omatoimisesti pienentää altistusta kotona, työpaikoilla ja muissa tiloissa. Kotien lisäksi on kiinnitettävä huomiota julkisiin tiloihin ja erityisesti päiväkotihin, kouluihin ja muihin tiloihin, joissa oleskelee lapsia ja nuoria.

Huolellisella peseytymisellä vähennetään iholle tai hiuksiin joutuneita radioaktiivisia aineita. Erityisen tärkeää on usein toistuva käsien pesu, jolla estetään radioaktiivisten aineiden päätyminen käsiin kautta suuhun. Vaatteet, myös sisätiloissa käytetyt, on syytä pestä normaalia useammin. Tilanteen aikana väestölle on syytä antaa asiassa tarkempia ohjeita. Esimerkkejä toimista altistuksen pienentämiseksi on liitteessä 4.

### 3.1.9 Saastuneella alueella työskentelevien ja ulkona olevien suojeleminen

#### 3.1.9.1 Onnettomuuden seurauksia lieventävät ja muut välttämättömät työt

Säteilyvaaratilanteen jälkivaiheessa ei yleensä ole tarvetta toteuttaa sellaisia kiireellisiä suojelutoimia, joiden seurauksena säteilyvaaratyöntekijät tai -avustajat voisivat saada yli 20 milliSv:n annoksen. Poikkeuksena tästä voi olla esimerkiksi säteilylähteeseen liittyvä onnettomuus tai tahallinen teko, jossa säteilyvaaratilanteen varhaisvaihetta ei ole tai se on erittäin lyhyt. Työntekijöiden säteily-

suojelua kiireellisissä suojelutoimissa on käsitelty luvussa 2.3.

Jälkivaiheen suojelutoimien tekemiseen, onnettomuuden seurausten lieventämiseen sekä muihin välttämättömiin töihin osallistuvat työntekijät voivat altistua säteilylle väestöä enemmän. Tällaisia töitä tekevät henkilöt ovat myös jälkivaiheessa säteilyvaaratyöntekijöitä tai -avustajia ja heidän säteilysuojeluunsa sovelletaan luvun 2.3 mukaisia ohjeita.

Onnettomuuden seurauksia lieventäviä töitä ovat jälkivaiheessa esimerkiksi sisätilojen ja ympäristön puhdistaminen, onnettomuuslaitoksen ja rakennusten korjaaminen ja puhdistaminen, saastuneen alueen vartiointi, kulunvalvonta kulkurajoitusalueella, säteilytilanteen kartoitus ja muu mittaustoiminta sekä puhdistuksessa syntyvien jätteiden käsittely ja hävittäminen.

Muita välttämättömiä töitä ovat esimerkiksi sosiaali- ja terveydenhuoltopalveluiden järjestäminen sekä järjestyksen ylläpito. Niihin lukeutuvat myös muut yhteiskunnan elintärkeän infrastruktuurin ylläpitotyöt kuten sähkö-, elintarvike- ja vesihuolto.

Toimet, erityisesti laajemmat puhdistustoimet, voivat jatkua senkin jälkeen, kun valtioneuvosto on tehnyt päätöksen säteilyvaaratilanteen päättämisestä. Päätöksen myötä siirrytään pitkän aikavälin toipumisvaiheeseen. Tällöin esimerkiksi puhdistustoimia tekeviin henkilöihin sovelletaan normaali-tilanteen työntekijöiden säännöksiä. Henkilöt, jotka voivat saada tässä työssä yli 1 millisv annoksen vuodessa ovat säteilylain mukaisia säteilytyöntekijöitä.

### **3.1.9.2 Työssäkäynti saastuneella alueella**

Henkilöt, jotka eivät ole säteilyvaaratyöntekijöitä tai -avustajia, mutta tekevät omaa työtään saastuneella alueella, kuuluvat säteilyvaaratilanteessa säteilysuojelun kannalta väestöön. Tällaisten saastuneella alueella työssäkävien työntekijöiden altistusta on pyrittävä rajoittamaan.

Työntekijöidensääteilyaltistusta voivat aiheuttaa sekä työympäristössä olevat radioaktiiviset aineet (esim. turvetuotanto ja jätevedenpuhdistamot) että saastuneet raaka-aineet, tuotteet, ajoneuvot ja työkonet. Altistukseen vaikuttavat myös käytettävät työmenetelmät, kuten esimerkiksi työtapa, jossa muodostuu pölyä.

Ensisijaisesti työnantajan on rajoitettava altistusta puhdistamalla työympäristöä. Tärkeätä on tunnistaa eniten altistusta aiheuttavat työvaiheet ja -menetelmät sekä kohdistaa puhdistaminen ja muut toimet sen mukaisesti.

Puhdistustoimien ja muiden työntekijöiden altistusta vähentävien toimien tavoitteena on, että las-

keuman aiheuttama annos saadaan mahdollisimman nopeasti vähennettyä niin pieneksi kuin se on mahdollista toimilla, jotka ovat kohtuullisesti toteutettavissa.

**Ohjeellinen toimenpidetaso työntekijöiden altistuksen vähentämiseksi:**

- ulkoisen säteilyn annosnopeus työympäristössä on suurempi kuin 10 mikroSv/h,
- tai
- voimakkaiden gamma- ja beetasäteilijöiden aiheuttama pintojen saastuminen on suurempi kuin 1 000 000 Bq/m<sup>2</sup>,
- tai
- alfasäteilijöiden aiheuttama saastuminen on suurempi kuin 10 000 Bq/m<sup>2</sup>, jos alfasäteilijät ovat materiaalien pinnassa mahdollisesti irtoavassa muodossa.

**Ohjeellinen toimenpidetaso työntekijöiden altistusta vähentävien toimien lopettamiseksi:**

- ulkoisen säteilyn annosnopeus työympäristössä on pienempi kuin 1 mikroSv/h,
- tai
- voimakkaiden gamma- ja beetasäteilijöiden aiheuttama pintojen saastuminen työympäristössä on pienempi kuin 100 000 Bq/m<sup>2</sup>,
- tai
- alfasäteilijöiden aiheuttama pintojen saastuminen työympäristössä on pienempi kuin 1 000 Bq/m<sup>2</sup>, jos alfasäteilijät ovat materiaalien pinnassa mahdollisesti irtoavassa muodossa.

Puhdistustoimia on syytä jatkaa näiden arvojen alapuolellakin, mikäli toimet osoittautuvat tehokkaiksi annoksen edelleen pienentämisessä. Elinympäristön puhdistamista käsitellään luvussa 3.2.1 ja jätteiden käsittelyä luvussa 3.4.

Esimerkkejä käytännön toimista, joilla työntekijöiden altistusta voidaan rajoittaa:

- rajoitetaan radioaktiivisten aineiden joutumista hengitysilmaan vähentämällä pölyämistä esimerkiksi kostuttamalla pölyävä pinta
- käytetään suoja-asuja ja hengityssuojaimia, jos työn suorittamisessa on vaara radioaktiivisen pölyn hengittämiseksi
- puhdistetaan iho tehokkaasti työn jälkeisessä pesussa
- suojavaatteiden vaihtamisella sekä pesuilla (iho ja työvälineet) estetään kontaminaation leviäminen puhtaisiin työtiloihin ja puhtaille työalueille
- radioaktiivisia aineita sisältävät materiaalit tai jätteet siirretään paikkaan, jonka välitömässä läheisyydessä ei ole tarve työskennellä tai joiden läheisyydessä työskennellään mahdollisimman lyhyitä aikoja
- työ siirretään puhdistamisen ajaksi myöhempään ajankohtaan, mikäli se on mahdollis-

ta

- jos radioaktiivisia aineita sisältävää materiaalia tai jätettä ei voida siirtää työskentelyalueista etäälle, järjestetään niin, että materiaalin tai jätteen ja työntekijän välissä on säteilyä vaimentavia rakenteita tai muita suojuksia
- työaika rajoitetaan tai jaksotetaan.

Altistusta voidaan rajoittaa myös siten, että työn tekemisen ajankohtaa lykätään. Mikäli kyseessä on sellainen työ, joka voidaan tehdä myöhempänä ajankohtana ilman, että siitä aiheutuu merkittävää haittaa (esim. metsän hakkuut), on työ syytä siirtää tehtäväksi myöhemmin, jolloin ulkoisesta säteilystä aiheutuva altistus ja radioaktiivisten aineiden määrä on vähentynyt työympäristössä.

**Ohjeellinen toimenpidetaso alueella asuvien mittausten ja puhdistusten järjestämiseksi:**

- ulkoisen säteilyn annosnopeus ympäristössä on suurempi kuin 10 mikroSv/h,

tai

- voimakkaiden gamma- ja beetasäteilijöiden aiheuttama pintojen saastuminen on suurempi kuin 1 000 000 Bq/m<sup>2</sup>,

tai

- alfasäteilijöiden aiheuttama saastuminen on suurempi kuin 10 000 Bq/m<sup>2</sup>, jos alfasäteilijät ovat materiaalien pinnassa mahdollisesti irtoavassa muodossa.

### 3.1.10 Ihmisten ja asusteiden puhdistaminen

Ihmiset voivat saastua tilanteen varhaisvaiheen aikana, kun radioaktiivisia aineita on ilmassa, tai myöhemmin maahan ja pinnoille tulleesta laskeumasta. Henkilön saastuminen voidaan todeta vain säteilymittauksin. Säteilymittausten tarkoituksena säteilyvaaratilanteen jälkivaiheessa on löytää ja tunnistaa henkilöt, jotka tarvitsevat puhdistustoimenpiteitä tai hoitoa. Pidemmällä aikavälillä ihmisten mittauksia voidaan tarvita niiden henkilöiden tunnistamiseen, joiden terveydentilan pitkäaikaisseuranta on perusteltua.

Saastuneiden henkilöiden säteilyannoksen pienentämiseksi on heidän puhdistautumisensa tarpeen. Samalla estetään radioaktiivisten aineiden leviäminen puhtaalle alueelle ja muihin henkilöihin.

Jotta saastuneet henkilöt löydetään, voidaan tarvita laajaa mittausohjelmaa. Laajan laskeumatilanteen jälkeen viranomaisten on lisäksi varauduttava siihen, että henkilöitä, jotka pelkäävät olevansa saastuneita ja ovat huolestuneita terveydestään voi olla hyvin paljon.

### 3.1.10.1 Ihmisten mittaaminen

Säteilymittaukset suoritetaan ensisijaisesti henkilöille, joiden voidaan olettaa olevan eniten saastuneita. Mittaus on kuitenkin pyrittävä järjestämään kaikille mittausta haluaville, jotka ovat mahdollisesti olleet saastuneilla alueilla. Säteilymittauksia tarvitaan myös puhdistuspaikkojen yhteyteen, jotta voidaan varmistua siitä, että puhdistustoimenpiteet on saatu suoritettua riittävän tehokkaasti.

Säteilymittaukset ja puhdistusmahdollisuus on järjestettävä saastuneen ja puhtaan alueen rajan lähellä tarkoitukseen käyttötarkoitukseltaan soveltuvassa tilassa (mm. uimahallin, urheiluhallin tai koulun pesutilat). Saastuneelta alueelta vähemmän saastuneelle alueelle siirtyville henkilöille on järjestettävä asianmukaiset mittaus- ja puhdistustoimenpiteet ja -mahdollisuudet. Sama koskee tarvittaessa alueen sisällä asuvia henkilöitä. Saastuneiden henkilöiden henkilötiedot ja mittaustulokset on kirjattava.

### 3.1.10.2 Ihmisten puhdistaminen

Ihmisen iholle ja hiuksiin joutuneiden radioaktiivisten aineiden poistaminen tapahtuu ensisijaisesti peseytymällä. Ihmisten puhdistautuminen on tarpeen aina, kun yleismittarilla pystytään havaitsemaan, että mittauspaikan annosnopeus ylittyy. Mittaukset on tehtävä mahdollisuuksien mukaan puhtaalla tai mahdollisimman lievästi saastuneella alueella.

Jos henkilöstä mitataan mittauspaikan taustasäteilyn ylittävä tulos, päällimmäinen vaatekerta poistetaan ja mittaus toistetaan. Mikäli toisella mittauskerralla ylitys ei ole suurempi kuin 0,5 mikroSv/h, henkilöille annetaan ohjeet omatoimisesta peseytymisestä sekä ohjeet vaatteiden pesemisestä ja muiden asusteiden puhdistamisesta tai hävittämisestä. Jos ylitys on suurempi kuin 0,5 mikroSv/h, henkilöt ohjataan järjestettyyn peseytymispaikkaan, esimerkiksi urheilu- tai uimahallissa, jossa on puhdistuksen jälkeen mahdollisuus uusintamittaukseen.

**Ohjeellinen toimenpidetaso ihmisten omatoimiseen peseytymiseen:**

- ulkoisen säteilyn annosnopeus lähellä ihoa on yli mittauspaikan vallitsevan annosnopeuden, mutta ylitys ei ole suurempi kuin 0,5 mikroSv/h
- tai
- erikoismittarilla mitattaessa iholla todetaan olevan voimakkaita gamma- tai beetasäteilijöitä yli 2 Bq/cm<sup>2</sup>, mutta alle 1000 Bq/cm<sup>2</sup>
- tai
- erikoismittarilla mitattaessa iholla todetaan olevan alfasäteilijöitä yli 0,2 Bq/cm<sup>2</sup>, mutta alle 100 Bq/cm<sup>2</sup>.

**Ohjeellinen toimenpidetaso, jolloin henkilö ohjataan järjestettyyn peseytymispaikkaan:**

- ulkoisen säteilyn annosnopeus lähellä ihoa on enemmän kuin 0,5 mikroSv/h yli mittauspaikan vallitsevan annosnopeuden

tai

- erikoismittarilla mitattaessa iholla todetaan olevan alfasäteilijöitä yli 100 Bq/cm<sup>2</sup> tai voimakkaita gamma- tai beetasäteilijöitä yli 1000 Bq/cm<sup>2</sup>.

Järjestetyssä peseytymispaikassa tehdään peseytymisen jälkeen mittaus ja tarvittaessa pesu toistetaan. Jos mitattu annosnopeus ei enää pienene, puhdistuksen voi lopettaa. Jos puhdistuksesta huolimatta annosnopeus ei pienene alle 1 mikroSv/h, on tarpeen selvittää saastumisen luonne kuten se, onko kyseessä sisäinen altistus. Säteilyturvakeskuksen antamien ohjeiden avulla tehtävien eriteja ja kokokehomittauksien avulla arvioidaan sisäisen altistuksen määrää ja laatua sekä henkilön mahdollista hoitotarvetta.

Ne henkilöt, jotka ovat olleet hyvin vakavasti saastuneita ennen puhdistusta, on lähetettäväpuhdistuksen jälkeen lisätutkimukseen terveysvaikutusten arviointia varten sekä mahdollista lisäpuhdistusta varten. Hyvin vakava saastuminen lisää ihovaurion riskiä. Lisäksi se lisää merkittävässä määrin riskiä sisäisestä altistuksesta eli radioaktiivisten aineiden joutumisesta suuhun käsien kautta.

**Ohjeellinen toimenpidetaso, jolloin henkilö on lähetettävä lisätutkimuksiin:**

- ulkoisen säteilyn annosnopeus lähellä ihoa on enemmän kuin 2 mikroSv/h yli mittauspaikan vallitsevan annosnopeuden ennen puhdistusta

tai

- erikoismittarilla mitattaessa iholla on alfasäteilijöitä yli 1 000 Bq/cm<sup>2</sup> tai voimakkaita gamma- tai beetasäteilijöitä yli 10 000 Bq/cm<sup>2</sup> ennen puhdistusta

Esimerkiksi jos iholla on strontium-90:ä 10 000 Bq/cm<sup>2</sup>, siitä aiheutuu kahdessa tunnissa ihon vuosiansosrajan (50 milliSv) ylitys. Todennäköisesti ihmiset voivat saastua vakavasti ainoastaan onnettomuuskohteessa, kuten esimerkiksi Tshernobylin reaktoripaloo sammuttaneet palomiehet, tai Fukushimaon onnettomuuslaitoksen muutamat työntekijät, tai mikäli säteilylähteen radioaktiivinen aine on joutunut suojuksen ulkopuolelle ja suoraan ihokosketukseen. Hyvin vakavasti saastuneille henkilöille, jotka ovat voineet saada yli 100 mSv kokonaisannoksen, on järjestettävä mahdollisuus pitkäaikaiseen terveydentilan seurantaan.

Jos kiireellinen sairaalahoito on muun vamman tai sairauskohtauksen vuoksi välttämätön, voidaan saastunut potilas lähettää sairaalaan puhdistamatta. Jos hoidon kannalta on mahdollista, potilas suojataan käärimällä hänet esimerkiksi huopaan, jolla estetään ambulanssin saastuminen. Sairaalaan on ilmoitettava saastuneen potilaan saapumisesta. Vakavakaan saastuminen ei estä potilaan hoitamista.

Kilpirauhasmittauksia tarvitaan arvioitaessa saatua kilpirauhasannosta. Kilpirauhasmittauksien käynnistämistä on harkittava alueella, joilla jodi-131 –pitoisuus ilmassa on ollut suurempi kuin 1000 Bq/m<sup>3</sup>. Jodi-131:n lyhyen puoliintumisajan takia mittaukset on toteutettava niin pian kuin on mahdollista, kuitenkin viimeistään kuukauden kuluessa altistuksesta, jotta altistus voidaan arvioida. Henkilöt, joilta mitataan kilpirauhasen kohdalta annosnopeus, joka ylittää mittauspaikan vallitsevan annosnopeuden yli 0,5 mikroSv/h:lla, on ohjattava tarkempiin mittauksiin. Liitteessä 5 kuvataan, miten kilpirauhasmittaukset suoritetaan.

**Ohjeellinen toimenpidetaso kilpirauhasmittausten järjestämiseen:**

- Ilman jodi-131-pitoisuus on ollut suurempi kuin 1000 Bq/m<sup>3</sup>

**Ohjeellinen toimenpidetaso, jolloin henkilö on lähetettävä kilpirauhasaltistuksen lisätutkimuksiin:**

- ulkoisen säteilyn annosnopeus kilpirauhasen kohdalla on enemmän kuin 0,5 mikroSv/h yli mittauspaikan vallitsevan annosnopeuden

### 3.1.10.3 Saastuneiden asusteiden käsittely

Saastuneet asusteet, kuten vaatteet ja kengät, aiheuttavat käyttäjälleen altistusta ja radioaktiivisia aineita voi levitä niiden mukana puhtaalle alueelle. Saastuneiden henkilöiden asusteet mitataan erillään ihmisistä.

- Mikäli asusteiden pinnasta mitattu ulkoisen säteilyn annosnopeus on 0,5 – 10 mikroSv/h yli mittauspaikalla vallitsevan ulkoisen säteilyn annosnopeuden, saastuneet asusteet on pestävä tai puhdistettava huolellisesti ennen kuin ne otetaan uudelleen käyttöön. Pesuvedet ohjataan tavalliseen viemäriverkostoon.
- Mikäli asusteiden pinnasta mitattu ulkoisen säteilyn annosnopeus on suurempi kuin 10 mikroSv/h, asusteet on välittömästi suljettava muovisäkkeihin myöhempää puhdistamista tai hävittämistä varten. Tätä varten puhdistuspaikkoihin tulee järjestää puhtaita vaihtovaatteita ja -kenkiä.



### 3.2 Elinympäristöä koskevat toimenpiteet

Jälkivaiheen puhdistustoimenpiteiden ja muiden altistusta vähentävien toimien tavoitteena on, että elinympäristöstä aiheutuva, laskeumasta aiheutuva henkilön annos ei ylitä 10 milliSv ensimmäisenä vuonna ja että seuraavien vuosien altistusta saadaan mahdollisimman nopeasti vähennettyä niin pieneksi kuin mahdollista.

Elinympäristö käsittää rakennetun, viljellyn ja luonnontilaisen ympäristön. Rakennetulla ympäristöllä tarkoitetaan mm. asuin- ja liiketoiminta-alueita, teollisuusalueita, tie-, satama-, lentokenttä- ja varastoalueita, puistoja, leikkikenttiä sekä muita rakennettuja ulkoilu-alueita (esimerkiksi golfkentät, laskettelukeskukset, leirintäalueet, yleiset uimarannat). Luonnontilaisella ympäristöllä tarkoitetaan esimerkiksi metsiä, suoalueita, luonnonniittyjä, avoimia kallio- tai kivikkoalueita ja vesialueita. Viljellyllä ympäristöllä tarkoitetaan peltoja, kasvimaita ja laitumia.

Kun elinympäristöstä saatavaa annosta arvioidaan, otetaan huomioon altistus, jonka ihmiset saavat ollessaan elinympäristössä sisätiloissa ja ulkona. Sen sijaan annoksen arviointiin ei sisällytetä altistusta, joka saadaan saastuneiden elintarvikkeiden kautta eikä altistusta, joka on saatu säteilyvaaratilanteen varhaisvaiheessa.

Tässä luvussa annetut yksittäiset toimenpidetasot eivät kuitenkaan välttämättä takaa, että saastuneesta elinympäristöstä johtuva altistus jää alle 10 milliSv:n.

Viljeltyä ympäristöä koskevat toimenpiteet ovat elintarvikkeita koskevien toimenpiteiden yhteydessä luvussa 3.3.

Puhdistuksessa syntyvien radioaktiivisia aineita sisältävien jätteiden käsittelystä kerrotaan tämän ohjeen luvussa 3.4.

#### 3.2.1 Puhdistus ja muut altistusta rajoittavat toimet

Säteilyvaaratilanteen jälkivaiheessa tarvittavat puhdistustoimet voivat vaihdella. Tilanteen kannalta tarkoituksenmukaisten ja tehokkaiden puhdistustoimenpiteiden sisältö riippuu esimerkiksi levinneestä radioaktiivisesta aineesta, vuodenajasta sekä saastuneen alueen tyypistä. Puhdistustoimista ja niiden alueellisesta ja ajallisesta toteuttamisesta on tehtävä tilannetta koskeva suunnitelma (Sätl 139 § 3 mom.).

Laskeumatilanteen aikana ensisijaiset puhdistustoimet on kohdistettava sellaisiin elinympäristöihin, joissa ihmiset viettävät suuren osan ajastaan tai joissa on paljon ihmisiä. Tällaisia ovat tyypillisesti asumiseen, työskentelyyn ja palveluihin tarkoitetut rakennukset, kuten asuinrakennukset, kauppakeskukset, sairaalat, terveyskeskukset ja palveluasunnot, koulut ja päiväkodit sekä liike-, toimisto- ja teollisuusrakennukset. Puhdistustoimet kohdistetaan ensisijaisesti näiden rakennusten sisätiloihin. Teollisuusrakennusten tuotantotiloissa täytyy puhdistaa myös kaikki sellaiset rakenteet ja laitteet, joista radioaktiiviset aineet voivat kulkeutua tuotteisiin. Lisäksi tarvitaan rakennusten ulkopintojen puhdistamista sekä muun muassa teiden ja pihojen puhdistamista.

Sellaisten yleisten tilojen ja julkisten rakennusten, joissa lapset viettävät paljon aikaa tai joissa liikkuu paljon ihmisiä, kuten koulujen, päiväkotien ja kauppakeskusten, puhtaus on syytä varmistaa puhdistuksen jälkeen. Siivous pitää toistaa, jos mittauksessa todetaan yli 1 mikroSv/h ulkoinen annosnopeus.

Rakennusten sisätilojen puhdistaminen ja tuuletus on erityisen tärkeää. Tuuletus- ja puhdistustarve johtuu siitä, että radioaktiivisia aineita sisältävän pilven ylikulun aikana radioaktiivisia aineita kulkeutuu ainakin jonkin verran myös sisätiloihin huolimatta siitä, että ilman virtausreitit olisi yritetty sulkea. Sellaiset sisätilat, joissa vietetään eniten aikaa, on syytä puhdistaa erityisen tehokkaasti. Puhdistus on aloitettava mahdollisimman nopeasti saastumisen jälkeen. Tällöin altistumisaika lyhenee ja radioaktiivisten aineiden poistaminen on tehokkaampaa, kun ne eivät ehdi kiinnittyä tiukasti pintoihin. Kaikki radioaktiiviset aineet eivät välttämättä irtoa ensimmäisellä puhdistuksella. Lisäksi on mahdollista, että sisätiloihin kulkeutuu uudestaan radioaktiivisia aineita. Tämän vuoksi puhdistusta on tarpeen toistaa.

Myös kulkuvälineet sekä ulkotiloissa olleet työvälineet ja tavarat on puhdistettava. Saastuneemalta alueelta siirtyminen vähemmän saastuneelle tai puhtaalle alueelle vaatii riittävien mittaus- ja puhdistustoimintojen järjestämistä. Tämän takia saastuneemalta alueelta tuleva liikenne on ohjattava mittaus- ja puhdistuspisteisiin, joissa mitataan henkilöiden kulkuneuvojen, työkoneiden, työvälineiden ja tavaroiden saastuminen. Ihmisten puhdistusta käsitellään luvussa 3.1.10.

Elinympäristön puhdistuksessa tulee ottaa huomioon, että puhdistustyöstä voi aiheutua säteilyaltistusta. Tarvittaessa käytetään suojavaatetusta ja hengityssuojaimia, erityisesti, mikäli kyseessä on pölyävä työ. Säteilyaltistus on otettava huomioon sekä viranomaisen kehotuksesta tehtävässä että omatoimisessa puhdistuksessa.

### **3.2.1.1 Sisätilat**

Ihmisten saamaa säteilyannosta voidaan vähentää huomattavasti yksinkertaisella sisätilojen puh-

distuksella (imurointi, pintojen kostea pyyhkiminen, pesu). Sisätilojen puhdistus tehdään kuten tehokas perusteellinen siivous. Pölyviä työmenetelmiä on syytä välttää, sillä ne irrottavat pinnoilla olevat radioaktiiviset aineet uudelleen ilmaan. Tämä aiheuttaa ihon, hiuksien ja vaatteiden saastumista sekä hengityksen kautta saatavan altistuksen lisääntymistä ja radioaktiivisten aineiden leviämistä jo puhdistettuun sisätilaan.

Sisätilojen puhdistus on syytä aloittaa niistä tiloista, joissa ihmiset viettävät eniten aikaa. Vasta tämän jälkeen puhdistetaan ne tilat, joissa ei oleskella pitkiä aikoja, kuten varastot, kellarit ja ullakot.

#### **Ohjeelliset toimenpidetasot rakennusten sisätilojen puhdistukselle:**

##### Sisätilojen siivous

- ulkoisen säteilyn annosnopeus ulkona on tai on ollut suurempi kuin 1 mikroSv/h,
- tai
- voimakkaiden gamma- ja beetasäteilijöiden laskeuma ulkona on tai on ollut suurempi kuin 100 000 Bq/m<sup>2</sup>,
- tai
- alfasäteilijöiden laskeuma ulkona on tai on ollut suurempi kuin 1 000 Bq/m<sup>2</sup>, jos nämä ovat materiaalien pinnassa poistettavassa muodossa.

##### Sisätilojen kaikkien pintojen perusteellinen puhdistus

- ulkoisen säteilyn annosnopeus ulkona on tai on ollut suurempi kuin 10 mikroSv/h,
- tai
- voimakkaiden gamma- ja beetasäteilijöiden laskeuma ulkona on tai on ollut suurempi kuin 1 000 000 Bq/m<sup>2</sup>,
- tai
- alfasäteilijöiden laskeuma ulkona on tai on ollut suurempi kuin 10 000 Bq/m<sup>2</sup>, jos nämä ovat materiaalien pinnassa poistettavassa muodossa.

Rakennusten ilmansuodattimet on syytä vaihtaa tai puhdistaa mahdollisimman nopeasti radioaktiivisia aineita sisältävän pilven ylikulun jälkeen. Tällä estetään suodattimeen tarttuneiden radioaktiivisten aineiden irtoaminen ja kulkeutuminen sisätiloihin. Käytetty suodatin tai suodattimen puhdistusjäte pitää sulkea tiiviiseen pussiin tai säiliöön ja toimittaa tilanteessa annettavien ohjeiden mukaan erilliseen tätä tarkoitusta varten järjestettävään keräyspisteeseen. Edellä oleva koskee myös imureiden pölypusseja. Muu siivouksessa syntynyt jäte voidaan hävittää tavallisen sekajätteen mukana.

**Ohjeellinen toimenpidetaso sisätilojen puhdistuksen lopettamiseksi:**

- ulkoisen säteilyn annosnopeus ulkona on pienempi kuin 1 mikroSv/h,
- tai
- voimakkaiden gamma- ja beetasäteilijöiden laskeuma ulkona on pienempi kuin 100 000 Bq/m<sup>2</sup>,
- tai
- alfasäteilijöiden laskeuma ulkona on pienempi kuin 1 000 Bq/m<sup>2</sup>, jos alfasäteilijät ovat materiaalien pinnassa mahdollisesti irtoavassa muodossa.

**3.2.1.2 Rakennetun ympäristön ulkotilat**

Rakennetun ympäristön ulkotilojen puhdistustoimien tavoitteena on, että ulkoisen säteilyn annosnopeus saadaan mahdollisemman nopeasti pienennettyä alle 10 mikroSv/h, jotta vältetään väestön pitkäaikaisen evakuoinnin tarve. Myös tämän arvon alittuessa on perusteltua tehdä puhdistustoimia. Pitkällä aikavälillä tavoitteena on, että ulkoisen säteily annosnopeus saadaan pienennettyä alle 1 mikroSv/h.

Puhdistustoimia tarvitaan kiireellisesti sellaisilla alueilla,

- jotka ovat voimakkaasti tai erittäin voimakkaasti saastuneita, mutta josta asukkaita ei ole evakuoitu
- joissa väestö on väliaikaisesti evakuoitu ja alueet on mahdollista saada nopeasti takaisin asuinkäyttöön puhdistamalla.

Puhdistustoimiin osallistuvien työntekijöiden suojelua käsitellään luvussa 3.1.9.

**Ohjeellinen toimenpidetaso rakennetun ympäristön kiireelliselle puhdistamiselle:**

- ulkoisen säteilyn annosnopeus ulkona on suurempi kuin 10 mikroSv/h,
- tai
- voimakkaiden gamma- ja beetasäteilijöiden laskeuma on suurempi kuin 1 000 000 Bq/m<sup>2</sup>
- tai
- alfasäteilijöiden laskeuma on suurempi kuin 10 000 Bq/m<sup>2</sup>, jos nämä ovat materiaalien pinnassa poistettavassa muodossa.

Puhdistustoimet aloitetaan ihmisten välittömästä elinympäristöstä eli rakennusten ulkopinnoista, kuten asuintaloista, kouluista, päiväkodeista, liikekiinteistöistä, toimistoista ja tuotantolaitoksista, sekä pihoista, puistoista, leikkikentistä, kulkuväylistä ja muista alueista, joita ihmiset joutuvat käyttämään. Ensin tehdään toimenpiteet, jotka ovat helposti ja laajasti toteutettavissa. Samoin toteutetaan kiireellisesti sellaiset puhdistustoimet, joiden tehokkuus riippuu siitä, miten pian laskeuman saapumisen jälkeen ne toteutetaan. Tällaisia ovat esimerkiksi lumen poisto ja leikatun ruohon kerääminen.

Rakennetulla alueella puhdistettavat pinnat vaihtelevat sekä pinnan laadun että pintojen koon mu-

kaan huomattavasti. Karkeasti pinnat voidaan jaotella seuraavasti:

- rakennusten ulkopinnat
- tiet, kadut ja muut peitetyt alueet, mm. asfaltoidut, laatoitetut, hiekkapäällysteiset, kiveytyt alueet
- maa- ja viheralueet (nurmikot, hiekkapinnat, hoitamattomat taajama-alueet)
- puut ja pensaat.

Liitteessä 6 listataan puhdistusmenetelmiä ja niiden valintaan vaikuttavia tekijöitä sekä huomioita toimenpiteiden sopivuudesta, aikataulutuksesta ja puhdistuksessa syntyvästä jätteestä. Liitteessä 7 esitetään esimerkkejä muista elinympäristöä koskevista toimista, joilla voidaan vähentää saastuneesta ympäristöstä ihmisille aiheutuvaa altistusta.

### 3.2.1.3 Luonnontilainen ympäristö

Luonnontilaisen ympäristön puhdistaminen ei yleensä ole tarkoituksenmukaista. Säteilyaltistuksen välttämiseen käytetään tällöin alueen käytön rajoituksia (ks. luku 3.2.2).

### 3.2.1.4 Kulkuneuvot ja työkoneet

Ulkona olleet kulkuneuvot ja työkoneet saastuvat samoin kuin ympäristö, minkä vuoksi ne pitää pestä ennen käyttöönottoa.

#### **Ohjeellinen toimenpidetaso kulkuneuvojen ja työkoneiden puhdistukselle:**

- ympäristön ulkoinen annosnopeus on suurempi kuin 10 mikroSv/h,  
tai
- voimakkaiden gamma- ja beetasäteilijöiden laskeuma ympäristössä on suurempi kuin 1 000 000 Bq/m<sup>2</sup>,  
tai
- alfasäteilijöiden laskeuma ympäristössä on suurempi kuin 10 000 Bq/m<sup>2</sup> ja nämä ovat materiaalien pinnassa poistettavassa muodossa.

Saastuneilla alueilla käytettävät kulkuneuvot sekä saastuneiden materiaalien käsittelyssä käytettävät työkoneet ja työvälineet on puhdistettava säännöllisin väliajoin. Tällä toimenpiteellä vähennetään ennen kaikkea kulkuneuvossa tai työkoneessa olevan tai työvälinettä käyttävän henkilön altistusta. Kulkuneuvoissa ja työkoneissa aktiivisuutta kertyy erityisesti lokasuojiin, alustaan ja renkaiisiin ajettaessa saastuneilla alueilla. Kulkuneuvot, työkoneet ja työvälineet puhdistetaan vesipesulla.

Kulkuneuvot ja työkoneet, jotka tulevat saastuneelta alueelta puhtaalle alueelle pitää mitata sitä

varten perustetussa mittauspisteessä ja tarvittaessa puhdistaa. Yleensä käytössä on vain säteilyn yleismittareita, joilla mitataan ulkoisen gammasäteilyn annosnopeutta. Puhdistus on tarpeen aina, jos kulkuneuvo tai työkone on liikkunut alueella, jossa on iso kontaminaatoriski, sekä silloin, kun mittarilla pystytään havaitsemaan alueen vallitsevaan säteilytasoon verrattuna suurempi lukema. Esimerkiksi puhtaalla alueella suuruusluokka tällaiselle ylitykselle olisi noin 1 mikroSv/h. Mittaukset suoritetaan mahdollisimman läheltä mitattavaa kohdetta sitä kuitenkaan koskettamatta.

Jos puhdistustoimista huolimatta kulkuneuvon tai työkoneen pinnoilla olevista radioaktiivista aineista aiheutuva ulkoisen säteilyn annosnopeus on kulkuneuvon tai työkoneen sisällä mitattuna enemmän kuin 10 mikroSv/h yli alueen vallitsevan säteilytason, on se syytä viedä perusteelliseen puhdistukseen tilanteessa järjestettävään puhdistuspaikkaan. Esimerkiksi, jos ulkoisen säteilyn annosnopeus on kulkuneuvon tai työkoneen sisällä 10 mikroSv/h enemmän kuin ympäristössä, 200 tunnin käyttö aiheuttaa kulkuneuvossa oleville 2 milliSv:n lisäannoksen.

**Ohjeellinen toimenpidetaso kulkuneuvojen tai työkoneiden käytön rajoittamiselle:**

Kulkuneuvon tai työkoneen käyttö tulee rajoittaa vain tilapäisiin ja lyhytkestoisin ajoihin tai tehtäviin, jos

- ulkoisen säteilyn annosnopeus kulkuneuvon tai työkoneen sisällä mitattuna perusteellisen puhdistuksen jälkeen on edelleen enemmän kuin 10 mikroSv/h yli alueen vallitsevan säteilytason.

Kulkuneuvoa tai työkonetta ei pidä käyttää, jos

- ulkoisen säteilyn annosnopeus kulkuneuvon tai työkoneen sisällä mitattuna perusteellisen puhdistuksen jälkeen on edelleen enemmän kuin 100 mikroSv/h yli alueen vallitsevan säteilytason.

### 3.2.1.5 Työvälineet, tavarat ja raaka-aineet

Ulkona olleet työvälineet ja tavarat saastuvat samoin kuin ympäristö, minkä vuoksi ne pitää pestä ennen käyttöönottoa.

**Ohjeellinen toimenpidetaso työvälineiden puhdistukselle:**

- ympäristön ulkoisen säteilyn annosnopeus on suurempi kuin 10 mikroSv/h,

tai

- voimakkaiden gamma- ja beetasäteilijöiden laskeuma ympäristössä on suurempi kuin 1 000 000 Bq/m<sup>2</sup>,

tai

- alfasäteilijöiden laskeuma ympäristössä on suurempi kuin 10 000 Bq/m<sup>2</sup> ja nämä ovat materiaalien pinnassa poistettavassa muodossa.

Saastuneiden materiaalien käsittelyssä käytettävät työvälineet on puhdistettava säännöllisin väliajoin. Tällä toimenpiteellä vähennetään ennen kaikkea työvälinettä käyttävän henkilön altistusta.

Pyrkimyksenä on, että voimakkaasti saastuneelta alueelta ei tuoda vähemmän saastuneelle tai puhtaalle alueelle tavaroita ennen kuin niiden puhtaus on mittauksin todettu. Erittäin voimakkaasti saastuneelta alueelta ei tule tuoda tavaroita ennen kuin ne voidaan mitata tavaroiden mittausta varten perustetussa tarkistuspisteessä.

Ulkona suojaamattomana olleiden tavaroiden ja joissakin tapauksissa myös sisätiloissa olleiden tavaroiden pinnat ovat saastuneita. Tavarat on puhdistettava tai jos ne on pakattu, riittää, että niistä poistetaan ulommainen pakkauskerros. Mikäli puhdistus ei ole mahdollista tai puhdistuksen jälkeen tavarain aiheuttama ulkoinen annosnopeus on tavarain pinnalla yli 1 mikroSv/h, on tavarat mahdollisuuksien mukaan suojattava muovilla ja niiden käytettävyys tulee arvioida tapauskohtaisesti erikseen. Muovilla estetään saastumisen leviäminen tavaroista niitä liikutellessa.

Jos ulkoisen säteilyn annosnopeus tavarain pinnalla on yli 100 mikroSv/h, tavarat pitää varastoida väliaikaisesti sellaiseen paikkaan, jossa ne eivät aiheuta työntekeijöille tai muille lisäaltistusta.

#### **3.2.1.6 Puhdistuspaikat**

Saastuneen alueen ja puhtaan alueen rajan läheisyyteen on perustettava kulkuneuvojen, työkonien, työvälineiden ja tavaroiden puhdistuspaikkoja. Myös saastuneelle alueelle on syytä perustaa tarpeen mukaan puhdistuspaikkoja työkonien ja ajoneuvojen varten. Puhdistuspaikoiksi soveltuvat vain sellaiset paikat, joissa on saatavissa riittävästi vettä pesukäyttöön ja jossa pesuvedet voidaan johtaa viemäriverkostoon. Erillistä pesuvesien säiliökeräystä ei tarvitse järjestää.

Puhdistuspaikat saastuvat ja aktiivisuutta kertyy esimerkiksi saostuskaivoihin ja jätevesipumppaamoihin. Tämän vuoksi pesupaikat on puhdistettava säännöllisin väliajoin. Puhdistustyötä säännöllisesti tekevien on suojauduttava käyttämällä puhdistettavia suoja-asuja ja hengityssuojaimia. Suoja-asut pestään ja vaihdetaan puhtaisiin säännöllisin väliajoin.

Puhdistuspaikoille on järjestävä saastuneen pakkausmateriaalin keräyspiste.

Mittaus- ja puhdistuspisteet järjestetään myös raide- ja vesiliikenteelle sopiviin paikkoihin sekä lentokentille ja valtakunnan rajan ylityspaikoille.

### 3.2.2 Maa- ja vesialueiden käyttöä koskevat rajoitukset

Säteilyvaaratilanteessa lähtökohtana on, että ihmisten elinympäristö pyritään puhdistamaan niin, että sen käyttöä ei tarvitse rajoittaa. Saastuneelle rakennetulle ja luonnontilaiselle ympäristölle voidaan kuitenkin tarvita käyttörajoituksia mikäli puhdistaminen ei ole mahdollista tai tarkoituksenmukaista. Maa- ja vesialueiden käyttörajoitukset koskevat sellaista toimintaa, joka ei ole aivan välttämätöntä, kuten vapaa-ajan liikkumista, oleskelua tai muuta virkistyskäyttöä.

Rajoitukset voivat olla ajoitukseltaan tai kestoaltaan erilaisia. Alueen käyttörajoituksia on mahdollisesti tarvittu jo tilanteen varhaisvaiheessa. Rajoituksia tarkennetaan sitä mukaa, kun kuva laskeumatilanteesta tarkentuu. On mahdollista, että joitakin rajoituksia tarvitaan monia kuukausia tai vuosia. Kun pitkäkestoista rajoituksista päätetään, korostuvat säteilysuojellisten näkökohtien lisäksi muut tekijät, kuten esimerkiksi yhteiskunnalliset, ympäristöä koskevat ja taloudelliset näkökohdat. Maa-alueiden käytön rajoitukset voivat koskea myös alueen tulevaa käyttöä esimerkiksi asuin- tai maataloustarkoitukseen. Alueen tulevaa käyttöä koskevia rajoituksia säteilyvaaratilanteen toipumisvaiheessa ei käsitellä tässä ohjeessa.

Rajoituksia voidaan poistaa tai lieventää, kun laskeuma-alueesta ja sen säteilytasoista on saatu tarkempi käsitys ja kun laskeuman aiheuttaman altistuksen on todettu olevan riittävän pieni. Laskeuman aiheuttamaa altistusta vähentää

- lyhytikäisten radioaktiivisten aineiden hajoaminen
- pintojen luontainen puhdistuminen; muun muassa sade ja tuuli poistavat radioaktiivisia aineita erilaisilta pinnoilta
- radioaktiivisten aineiden kiinnittyminen pintoihin tai kulkeutuminen syvempiin maakerrokseen; tällöin myös vaara radioaktiivisten aineiden leviämisestä pienenee
- alueiden puhdistaminen.

Alueen virkistyskäytön rajoittamisessa on otettava huomioon sekä saastumisvaara että ulkoinen säteily. Saastumisvaaralla tässä tarkoitetaan ihon, hiusten ja vaatteiden saastumista radioaktiivisilla aineilla sekä radioaktiivisten aineiden kulkeutumista esimerkiksi sisätiloihin tai puhtaalle alueelle. Lemmikkieläinten ulkoiluttamisessa on huomioitava, että ne tuovat turkissaan ja jaloissaan sisätiloihin radioaktiivisia aineita. Tämän vuoksi on syytä valita ulkoiluttamispaikat siten, että eläinten saastuminen olisi mahdollisimman vähäistä. Eläimet on mahdollisuuksien mukaan pestävä sisälle tultaessa.

Ensimmäisten kuukausien aikana saattaa olla tarve rajoittaa liikkumista alueella saastumisvaaran takia, vaikka ulkoisen säteilyn annosnopeus ei tätä edellyttäisi. Saastumisvaara vähenee suhteelli-



sen nopeasti. Saastumisvaaran vuoksi alueiden käyttörajoituksia tarvitaan todennäköisesti enintään yhden vuoden ajan.

Alueen virkistyskäyttöä koskevia rajoituksia ovat esimerkiksi:

- ihmisten liikkumisen ja ulkoilun rajoittaminen esimerkiksi luonnossa ja vapaa-ajan alueilla
- puistojen ja muiden rakennettujen virkistyspaikkojen käyttöä koskevat rajoitukset, esimerkiksi lasten leikkikentät
- kalastuksen, metsästyksen sekä luonnontuotteiden keräilyn rajoittaminen
- saastuneiden rantojen käytön rajoittaminen, esimerkiksi uimarannat.

**Ohjeellinen toimenpidetaso rakennettujen virkistyspaikkojen (esim. puistot, leikkikentät) käytön rajoittamiselle:**

- ulkoisen säteilyn annosnopeus on suurempi kuin 1 mikroSv/h,  
tai
- voimakkaiden gamma- ja beetasäteilijöiden laskeuma on yhteensä suurempi kuin 100 000 Bq/m<sup>2</sup>,  
tai
- alfasäteilijöiden laskeuma on suurempi kuin 1 000 Bq/m<sup>2</sup> ja nämä ovat materiaalien pinnassa mahdollisesti irtoavassa muodossa.

Lasten leikkikenttien käyttöä, puistossa oleskelua, yleisötapahtumia (esim. ulkoilmakonsertit, ulkoilmamessut, urheilukilpailut) ja vapaa-ajan alueiden käyttöä (esim. huvipuistot, leirintäalueet, golf-kentät, laskettelukeskukset, ulkoilureitit) koskevia rajoituksia voidaan useimmissa laskeumatilanteissa lieventää tai ne voidaan purkaa muutaman kuukauden kuluttua.

**Ohjeellinen toimenpidetaso luonnontilaisten alueiden (esim. metsät) virkistyskäytön rajoittamiselle:**

- ulkoisen säteilyn annosnopeus on suurempi kuin 10 mikroSv/h,  
tai
- voimakkaiden gamma- ja beetasäteilijöiden laskeuma on yhteensä suurempi kuin 1 000 000 Bq/m<sup>2</sup>,  
tai
- alfasäteilijöiden laskeuma on suurempi kuin 10 000 Bq/m<sup>2</sup> ja nämä ovat materiaalien pinnassa mahdollisesti irtoavassa muodossa.

Metsästämisellä ja kalastamisella, marjojen ja sienien poimimisella saatavien ja muilla tavoilla kerättävien luonnontuotteiden käytössä noudatetaan samoja aktiivisuuspitoisuusrajoja kuin muiden elintarvikkeiden käytössä (ks. luku 3.3). Vaikka luonnontuotteiden kohonneiden aktiivisuuspitoi-

suuksien takia olisi tarve rajoittaa sienestystä ja kalastusta pitemmäksikin aikaa, voidaan alueella liikkumista koskevat rajoitukset purkaa aikaisemmin.

Vesialueilla radioaktiiviset aineet laimentuvat suureen vesimäärään. Vaikka kalastusta jouduttaisiin rajoittamaan, ei tämä estä muuta virkistyskäyttöä, esimerkiksi veneilyä tai uintia. Rannalla oleskella voi kuitenkin olla tarve rajoittaa rantamaan saastumisen vuoksi.

### 3.2.3 Elinkeinotoiminta saastuneella alueella

Elinympäristön saastuminen voi vaikuttaa elinkeinotoimintaan ja antaa aiheutta ryhtyä joihinkin erityistoimiin. Tällaisia toimia voivat olla esimerkiksi tuotannon uudelleen suuntaaminen tai ääritapauksessa tuotannon rajoittaminen. Elinympäristön saastuminen voi vaikuttaa

- tuotantoon, esimerkiksi teollisuus-, metsätalous-, turve- tai biopolttoaineiden tuotantoon tai ammattikalastukseen
- muuhun elinkeinotoimintaan, esimerkiksi keskusvarastoihin sekä matkailuun ja vapaa-ajan viettoon liittyvään palvelutoimintaan.

Harkittaessa elinkeinotoiminnan jatkamista tulee ottaa huomioon työntekijöille aiheutuva altistus, tuotettavien tavaroiden tai raaka-aineiden saastuminen ja mahdollisesti asiakkaille aiheutuva altistus. Työntekijöiden altistusta käsitellään luvussa 3.1.9.2. Matkailuun ja vapaa-ajan viettoon liittyvään palvelutoimintaan sovelletaan maa- ja vesialueiden virkistyskäyttöön annettuja kriteereitä (luku 3.2.2). Maataloutta ja elintarviketuotantoa koskevia toimia käsitellään luvussa 3.3.

Elinkeinotoiminnassa tarvittavien raaka-aineiden ja tuotteiden käytön hyväksyttävyyden arvioitava erikseen ottaen huomioon raaka-aineen aktiivisuuspitoisuus, radioaktiivisten aineiden kulkeutuminen ja käyttäytyminen tuotantoprosessissa sekä lopputuotteen käyttötarkoitus. Säteilysvaaratilanteen aikana kullekin tuotteelle tulee harkita aktiivisuuspitoisuuksien tai saastuneisuuden ylärajat tuotteiden käyttötarkoituksen mukaan. Jos kyseisten rajojen alle ei päästä, voidaan hankkia raaka-aineita puhtaalta alueelta tai suunnata tuotantoa toisiin puhtaampiin tuotteisiin tai suunnata tuotteita toisiin käyttötarkoituksiin. Tapauskohtaisia ohjeita tuotteiden käytön hyväksyttävyydestä antaa Säteilys- ja turvakeskus. Tavoitteena on varmistaa, että tuotteiden jatkuvasta käytöstä saatava annos ei ylitä 1 millisv vuodessa.

Muiden valtioiden viranomaiset voivat asettaa Suomesta tuotaville tuontitavaroille Säteilys- ja turvakeskuskeskuksen ohjeellisia rajoja tiukempia puhtausvaatimuksia, vaikka altistus olisi vähäinen.

Luonnonympäristössä voidaan kuhunkin tilanteeseen sopivilla menetelmillä vähentää radioaktiivisten aineiden kulkeutumista ekosysteemistä lopputuotteisiin. Esimerkiksi metsänhoidossa puiden juurien kautta ottamia radioaktiivisia aineita voidaan vähentää lannoituksella. Puunhankinnassa hakkuuajankohdat pitää suunnitella pidemmällä aikavälillä siten, että korjuukypsät puut korjataan ennen niiden vähitellen tapahtuvaa saastumista. Raaka-aineen käyttöä voidaan suunnata esimerkiksi paperin valmistukseen (ei mekaaniseen puunjalostukseen kuten huonekalujen valmistukseen ja talonrakennukseen), jossa vain osa radioaktiivisista aineista päätyy lopputuotteeseen.

### **3.3 Elintarvikkeita, juomavettä ja rehua koskevat toimenpiteet**

Säteilyvaaratilanteessa elintarvikkeet ja niiden raaka-aineet sekä rehu voivat saastua. Saastumista voi tapahtua myös tuotannon ja käsittelyn eri vaiheissa, esimerkiksi peltoviljelyssä, kasvihuoneissa, varastoissa, tuotantolaitoksissa ja kaupoissa. Myöhemmässä vaiheessa radioaktiiviset aineet voivat kulkeutua ravintoketjussa elintarvikkeisiin.

Laskeumatilanteessa pintavesi voi saastua, mutta tällöinkin pohjavesi säilyy puhtaana, koska kulkeuma pintavedestä pohjaveteen on erittäin hidasta ja vesi suodattuu maakerroksissa. Vesijohtoveden puhtaus varmistetaan vedenkäsittelyn aikana. Saastunutta vettä voi käyttää edelleen talousvetenä esimerkiksi peseytymiseen. Vettä voi käyttää myös juomavetenä, jos puhdasta vettä ei ole käytettävissä. Jos vedenkäytölle tarvitaan rajoituksia, ovat ne todennäköisesti lyhytaikaisia.

Elintarvikkeille ja rehulle on asetettu Euroopan Unionin alueella aktiivisuuspitoisuusrajat, joiden ylittyessä kyseisiä tuotteiden ei saa myydä. Liitteessä 8 on esitetty elintarvike- ja rehu tuotannon sekä vesihuollon toimenpiteitä, joilla voidaan pienentää tuotteisiin päätyvien radioaktiivisten aineiden määriä säteilyvaaratilanteessa. Toimenpiteiden valinnassa, niiden toteutuksessa ja ajoituksessa otetaan huomioon myös muut tekijät kuin elintarvikkeista saatavan altistuksen vähentäminen (ks. luku 1.5).

Elintarvikkeista saatavaa altistusta voidaan joutua pienentämään antamalla tiukempia myynti- ja käyttörajoituksia kuin mitä elintarvikkeiden aktiivisuuspitoisuusrajat edellyttävät. Tämä on tarpeen, jos muiden altistusreittien kautta saatavaa kokonaisannosta ei saada pienennettyä hyväksyttävälle tasolle muilla toimilla, kuten ympäristön puhdistustoimilla.

Elintarvikkeiden ja rehun sisältämien radioaktiivisten aineiden määrästä on varmistuttava ennen tuotteiden markkinoille saattamista. Radioaktiivisten aineiden määrät voidaan mitata tai arvioida alueen laskeumatilanteen perusteella huomioiden radioaktiivisten aineiden kulkeutuminen elintarvikkeisiin ja rehuun. Mittaaminen ja arviointi ovat toisiaan täydentäviä mutta tehtyjen arviointien

luotettavuus on varmennettava mittauksin. Tuotteet, joissa rajat ylittyvät tai joita ei muuten kelpuuteta käyttöön niiden sisältämien radioaktiivisten aineiden vuoksi, on käsiteltävä jätteenä (ks. luku 3.4), jollei kyseisille tuotteille löydy hyötykäyttöä.

### **3.3.1 Elintarvikkeiden, juomaveden ja rehun aktiivisuuspitoisuusrajat**

#### **3.3.1.1 Elintarvikkeiden ja juomaveden pitoisuusrajat EU:n alueella**

##### *Pitoisuusrajojen voimaan saattaminen*

Laskeumatilanteessa voidaan tarvita elintarvikkeiden käyttöä koskevia rajoituksia. EU:n komissiolla on toimivalta määrätä otettavaksi käyttöön ennakkoon vahvistetut elintarvikkeiden ja juomaveden sisältämien radioaktiivisten aineiden pitoisuusrajat. Kun komissio määrää pitoisuusrajat otettavaksi käyttöön, ovat jäsenvaltiot velvolliset toimimaan niiden mukaan. Pitoisuusrajoja sovelletaan EU-maiden sisäisessä kaupassa eikä pitoisuusrajoja ylittäviä elintarvikkeita saa viedä maasta. Rajoja sovelletaan myös elintarvikkeiden tuontiin EU-alueelle silloin jos asiasta ei ole erikseen toisin säädetty. Pitoisuusrajat on esitetty taulukossa I.

EU:n toimivaltaan kuuluvia pitoisuusrajoja voidaan tilanteen niin vaatiessa muuttaa ja niiden voimassaoloajasta säätää EU:n neuvoston päätöksellä. Usean vuoden ajan kestävässä tilanteessa pitoisuusrajoja voidaan tiukentaa, kun se on mahdollista ja järkevää. Pitoisuusrajojen nostaminen voi olla tarpeen, jos säteilyvaaratilanteessa on lisäksi elintarvikehuoltoon kohdistuva muu laaja kriisitilanne. Pitoisuusrajaa voidaan nostaa myös, kun kyse on yksittäisestä, vähän käytettävästä elintarvikkeesta.

Jos Euroopan Unioni ei ole määrännyt elintarvikkeiden käyttöä koskevia rajoituksia, voidaan rajoituksista päättää kansallisesti. Tällöin huomioidaan muun muassa elintarvikehuollon turvaaminen, puhtaiden elintarvikkeiden saantimahdollisuudet ja elintarviketuotantoon liittyvät sosiaaliset ja taloudelliset tekijät. Tällöin voidaan ottaa EU:ssa pitoisuusrajoja vastaavat pitoisuusrajat kansallisesti käyttöön, vaikka komissio ei ole määrännyt niitä käyttöön otettavaksi.

##### *Elintarvikkeiden ja juomaveden pitoisuusrajat*

FAO:n ja WHO:n Codex Alimentariuksessa (CODEX STAN 193-1995, amended 2018) tavoitteena on, että elintarvikkeista saatava kokonaisaltistus ensimmäisen vuoden aikana onnettomuuden jälkeen on alle 1 milliSv. Tähän päästään, jos ensimmäisenä vuonna saastuneiden, lähellä pitoisuusrajoja olevien elintarvikkeiden osuus kokonaiskulutuksesta on 10 % ja puhtaiden tai lähes puhtaiden 90

%. Tämän vuoksi taulukossa I olevat yksittäiset pitoisuusrajat eivät takaa sitä, että elintarvikkeista saatava kokonaisaltistus jää alle 1 milliSv:n. Liitteessä 9 on taulukko suomalaisten keskimääräisestä vuosittaisesta elintarvikkeiden kulutuksesta.

Jos olosuhteet ovat niin vaikeat, että 1 milliSv:n annos ylittyy, pyritään siihen, että altistus ensimmäisenäkin vuonna jää joka tapauksessa alle 10 milliSv:n.

Taulukossa I esitetään EU-alueella myytävien elintarvikkeiden aktiivisuuspitoisuusrajat. Nestemäisten elintarvikkeiden pitoisuusrajoja on hyvä soveltaa myös juomaveteen, vaikka EU-lainsäädäntö ei tätä edellytäkään.

**Taulukko I. Elintarvikkeiden pitoisuusrajat**<sup>8</sup>

Radionuklidit <sup>a</sup>	Aktiivisuuspitoisuus, Bq/kg		
	Vauvan ruoka	Maitotuotteet ja nestemäiset elintarvikkeet	Muut elintarvikkeet <sup>b</sup>
Strontium-isotoopit yhteensä	75	125	750
Jodi-isotoopit yhteensä	150	500	2 000
Plutonium- ja transplutonium-isotoopit yhteensä	1	20	80
Yhteensä muut radionuklidit <sup>c</sup> , joiden puoliintumisaika on yli 10 vrk, esim. cesium-134 ja cesium-137	400	1 000	1 250

<sup>a</sup> Eri radionuklidiryhmille määritellyt aktiivisuuspitoisuudet eivät ole toisistaan riippuvaisia. Kutakin sovelletaan erikseen.

<sup>b</sup> Tietyille vähän käytetyille elintarvikkeille, esim. joillekin mausteille, voimaan saatettavat pitoisuudet ovat kymmenen kertaa korkeammat kuin tämän taulukon arvot peruselintarvikkeille.

<sup>c</sup> Ei koske hiili-14, kalium-40 ja tritiumia

Tšernobylin onnettomuuden vuoksi on EU:n ulkopuolisista maista tuotaville elintarvikkeille säädetty EU:ssa erilliset pitoisuusrajat. Nämä samat rajat ovat voimassa myös Suomessa myynnissä oleville luonnontuotteille. Fukushima onnettomuuden jälkeen Japanista tuotaville elintarvikkeille on säädetty omat pitoisuusrajansa. EU:n ulkopuolisista maista tuotavien elintarvikkeiden pitoisuusrajat esitetään liitteessä 10.

<sup>8</sup> Neuvoston asetukset (Euratom) N:o 3954/87 ja (Euratom) N:o 2218/89, neuvoston asetukset (ETY) N:o 2219/89

### 3.3.1.2 Elintarvikkeiden kansainvälinen kauppa EU:n ulkopuolisten maiden kanssa

Elintarvikkeiden kansainvälisessä kaupassa noudatetaan Codex Alimentariuksen pitoisuusrajojen suositusarvoja (taulukko II), jos kansallinen tai EU-maiden yhteinen elintarvikelainsäädäntö ei muuta edellytä. Rajat koskevat sekä vienti- että tuontikauppaa. Elintarvikkeiden viennissä on noudatettava kohdemaan säädöksiä.

Codex Alimentarius -rajoja ei alenneta myöhempinäkään vuosina, koska oletettavaa on, että saastuneiden tuotteiden määrä kansainvälisessä kaupassa vähenee muun muassa markkinamekanismin ja elintarvikkeiden pitoisuuksia alentavien toimien takia. On todennäköistä, että saastuneiden elintarvikkeiden osuus kokonaiskulutuksesta jää selvästi alle yhden prosentin.

Eri maat voivat harkita Codex Alimentarius -rajojen muuttamista kansallisesti, jos saastuneiden, lähellä pitoisuusrajoja olevien elintarvikkeiden osuus kulutuksesta on kyseisessä maassa suurempi kuin 10 %. Sellainen tilanne voi syntyä esimerkiksi hyvin laajan laskeumatilanteen vuoksi. Eri maat voivat harkita pienempää rajaa myös, jos kyseessä on paljon käytetty elintarvike kuten maito.

**Taulukko II.** Elintarvikkeiden kaupassa EU:n ulkopuolisten maiden kanssa noudatettavat Codex Alimentarius -suositusarvot.

Radionuklidit	Aktiivisuuspitoisuus, Bq/kg	
	Vauvan ruoka	Muut elintarvikkeet
Plutonium-238, plutonium-239, plutonium-240, amerikium-241 yhteensä	1	10
Strontium-90, rutenium-106, jodi-129, jodi-131, uraani-235 yhteensä	100	100
Rikki-35, koboltti-60, strontium-89, rutenium-103, cesium-134, cesium-137, cerium-144, iridium-192 yhteensä	1 000	1 000
Tritium, hiili-14, teknetium-99 yhteensä	1 000	10 000

### 3.3.1.3 Rehujen pitoisuusrajat EU-alueella

Komission päätöksellä EU:n alueella noudatettavat rehujen pitoisuusrajat esitetään taulukossa III. Rehujen pitoisuusrajojen noudattaminen ei takaa sitä, että tuotettavien elintarvikkeiden aktiivisuuspitoisuudet jäävät alle niitä koskevien pitoisuusrajojen. Jos käytettävissä ei ole riittävästi rehua, joka alittaa pitoisuusrajat, voidaan eläimen hyvinvoinnin turvaamiseksi ruokintaa täydentämään käyttää rehua, joka ylittää pitoisuusrajoja.

Pitoisuusrajoja sovelletaan EU:n sisäisessä kaupassa sekä tuontiin EU-alueelle. Jäsenvaltiot ovat velvollisia noudattamaan pitoisuusrajoja. Pitoisuusrajat ylittäviä rehuja ei saa myöskään viedä maasta. Suomessa käytetään samoja pitoisuusrajoja myös tilanteessa, jossa komissio ei ole vielä ehtinyt määrätä pitoisuusrajoja käyttöönnettäväksi.

**Taulukko III. Rehujen pitoisuusrajat (cesium-134 ja cesium-137) <sup>1)</sup>**

Eläinryhmä	Aktiivisuuspitoisuus rehussa, Bq/kg <sup>2) ja 3)</sup>
Siat	1250
Siipikarja, karitsat ja vasikat	2500
Muut	5000

<sup>1)</sup> Komission asetus (Euratom) No. 770/90

<sup>2)</sup> Näiden arvojen tarkoituksena on vaikuttaa ravintoketjuun siten, etteivät elintarvikkeiden aktiivisuuspitoisuuksien enimmäisarvot ylity; taulukossa esitetyt arvot eivät kuitenkaan yksinään pysty varmistamaan tätä kaikissa olosuhteissa, ja ne eivät poista velvoitetta tarkastaa ihmisravinnoksi tarkoitettujen eläintuotteiden aktiivisuuspitoisuuksia.

<sup>3)</sup> Näitä arvoja sovelletaan valmisrehuihin.

### 3.3.2 Elintarviketuotantoa, jatkojalostusta ja vesihuoltoa koskevat toimet ja rajoitukset

Elintarviketuotantoa, vesihuoltoa ja jatkojalostusta koskevien toimien tavoitteena on, että ihmisten käyttöön tulevat elintarvikkeiden ja veden sisältämien radioaktiivisten aineiden määrät eivät ylitä luvussa 3.1.1 annettuja pitoisuusrajoja. Varhaisvaiheessa hyvin suojattuina, esimerkiksi pakattuina olleet tuotteet, raaka-aineet ja rehu säilyvät puhtaina.

Tuotantotilojen saastuminen voi saastuttaa myös lopputuotteita tai raaka-aineita. Tämän vuoksi tuotantotilojen huolellinen puhdistus on tarpeen jopa lievästi saastuneilla laskeuma-alueilla. Pidemmällä aikavälillä elintarviketuotannossa ja jatkojalostuksessa merkittävin lopputuotteen saastumisen aiheuttaja ovat raaka-aineet. Raaka-aineita voidaan hankkia puhtaalta alueelta tai voidaan käyttää esimerkiksi korvaavaa puhdasta raaka-ainetta. Jatkojalostuksessa mahdollisuudet lopputuotteiden sisältämien radioaktiivisten aineiden määrien vähentämiseksi ovat rajalliset eikä ole taiketa siitä, että kuluttajat kelpuuttavat tuotteet käyttöön. Liitteessä 8 esitetään alkutuotantoa, jatkojalostusta ja vesihuoltoa koskevia erilaisia toimenpiteitä.

### 3.3.3 Luonnontuotteiden käyttöä ja omatarveviljelyä koskevat toimet

Säteilyturvakeskus ja elintarviketurvallisuusviranomaiset antavat kotitalouksille omatarveviljelyä ja luonnontuotteiden käyttöä koskevia ohjeita ja suosituksia. Neuvonta voi koskea elintarvikkeiden

mittausmahdollisuuksia tai esimerkiksi sellaisten kasvi-, kala-, riista- tai sienilajien käyttöä, joissa on radioaktiivisia aineita huomattavasti toisia lajeja enemmän. Luonnontuotteiden ja omatoimisen viljelyn osalta pyritään kyseisistä elintarvikkeista saatava altistus pitämään mahdollisimman pienenä.

## 4 RADIOAKTIIVISIA AINEITA SISÄLTÄVÄ JÄTE

### 4.1 Jätteen lajittelu ja sijoitusratkaisut

Radioaktiivisia aineita sisältävää jätettä voi syntyä puhdistustoimista tai hylättävistä tuotteista. Näistä ei välttämättä voida huolehtia normaalilla jätehuollolla, koska

- jätemäärät voivat olla erittäin suuria, erityisesti kun on kyse puhdistustoimista ja elintarvikkeiden käytön rajoittamisesta
- jäte voi olla laadultaan normaaliin jätehuoltoon sopimatonta (esimerkiksi maidon hävittäminen) tai poikkeavaa
- ne sisältävät niin paljon radioaktiivisia aineita, että niiden hävittäminen normaalin jätehuollon kautta ei ole säteilysuojelullisesti paras mahdollinen ratkaisu.

Radioaktiivisia aineita sisältävät jätteet on lajiteltava niiden sisältämien radioaktiivisten aineiden määrien ja jätetyypin mukaisesti. Laadultaan erityyppiset ja aktiivisuuspitoisuudeltaan eritasoiset jätteet on mahdollisuuksien mukaan pidettävä erillään toisistaan, jolloin aineksille voidaan helpommin löytää erilaisia hyötykäyttö- tai loppusijoitusratkaisuja. Mikäli kyseessä ovat esimerkiksi saastuneet tavarat, rakenteet, laitteet, materiaalit tai ainekset, erotellaan tavaroiden saastuneet osat mahdollisuuksien mukaan puhtaista. Jätteiden käsittelyn kannalta on parempi, että syntyy pienempi määrä kohtuullisen aktiivista ainesta, kuin suuri määrä vähäaktiivista jätettä.

Mahdollisesti saastuneille tavaroille ja pakkauksille on järjestettävä keräyspisteitä kontaminoituneella alueella, jossa tällaista jätettä voi syntyä.

Saastuneiden jätteiden tilapäiseen varastointiin käytettävien paikkojen on oltava sellaisia, että ne voidaan eristää ulkopuolisilta. Tilapäisvarastointipaikat tulee eristää ulkopuolisilta siten, että eristetyt alueen ulkopuolella annosnopeus ei ylitä 10 mikroSv/h. Tilapäisvarastointi on suunnitelmallisempaa ja pitkäaikaisempaa toimintaa kuin alkuvaiheen eristäminen, minkä johdosta eristysalueen kriteeri on tiukempi.

Radioaktiivisia aineita sisältäviä jätetyyppejä ovat muun muassa

- kiinteät materiaalit, esimerkiksi talteen kerätty katu- tai puhdistuspöly sekä polttotuhka,



rakennuspurkujäte, maa-aines, tavarat, laitteet

- nesteet
- jäteveden- ja vedenpuhdistamoissa syntyvä liete
- lumi, esimerkiksi pihoilta poistettu pintalumi
- biomassat, esimerkiksi kasvusto, rehu, turve
- hylätyt elintarvikkeet.

Jos jätemäärät ovat suuria, jätettä on tarpeen käsitellä sen määrän pienentämiseksi tai sen saamiseksi sijoittamisen kannalta soveltuvampaan muotoon. Mahdollisia käsittelytapoja ovat muun muassa

- biomassan kompostointi, mädätys tai polttaminen asianmukaisissa laitoksissa
- nesteiden suodatus tai muu puhdistus,
- nestemäisten aineiden kiinteytys,
- kemiallinen käsittely.

Kompostoinnissa radioaktiiviset aineet konsentroituvat niin tehokkaasti, että syntyvää lopputuotetta ei saa käyttää elintarvikkeiden viljelyyn. Myös jätteiden poltossa syntyvään tuhkaan voi konsentroitua niin paljon radioaktiivisia aineita, että se vaikuttaa aineiden käsittelyyn.

Radioaktiivisia aineita sisältävien jätteiden sijoitusratkaisut perustuvat joihinkin seuraavista peruseriaatteista:

#### Vanhentaminen

Jos jäte sisältää vain lyhytikäisiä radioaktiivisia aineita, on jätteen vanhentaminen tilapäisvarastoinnilla usein paras ratkaisu. Vanhentamisessa jätteet varastoidaan tilapäisesti, kunnes niiden radioaktiivisuus on pienentynyt niin paljon, että ne voidaan käsitellä.

#### Eristäminen

Eristämisellä tarkoitetaan jätteen sijoittamista pois elinympäristöstä. Sellaisia jätteitä, jotka on sijoitettava erityiseen radioaktiivisen jätteen loppusijoituspaikkaan, syntyy vain hyvin poikkeavassa tapahtumassa, kuten esimerkiksi säteilylähteeseen liittyvässä onnettomuudessa. Yleensä jätteet sijoitetaan kaatopaikalle tai esimerkiksi erilliselle peitettävälle läjitysalueelle. Joitakin jätteitä voidaan käyttää maarakentamisessa.

#### Laimentaminen

Yleensä jätteen laimentamista ei katsota hyväksyttäväksi. Kuitenkin joissakin tilanteissa se voi olla hyväksyttävää ja kokonaisuudessaan paras ratkaisu. Esimerkiksi suuri määrä lievästi saastunutta lunta voi olla perusteltua viedä mereen. Tällöin radioaktiiviset ainekset laimenevat niin suureen tilavuuteen, että niillä ei ole säteilysuojelullista merkitystä. Toisaalta, jos lumi sijoitetaan kiinteällä maalla olevalle lumenkaatopaikalle, niin lumen sulaessa radioaktiiviset aineet voivat konsentroitua merkittäviksi pitoisuuksiksi kaatopaikan pohjalle tai kulkeutua sulamisvesien mukana ympäristöön.

#### 4.2 Radioaktiivisia aineita sisältävien jätteiden luokittelu aktiivisuuspitoisuuden mukaan

Säteilyvaaratilanteessa tehtävien puhdistustoimien ja tuotteiden hylkäämisen seurauksena syntyy erityyppisiä ja aktiivisuudeltaan erilaisia radioaktiivisia aineita sisältäviä jätteitä. Radioaktiivisuutensa puolesta jätteet voidaan jakaa karkeasti neljään luokkaan (taulukko IV):

- Luokka I: jätteet, jotka on eristettävä elinympäristöstä
- Luokka II: jätteet, joiden käyttöä on tarpeen säädellä säteilyaltistuksen rajoittamiseksi
- Luokka III: jätteet, joiden käytössä mahdollinen säteilyaltistus tulee huomioida
- Luokka IV: jätteet, joiden käyttöä ei ole tarpeen säädellä säteilyaltistuksen rajoittamiseksi, mutta joita ei lievän saastumisensa vuoksi enää kelpuuteta aiottuun käyttöön.

Luokan I jätteet ovat säteilylain mukaisia radioaktiivisia jätteitä. Luokat II - IV eivät ole varsinaisia radioaktiivisia jätteitä, niiden käsittelyä säätelee jätelaki. Näidenkin käsittelyssä tulee kuitenkin ottaa huomioon työntekijöiden säteilynsuojelu.

Puhdistustoimet on toteutettava suunnitelmallisesti. Puhdistustoimista syntyvien jätteiden määrä ja laatu pitää arvioida ennen toimiin ryhtymistä.

**Taulukko IV.** Jäteluokkien aktiivisuuspitoisuudet. Koskee suuria, yli 100 m<sup>3</sup>:n massoja, pienemmille määrille voidaan soveltaa tiukempia rajoja.

Jäteluokka	Aktiivisuuspitoisuus (Bq/kg)		
	Alfasäteilijät	Voimakkaat gamma- ja beetasäteilijät	Heikot gamma- ja beetasäteilijät
I	yli 100 000	yli 1 000 000	yli 10 000 000
II	1 000 - 100 000	10 000 – 1 000 000	100 000 - 10 000 000
III	100 - 1 000	1 000 - 10 000	10 000 - 100 000
IV	alle 100	alle 1000	alle 10 000

--	--	--	--

### 4.3 Jätteiden käsittely ja niiden mahdollinen hyötykäyttö

#### Luokka I. Jätteet, jotka on eristettävä elinympäristöstä

Luokan I jätteet ovat säteilylaissa tarkoitettuja radioaktiivisia jätteitä. Luokan I jätteet sisältävät niin suuria määriä radioaktiivisia aineita, että säteilysuojelullisin perustein ne on eristettävä ihmisten elinympäristöstä. Jätteille ei ole osoitettavissa sellaista hyötykäyttöä tai normaalin jätehuollon menettelyä, jossa jätteen säteilyvaikutukset jäisivät hyväksyttävän pieniksi. Jäte on joko varastoitava väliaikaisesti toistaiseksi (erityisesti, jos kyseessä on lyhytikäiset radionuklidit) tai eristettävä pysyvästi elinympäristöstä (erityisesti, kun kyseessä on pitkäikäiset radionuklidit).

Jätteiden käsittelyyn osallistuvien työntekijöiden säteilyaltistus voi olla suuri, minkä vuoksi työntekijöiden altistus on ehdottomasti huomioitava töiden suunnittelussa ja toteutuksessa. Jos kyseessä on voimakas gammasäteilijä, kuten cesium-137, voi tällaista jätettä jatkuvasti käsittelevän työntekijän annos olla suurempi kuin 10 milliSv kuukaudessa.

Laajassa laskeumatilanteessa luokkaan I kuuluvia jätteitä voi syntyä onnettomuuspaikalla ja sen välittömällä lähialueella. Luokan I jätteitä voi syntyä kauempanakin, kun vähemmän radioaktiivisia aineita sisältävää jätettä käsitellään siten, että radioaktiiviset aineet konsentroituvat pienempään tilavuuteen tai massaan (esimerkiksi joissakin tapauksissa poltosta syntyvä tuhka, kompostoitu biomassa). Myös radioaktiivisen pilven ylikulun aikana käytössä olleisiin ilmansuodattimiin voi kertyä huomattavia määriä radioaktiivisia aineita. Lisäksi katujen harjakonepuhdistuksesta kertynyt aines voi aktiivisuudeltaan kuulua tähän luokkaan. Mikäli taloissa sadevesi johdatetaan suoraan pintamaahan, voi imeytyskohdassa maa-aineksessa olla suuria määriä radioaktiivisia aineita. Syntyvän luokan I jätteen määrä voi vaihdella suuresti riippuen tilanteesta käytettävistä jätehuoltoratkaisuista.

Säteilylähteeseen liittyvässä onnettomuudessa luokan I jätteitä voi syntyä onnettomuuspaikalla. Yleensä jätemäärät ovat yksittäisissä kohteissa pieniä, joitakin kuutiometrejä.

#### Luokka II. Jätteet, joiden käyttöä on tarpeen säädellä säteilyaltistuksen rajoittamiseksi

Luokan II jätteille voi olla vaikea löytää sellaista hyötykäyttöä, jossa jätteen säteilyvaikutukset jäisi-

vät hyväksyttävän pieniksi. Tämän vuoksi jäte on joko varastoitava väliaikaisesti (erityisesti, jos kyseessä lyhytikäiset radionuklidit) tai eristettävä pysyvästi sopivalla toimenpiteellä (erityisesti, kun kyseessä pitkäikäiset radionuklidit). Mahdollisten toimenpiteiden kirjo voi kuitenkin olla selvästi moninaisempi kuin luokan I mukaisilla jätteillä.

Jätteiden käsittelyyn osallistuvien työntekijöiden säteilyaltistus voi olla merkittävää, minkä vuoksi työntekijöiden altistusta on seurattava ja tarvittaessa altistus on huomioitava töiden suunnittelussa ja toteutuksessa. Jos kyseessä on voimakas gammasäteilijä, kuten cesium-137, voi tällaista jätettä jatkuvasti käsittelevän työntekijän annos olla 1 - 10 milliSv kuukaudessa.

Luokkaan II kuuluvia jätteitä voivat olla esimerkiksi poistettu pintamaa ja lumi, pölymurien pussit ja muut siivousvälineet sekä turpeen ja muun biopolttoaineen poltosta syntynyt tuhka. Jättemäärät voivat olla suuria, jopa satoja/kymmeniä tuhansia kuutiometrejä.

*Luokka III. Jätteet, joiden käytössä mahdollinen säteilyaltistus tulee huomioida*

Luokan III jätteet ovat jätteitä, joiden hyötykäyttö-, käsittely- ja sijoitusratkaisut perustuvat ensisijaisesti niiden normaaliin käyttöön, mutta joiden käsittelyyn valittavissa ratkaisuissa säteilyturvallisuusnäkökulmat on tarpeen huomioida. Jätteiden sijoituksessa on pyrittävä löytämään ratkaisuja, joissa suurten massojen käsittely- ja välivarastointitarpeet jäisivät mahdollisimman vähäisiksi.

Luokan III jätteitä voidaan käyttää teiden, katujen ja vastaavien rakentamisessa sekä maisemarakentamisessa silloin, kun ne muutoin sopivat tällaiseen käyttöön. Tällöin on huolehdittava, että jätteiden päälle tulee riittävän paksu kerros puhdasta materiaalia. Jos kyseessä on esimerkiksi tien rakentaminen, riittää peitekerroksen paksuudeksi yleensä 10 - 20 cm kiviainesta. Jätteitä ei kuitenkaan pidä sijoittaa asuinrakennusten välittömään läheisyyteen.

Sijoituspaikkaa valittaessa on huomioitava alueen mahdollinen tuleva käyttö. Jos sijoituspaikkaa aiotaan käyttää elintarvikkeiden alkutuotantoon, tarvitaan niin paksu puhtaan maa-aineksen kerros, että maanmuokkaus tai viljelykasvien juuristo ei ulotu jätekerrokseen.

Luokan III jätteiden käsittelyyn osallistuvien työntekijöiden säteilyaltistus jää vähäiseksi. On epätoennäköistä, että jatkuvasti tällaisia jätteitä käsittelevien työntekijöiden annos ylittää 1 milliSv vuodessa.

Luokkaan III kuuluvia jätteitä ovat esimerkiksi elinympäristön puhdistuksessa syntyvä poistettu pintamaa ja kasvusto, elintarvikkeille asetettujen pitoisuusrajojen ylittävät elintarvikkeet ja rehut sekä

saastuneet tavarat, materiaalit ja rakenteet, joita ei puhdistuksella saada riittävän puhtaaksi. Jättemäärät voivat olla erittäin suuria, jopa miljoonia kuutioita.

Jätteen käsittelyssä radioaktiivisten aineiden konsentroitumismahdollisuus on otettava huomioon. Kompostoitumisen tai muun vastaavan käsittelyn seurauksena syntyvien jätteen aktiivisuuspitoisuus voi nousta niin suureksi, että jäte kuuluu luokkaan II.

*Luokka IV. Jätteet, joiden käyttöä ei ole tarpeen säädellä säteilyaltistuksen rajoittamiseksi, mutta joita ei lievän saastumisensa vuoksi enää muuten kelpuuteta aiottuun käyttöön.*

Jätteiden hävittämiseen normaaliin tapaan ei ole säteilysuojelullista estettä. Työntekijöille ei aiheudu altistusta. Jättemäärät voivat olla erittäin suuria.

Luokkaan IV kuuluvia jätteitä ovat elintarvikkeille asetettujen pitoisuusrajojen alla olevat elintarvikkeet ja raaka-aineet sekä muut pitoisuusrajojen alapuolella olevat tavarat ja tuotteet, joita ei kelpuuteta käyttöön niiden sisältämien radioaktiivisten aineiden vuoksi.

## LIITTEET

### LIITE 1: Arvioidut säteilyvaaratilanteiden seurausvaikutukset

Säteilyvaaratilanteen aiheuttavan onnettomuuden vaikutukset voivat ulottua laajalle alueelle vain, jos radioaktiivisia aineita vapautuu runsaasti ilmaan. Tällöin aineet kulkeutuvat ilmavirtausten mukana näkymättömänä, radioaktiivisia aineita sisältävänä pilvenä. Tuulen nopeus määrää pilven kulkunopeuden ja suunta saastuvan alueen. Pilvi laajenee ja laimenee edetessään, ja sen radioaktiivisuus pienenee.

Pilven kulkureitillä radioaktiivisia aineita laskeutuu maahan ja kaikille pinnoille. Laskeumassa voi olla suuriakin paikallisia eroja. Esimerkiksi sade lisää ympäristöön laskeutuvien hiukkasten määrää.

Päästöt veteen voivat kulkeutua vesistöissä laajallekin alueelle. Näistä ei aiheudu ihmisille säteilyvaaraa, mutta alueen kaloista voidaan havaita kohonneita radioaktiivisten aineiden pitoisuuksia.

Taulukossa on esimerkkejä erilaisista säteilyvaaratilanteista ja siitä, kuinka laaja-alaiset vaikutukset niillä voisi pahimmillaan olla. Taulukossa on myös arvioita siitä, kuinka laajalla alueella suojelutoimia tarvittaisiin pahimmissa kuviteltavissa olevissa tilanteissa. Vaaratilanteiden seurausvaikutukset voivat vaihdella huomattavasti riippuen esimerkiksi siitä, mitä radioaktiivisia aineita ja kuinka paljon on vapautunut.

Esimerkkejä säteilyvaaratilanteiden seurausvaikutuksista		
Vaikutusalueen maantieteellinen laajuus	Säteilyvaaratilanteen aiheuttaja	Suojelutoimia edellyttävä etäisyys radioaktiivisten aineiden leviämissuunnassa
Laaja laskeuma	ydinaseen räjäytys	muutamasta kilometristä tuhansiin kilometreihin; riippuu ydinaseen koosta, räjähdyskorkeudesta ja säätilasta
	vakava ydinvoimalaitosonnettomuus	evakuointi tilanteen alkuvaiheessa muutamasta kilometristä jopa 20 kilometriin, sisälle suojautuminen jopa 100 kilometriin, tarpeettoman ulkona olon välttäminen jopa 200 kilometriin, kotieläintuotannon suojaaminen jopa tuhanteen kilometriin
	ydinkäyttöisen satelliitin maahansyöksy	kappaleiden putoamisalue, joka voi olla jopa satoja neliökilometrejä
Alueellisesti rajattu laskeuma	onnettomuus käytetyn ydinpolttolaitteen varastossa	enimmillään kymmeniä kilometrejä
	vakava reaktorionnettomuus ydinkäyttöisellä aluksella	enimmillään kymmeniä kilometrejä
	onnettomuus ydinaseiden varastoinnissa, käsittelyssä tai kuljetuksessa; ydinase materiaalia vapautuu ympäristöön	enimmillään kymmeniä kilometrejä
	radioaktiivisten aineiden levittäminen räjähteen avulla eli likainen pommi tai muu rajatun alueen tahallinen saastuttaminen radioaktiivisilla aineilla	enimmillään muutama kilometri
Tapahtumapaikan lähiympäristöön tai sisätiloihin rajoittuva saastuttaminen	onnettomuus käytetyn ydinpolttolaitteen siirrossa tai kuljetuksessa	enimmillään satoja metrejä
	radioaktiivisten aineiden kuljetusonnettomuus, jonka seurauksena radioaktiivisia aineita vapautuu ympäristöön	enimmillään satoja metrejä
	onnettomuus (tulipalo, kemiallinen räjähdys) radioaktiivisten aineiden käyttöpaikalla	enimmillään satoja metrejä
	korkea-aktiivisen säteilylähteen joutuminen metallisulatuksen	tehdasalue ja välitön lähiympäristö
	suojaamaton korkea-aktiivinen lähde	alle sata metriä
	onnettomuus radioaktiivisten aineiden käytössä	sisätilat käyttöpaikalla
	sisätilojen tahallinen saastuttaminen radioaktiivisilla aineilla	kyseiset sisätilat

**LIITE 2: Toimenpidetasot säteilyvaaratilanteen varhaisvaiheen ja jälkivaiheen suojelutoimille****Ohjeelliset toimenpidetasot säteilyvaaratilanteen varhaisvaiheen suojelutoimille**

Tähän taulukkoon on kerätty ohjeessa esitetyt ohjeelliset toimenpidetasot säteilyvaaratilanteen varhaisvaiheelle. Säteilyvaaratilanteen varhaisvaiheen suojelutoimet on pyrittävä toteuttamaan ennen säteilytason nousua alueella. Suojelutoimen toteuttamista on harkittava viimeistään silloin, jos toimenpidetason ja annoskriteerin ennakoidaan ylittyvän. Toimenpidetasot on ilmaistu ulkoisena annosnopeutena, jonka yksikkö on mikrosievertiä tunnissa ( $\mu\text{Sv/h} = \text{mikroSv/h}$ ).

On olemassa sellaisia radioaktiivisia aineita, joiden johdosta ulkoisen säteilyn annosnopeus ei nouse korkeaksi, mutta joiden joutuminen elimistöön on aiheuttaa merkittävää altistumista. Jos tällaisia aineita leviää ympäristöön, suojelutoimia voidaan tarvita, vaikka annosnopeus jäisi alle taulukossa esitettyjen toimenpidetasojen .

Säteilytaso, jonka ylittyessä suojelutoimi on tarpeen	Suojelutoimi
100 mikroSv/h	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sisälle suojautuminen</li> <li>Joditablettien ottaminen: koko väestö</li> <li>Kulkurajoitukset</li> <li>Sisätilojen saastumisen estäminen</li> </ul>
10 mikroSv/h	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ulkona olon rajoittaminen</li> <li>Joditablettien ottaminen: alle 18-vuotiaat ja raskaana olevat</li> <li>Tuotannon, kaupan, logistiikan ja talousveden suojaaminen</li> <li>Tilanteen hoitoon osallistuvien työntekijöiden suojele</li> <li>Elintarvikkeiden ja luonnontuotteiden väliaikainen myynti- ja käyttökielto, kunnes ne on mittauksin turvallisiksi todettu</li> </ul>
1 mikroSv/h	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elintarvikkeiden alkutuotannon suojaaminen</li> </ul>



### Ohjeelliset toimenpidetasot säteilyvaaratilanteen jälkivaiheen suojelutoimille

Tähän taulukkoon on kerätty ohjeessa esitetyt ohjeelliset toimenpidetasot säteilyvaaratilanteen jälkivaiheelle. Suojelutoimen toteuttamista on harkittava viimeistään silloin, jos toimenpidetason ja annoskriteerin ennakoidaan ylittyvän. Toimenpidetasot on ilmaistu ulkoisena annosnopeutena, jonka yksikkö on mikrosievertiä tunnissa ( $\mu\text{Sv/h} = \text{mikroSv/h}$ ) sekä alueella olevan laskeuman suuruutena.

On olemassa sellaisia radioaktiivisia aineita, joiden johdosta ulkoisen säteilyn annosnopeus ei nouse korkeaksi, mutta joiden joutuminen elimistöön on aiheuttava merkittävää altistumista (esimerkiksi alfa-aktiiviset aineet). Jos tällaisia aineita leviää ympäristöön, suojelutoimia voidaan tarvita, vaikka annosnopeus jäisi alle taulukossa esitettyjen toimenpidetasojen.

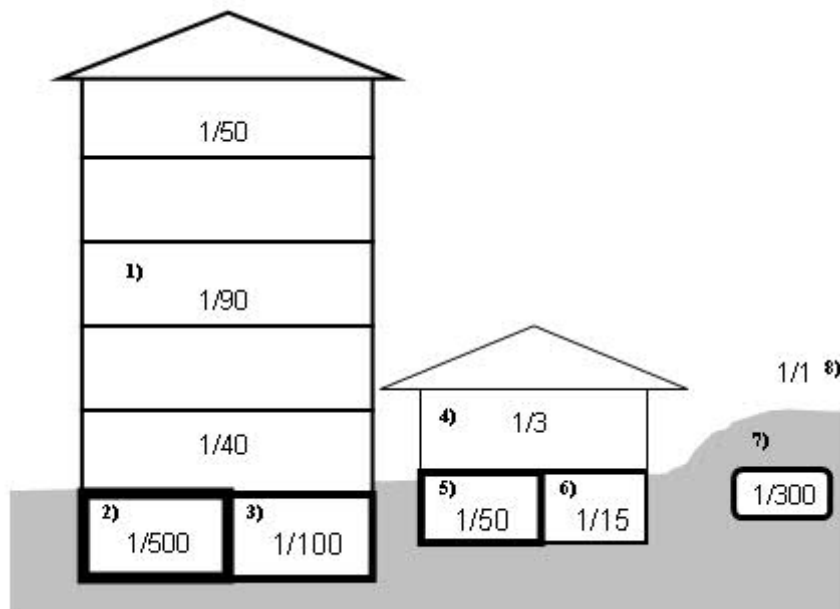
Laskeuman aiheuttama säteilytaso, jonka ylittyessä suojelutoimi on tarpeen	Laskeuma	Suojelutoimi
100 mikroSv/h	a) voimakkaita gamma- ja beetasäteilijöitä yhteensä b) alfasäteilijöitä, olettaen, että ne ovat pinnassa irtoavassa muodossa	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sisälle suojautuminen, kokonaiskesto alle kaksi vuorokautta</li> <li>Kulkurajoitukset</li> </ul>
100 mikroSv/h kauemmin kuin kaksi vuorokautta	a) suurempi kuin 10 000 000 Bq/m <sup>2</sup> , tai b) suurempi kuin 100 000 Bq/m <sup>2</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evakuointi, kesto yhdestä viikosta muutama kuukauteen</li> <li>Jos alueen tehokkaasta puhdistamisesta huolimatta yli 10 mikroSv/h, väestön väliaikainen siirto, jonka kesto muutamista kuukausista noin kahteen vuoteen</li> </ul>
10 mikroSv/h	a) 1 000 000 - 10 000 000 Bq/m <sup>2</sup> , tai b) 10 000 - 100 000 Bq/m <sup>2</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ulkona olon rajoittaminen</li> <li>Sisätilojen kaikkien pintojen perusteellinen puhdistus</li> <li>Rakennetun ympäristön kiireellinen puhdistus</li> <li>Kulkuneuvojen, työkalujen ja työkalujen puhdistus</li> <li>Luonnontilaisen ympäristön virkistyskäytön rajoittaminen</li> <li>Tilanteen hoitamiseen, esim. puhdistustoi-miin, osallistuvien työntekijöiden suoje-lu</li> </ul>
1 mikroSv/h	a) 100 000 - 1 000 000 Bq/m <sup>2</sup> , tai b) 1 000 - 10 000 Bq/m <sup>2</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sisätilojen puhdistus</li> <li>Rakennettujen virkistyspaikkojen, esimerkiksi leikkipuistojen käytön rajoittaminen</li> </ul>

### LIITE 3: Sisälle suojautumisen altistusta vähentävä vaikutus

Sisälle siirtyminen ja ilmanvaihdon sulkeminen on hyvä tapa suojautua radioaktiivisen pilven pilven aiheuttamalta altistukselta. Toimenpiteellä vähennetään sekä ulkoisen säteilyn aiheuttamaa altistusta että sisäilmaan pääsevien radioaktiivisten aineiden määriä ja siten hengityksen kautta saatavaa altistusta sekä sisätilojen saastumista.

#### Ulkoisen säteilyn aiheuttama altistus

Rakennusmateriaalit vähentävät merkittävästi ulkoisen säteilyn annosnopeutta. Kuvassa 1 on esitetty rakenteeltaan tyypillisen kerrostalon ja omakotitalon eri tilojen antama suoja ulkoiselle säteilylle, joka on peräisin rakennusten ulkopuolella olevista radioaktiivisista aineista.



**Kuva 1.** Rakennusten suojaustekijät lukuarvoina. Rakennukset suojaavat ulkoiselta säteilyltä, joka on peräisin rakennusten ulkopuolella olevista radioaktiivisista aineista. Jos esimerkiksi annosnopeus ulkona on 100 mikroSv/h, on se kerrostalon alimmassa kerroksessa 2,5 mikroSv/h.

- 1) teräsbetonirunkoinen kerrostalo; laskuissa on oletettu, että suojautumiseen käytetään kunkin kerroksen keskiosia, ei ikkunallisia ulkoseinää vasten olevia huoneita
- 2) kerrostalon väestönsuoja
- 3) kerrostalon kellaritilat
- 4) tyypillinen puurakenteinen omakotitalo
- 5) omakotitalon maanpinnan alaiset tilat, teräsbetonivälipohja
- 6) omakotitalon maanpinnan alaiset tilat, puuvälipohja
- 7) itse tehty suoja, esim. maakellariin
- 8) ulkona ei ole rakenteiden antamaa suojaa

### Sisäilmaan pääsevien radioaktiivisten aineiden aiheuttama hengitysaltistus

Suojautuminen tiiviiseen rakennukseen vähentää olennaisesti hengityksen kautta tapahtuvaa altistusta, etenkin jos hiukkasmaisia radioaktiivisia aineita esiintyy pintailmassa vain lyhyen aikaa.

Onnettomuuden seurauksena radioaktiivisten aineiden määrä ulkoilmassa voi nousta äkillisesti. Jalokaasut ja jodin kaasumaiset yhdisteet tunkeutuvat sisäilmaan hiukan viivästyneinä. Myös hiukkasiin kiinnittyneitä radioaktiivisia aineita pääsee sisätiloihin: vuotokohtia ovat mm. ovien ja ikkunoiden saumat sekä lattian ja katon putkiläpiviennit.

Tiiviissä talossa, jossa ilmanvaihto saadaan suljettua, voidaan olettaa, että ilma vaihtuu kerran 10 tunnissa. Hatarassa talossa tai talossa, jossa ilmanvaihtoa ei saada suljettua, voidaan olettaa, että sisäilma vaihtuu kerran 2 tunnissa. Taulukossa I on esimerkkejä suojaustehokkuudesta.

Taulukossa I olevissa esimerkeissä on oletettu, että ilmassa olevien radioaktiivisten aineiden pitoisuus on vakio pilven ylikulun aikana, ja että sisätilojen tuuletus aloitetaan yhden tunnin kuluttua siitä hetkestä, kun pilvi on poistunut paikkakunnalta. Lisäksi laskuissa on oletettu, että kyseessä on kalustettu sisätila<sup>9</sup>, jolloin hiukkasia kiinnittyy eri pinnoille enemmän kuin, jos kyseessä olisi kalustamaton tila. Laskuissa ei ole otettu huomioon hiukkasten suodattumista rakennusten vuotokohdissa. Vaikka jalokaasujen aiheuttama sisäinen annos on käytännössä merkityksetön, on myös ne sisällytetty taulukkoon esimerkkinä kaasumaisten radioaktiivisten aineiden, kuten jodin kaasumaisen muodon (metyylijodidi), tunkeutumisesta sisäilmaan.

**Taulukko I:** Suojaustehokkuudet talon ilmanvaihdosta riippuen.

Sisälle suojautumisen kesto <sup>10</sup>	Suojaustehokkuus talossa, jossa sisäilma vaihtuu kerran 10 tunnissa		Suojaustehokkuus talossa, jossa sisäilma vaihtuu kerran 2 tunnissa	
	hiukkasmaiset radioaktiiviset aineet	jalokaasut	hiukkasmaiset radioaktiiviset aineet	jalokaasut
2 tuntia	90 %	85 %	55 %	45 %
5 tuntia	85 %	75 %	45 %	25 %
10 tuntia	80 %	60 %	40 %	10 %
24 tuntia	75 %	35 %	40 %	5 %

<sup>9</sup> Kalustettu sisätila, jossa hiukkasten kiinnittymistä eri pinnoille kuvaava aikavakio on  $0.3 \text{ h}^{-1}$ .

<sup>10</sup> Sisälle suojautumisen kesto on pilven ylikulku aika + 1 tunti, jolloin sisätilojen tuuletus aloitetaan.

Sisätiloihin suojautumisesta saadaan paras hyöty, kun sisätilat tuuletetaan heti päästöpilven ylikulun jälkeen, jolloin ulkoilma on puhdistunut. Jos tuuletusta ei tehdä lainkaan tai se myöhästyy useita tunteja, menetetään osa sisälle suojautumisen tuomasta edusta. Esimerkiksi, jos radioaktiivisen pilven ylikulku kestää 4 tuntia ja tiiviin talon tuuletus aloitetaan tunnin kuluttua pilven ohitettua paikkakunnan, on suojaustehokkuus 85 % hiukkasmaisten radioaktiivisten aineiden ollessa kyseessä. Mikäli tuuletus aloitetaan kahden tunnin kuluttua, laskee suojaustehokkuus 80 %:iin ja viiden tunnin kuluttua aloitettava tuuletus alentaa suojaustehokkuuden 75 %:iin.

Jalokaasujen ja kaasumaisten radioaktiivisten aineiden ollessa kyseessä tuuletuksen merkitys kasvaa. Edellä olevaa esimerkkiä käyttäen tunnin kuluttua aloitettava tuuletus antaa tiiviissä talossa suojaustehokkuudeksi 75 %, kahden tunnin päästä alkava tuuletus suojaustehokkuudeksi 65 % ja viiden tunnin päästä alkava tuuletus suojaustehokkuudeksi 50 %.

Hiukkasmaisia radioaktiivisia aineita jää sisätiloihin eri pinnoille kiinnittyneenä vielä tuulettamisen jälkeenkin. Sen vuoksi sisälle suojautumisen lopettamisen ja tuulettamisen yhteydessä tarvitaan huolellista sisätilojen puhdistamista. Mikäli tiloja ei puhdisteta, radioaktiiviset aineet voivat nousta ilmaan myöhemmin ja päätyä takaisin hengitysilmaan.

**LIITE 4: Omatoiminen altistuksen pienentäminen saastuneella alueella**

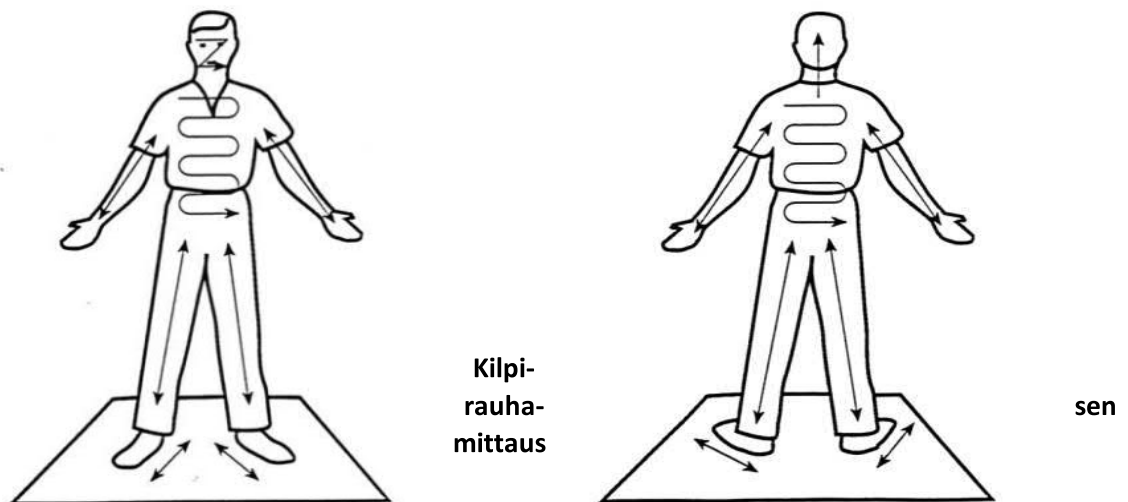
Saastuneella alueella ihmiset voivat pienentää säteilyaltistusta omatoimisesti. Altistusta voi pienentää niin kotona kuin työpaikoilla. Erityishuomiota kotien lisäksi pitää kiinnittää päiväkoteihin, kouluihin ja muihin tiloihin, joissa oleskelee lapsia ja nuoria. Viranomaiset tiedottavat millä alueella näitä toimia tarvitaan. Alla on esimerkkejä toimista altistuksen pienentämiseksi.

- Yksinkertainen sisätilojen tuuletus ja puhdistus, kuten imurointi, pyyhkiminen ja pesu, vähentävät säteilyannosta huomattavasti. Jos puhdistusta ei tehdä, radioaktiivisia aineita voi kulkeutua saastuneilta pinnoilta elimistöön. Puhdistuksen aikana käytetään tarvittaessa suojavaatetusta ja pölyvässä työssä hengityssuojainta. Erityisen tärkeää puhdistus on silloin, jos sisätiloihin suojautuminen on jouduttu toteuttamaan vasta, kun radioaktiiviset aineet ovat jo saapuneet alueelle, jolloin sisätilat ovat ehtineet saastua. Puhdistus on tarpeen toistaa, sillä sisätiloihin kulkeutuu ihmisten ja ulkoilutettavien lemmikkieläinten mukana uudestaan radioaktiivisia aineita.
- Peseytyminen poistaa iholle ja hiuksiin joutuneita radioaktiivisia aineita ja vähentää niiden pääsyä elimistöön. Erityisen tärkeää on usein toistettava, huolellinen käsien pesu.
- Ulkovaatteiden ja jalkineiden jättäminen eteiseen ulkoa sisälle tultaessa sekä peseytyminen ja vaatteiden vaihtaminen vähentävät altistusta sekä sisätilojen uudelleen saastumista. Myös lemmikkieläimet pitää puhdistaa mahdollisuuksien mukaan ulkoiluttamisen jälkeen, sillä ne tuovat jaloissaan ja turkissaan radioaktiivisia aineita sisälle.
- Ilmansuodattimet vaihdetaan tai puhdistetaan mahdollisimman nopeasti pilven ylikulun jälkeen rakennuksissa sekä niissä kulkuneuvoissa ja työkoneissa joissa, joissa ilmanvaihto on ollut päällä pilven ylikulun aikana tai joissa on painovoimainen ilmanvaihto. Tällä estetään suodattimiin tarttuneiden radioaktiivisten aineiden irtoaminen ja kulkeutuminen sisätiloihin.
- Pihojen ja rakennusten ulkopintojen puhdistus vähentää elinympäristöstä saatavaa altistusta. Työssä käytetään suojavaatetusta ja pölyvässä työssä hengityssuojainta.
- Luonnontuotteiden (esimerkiksi sienet, marjat, kalat, riista) ja itse tuotettujen elintarvikkeiden käsittely tai käytön rajoittaminen vähentävät elintarvikkeista saatavaa altistusta.
- Omat ulkotiloissa olleet kulkuvälineet, työvälineet ja tavarat on syytä puhdistaa. Puhdistusta voi olla tarpeen toistaa, jos niitä käytetään saastuneella alueella.
- Luonnontilaisten alueiden virkistyskäytön rajoittaminen, kuten vapaa-ajan liikkuminen metsissä ensimmäisten kuukausien aikana vähentää vaatteiden, hiusten ja ihon saastumista sekä altistusta ulkoiselle säteilylle.

## LIITE 5: Ihmisten mittaukset

### Kehossa olevat radioaktiiviset aineet

- Mittauspaikan säteilytaso mitataan ennen mittausten aloittamista.
- Mittaus tehdään säteilyn annosnopeutta osoittavalla mittarilla seuraavasti:
  - Mittari suojataan esimerkiksi muovipussilla mittarin saastumisen estämiseksi.
  - Käytetään mittarin herkintä asteikkoa, jos se on valittavissa.
  - Pidetään mittari mahdollisimman lähellä mitattavaa henkilöä, mutta varotaan, että mittari ei kosketa vaatteita tai ihoa. Liikutetaan mittaria hitaasti alle viiden senttimetrin etäisyydellä ympäri kehoa alla olevien kuvien osoittamalla tavalla.
  - Jos mittauksessa havaitaan mittauspaikan vallitsevan annosnopeuden ylitys, riisutaan päällimmäinen vaatekerta ja uusitaan mittaus. Näin selvitetään ovatko vaatteet vai iho saastunut.
  - Mikäli toisella mittauskerralla ylitys ei ole suurempi kuin 0,5 mikroSv/h, henkilöille annetaan ohjeet omatoimisesta peseytymisestä sekä ohjeet vaatteiden pesemisestä ja muiden asusteiden puhdistamisesta tai hävittämisestä. Jos ylitys on suurempi kuin 0,5 mikroSv/h, henkilöt ohjataan järjestettyyn peseytymispaikkaan.



- Kilpirauhasessa olevan radioaktiivisen jodin mittaamiseksi pidetään mittaria noin 30 s – 1 min parin sentin päässä kilpirauhasesta.
- Mikäli mittaustulos on vähintään 0,5 mikroSv/h yli vallitsevan taustan säteilytason, ohjataan henkilö tarkempiin mittauksiin.

LIITE 6: Esimerkkejä rakennettua ympäristöä koskevista puhdistustoimista <sup>11</sup>

Kohde	Puhdistustoimi ja sen mahdollinen tehokkuus prosenteissa	Huomiot
Rakennuksien ulkopinnat	Purku (100 %)	Ei kiireellinen; yleensä mahdollinen pienessä mittakaavassa; paljon kiinteää, monenlaista jätettä
	Katon purku ja vaihto (100 %)	Yleensä mahdollinen pienessä mittakaavassa; tehokain pian kuivalaskeuman jälkeen; jätteenä kiinteää rakennusjätettä
	Vesipesu ruiskuttamalla: katto ja seinät (25 %)	Tehokkain suoritettuna noin viikon sisällä ennen sadetta; paljon vesijätettä; saaste saattaa levitä roiskeiden kautta
	Kattojen harjaus veden kanssa (50 – 75 %)	Ei aikasidonnainen; jätteenä vesilietettä (keruu; ohjaus sovittuun paikkaan)
	Painepesurilla pesu: katto ja seinät, kylmä tai kuuma vesi (35 – 80 %)	Tehokkain suoritettuna pian laskeuman jälkeen ennen sadetta; kuumavesipesu sopii katoille; jätteenä paljon lietteistä vettä (keruu; ohjaus sovittuun paikkaan); kontaminaatio saattaa levitä roiskeiden kautta Huom. Ei sovi kaikille materiaaleille.
	Lumen poisto katolta (100 %)	Jätteenä lunta
	Muita: hiekkapuhallus, seinien käsittely ammoniumnitraatilla, mekaaninen hankaus (puuseinät), kuorittavat pinnoitteet (40 – 90 %)	Yleensä mahdollinen pienessä mittakaavassa; sekä kiinteää että nestemäistä lietejätettä
Rakennusten sisätilat	Imurointi (90 %, riippuu partikkelikoosta)	Tehokkain heti saastumisen jälkeen (toistettava, mikäli lisää saastetta tulee ulkoa); sopii suureen mittakaavaan; helppo (omatoimisuus); jätteenä kiinteät pölypussit, pöly
	Pesu (35 – 50 %)	Tehokkain heti suoritettuna; sopii kiinteille pinnoille suuressa mittakaavassa (omatoimisuus); jätteenä vesi (keruu; ohjaus sovittuun paikkaan)
	Ilmastointilaitteen / putkiston puhdistus, suodattimien vaihto (80 – 100 %)	Tehokkain heti saastumisen jälkeen; jätteenä kiinteät suodattimet, pöly ja vesi
	Muita: shampoopesu, höyrypesu, harjalla hankaus, maalin/tapettien poisto, huonekalujen poisto, kemialliset puhdistusmenetelmät (10 – 90 %)	Yleensä mahdollinen pienessä mittakaavassa; sopii parhaiten teollisuustiloihin; sekä kiinteää että nestemäistä lietejätettä

---

<sup>11</sup> EURANOS Handbook for inhabited areas

<b>Tiet ja päällystetyt alueet</b>	Vesipesu ruiskuttamalla (50 – 75 %)	Tehokkain viikon sisällä kuivalaskeumasta ennen sadetta; jätteenä lietteistä vettä
	Imurointi veden avulla (50 – 65%)	Tehokkain viikon sisällä kuivalaskeumasta ennen sadetta; jätteenä lieteveettä
	Pesu painepesurilla (65 – 85 %)	Tehokkain suoritettuna pian laskeuman jälkeen ennen sadetta; voidaan tehdä myöhemminkin; jätteenä vesi
	Pintamateriaalin poisto/vaihto (80 – 90 %)	Tehokkain suoritettuna pian laskeuman jälkeen; voidaan tehdä myöhemminkin; hankala tehdä isossa mittakaavassa; jätteenä asfalttia tms.
	Lumen poisto (90 %)	Tehokkain pikaisesti suoritettuna; jätteenä lunta (keruu tai ohjaus sovittuun paikkaan)
<b>Maa- ja viheralueet, pihat, kasvimaat</b>	Ruohonleikkuu (50 – 90 %)	Tehokas viikon sisällä kuivalaskeuman jälkeen ennen sadetta; helppo suorittaa (omatoimisuus); jätteenä biologista jätettä (keruu)
	Kasvien ja pienten pensaiden poisto (50 – 90 %)	Tehokas viikon sisällä kuivalaskeuman jälkeen ennen sadetta; paljon biologista jätettä (keruu)
	Nurmikon (juuret mukana) poisto (65 – 90 %)	Tehokkain melko pian laskeuman jälkeen; kuitenkin suositeltavaa vasta ensimmäisen sateen jälkeen, jolloin muilta pinnoilta valunut (rakennukset, tiet) ”pesuvesi” huuhtoutunut tähän kerrokseen; paljon biologista jätettä (keruu)
	Päällimmäisen maanpinnan ja nurmikon poisto (90 – 95 %)	Tehokas vielä vuosia laskeuman jälkeen; suositeltavaa vasta ensimmäisen sateen jälkeen, jolloin muilta pinnoilta valunut (rakennukset, tiet) ”pesuvesi” huuhtoutunut tähän kerrokseen; työläs; jätteenä paljon maaperän ja biologisen jätteen seosta (keruu)
	Lumen poisto (90 – 100 %)	Tehokkain pian laskeuman jälkeen; helppo suorittaa (omatoimisuus); jätteenä lunta (keräys)
<b>Puut ja pensaat</b>	Lehtien kerääminen (lehtipuilla 90 – 100 %)	Sopii lehtipuille; tehtävä heti lehtien putoamisen jälkeen (ennen sateita tai maatumista); helppo suorittaa (omatoimisuus); biologista jätettä (keruu)
	Karsinta/poisto (90 – 100 %)	Tehokkain suoritettuna kuukauden sisällä laskeumasta (ja ennen lehtien putoamista); biologista jätettä (keruu)
	Lumen poisto puista ( 50 – 90 %)	Tehokkain pian laskeuman jälkeen; voidaan yhdistää muuhun lumen poistoon; jätteenä lumi (keruu)

Puhdistusmenetelmien valintaan ja priorisointiin vaikuttavia tekijöitä ovat

- radioaktiiviset aineet ja niiden määrät
- saastumisen aikana ja sen jälkeen vallinneet sääolosuhteet, esimerkiksi sade
- saastuneiden alueiden laajuus



- puhdistettavien pintojen laatu
- puhdistuksen haluttu tehokkuus, puhdistukseen tarvittava aika sekä käytössä olevat puhdistusresurssit
- vuodenaika
- se, onko väestö puhdistettavalla alueella: vaikuttaa kiireellisyyteen ja väestön mahdollisuuksiin osallistua lähiympäristön puhdistamiseen.

**LIITE 7: Esimerkkejä elinympäristöä koskevista toimista**

Jos radioaktiivisia aineita ei pystytä puhdistamaan elinympäristöstä, voi olla aiheellista kiinnittää ne paikalleen tai peittää saastuneet pinnat. Tällä estetään radioaktiivisten aineiden vapautuminen hengitysilmaan uudelleen, ihmisten saastuminen sekä radioaktiivisten aineiden leviäminen puhtaalle alueelle. Aineiden kiinnittämällä paikalleen ei voida vähentää ulkoisesta gammasäteilystä tai voimakkaasta beetasäteilystä aiheutuvaa ulkoisen säteilyn annosnopeutta. Sen sijaan saastuneiden pintojen peittäminen riittävän paksulla kerroksella puhdasta ainesta vähentää myös ulkoisen säteilyn annosnopeutta.

Radioaktiivisten aineiden kiinnittäminen paikalleen voi olla väliaikaista tai pysyvää. Kiinnitysmenetelmällä käsitelty pinta voidaan myös myöhemmin poistaa kiinnitysaineen kera. Radioaktiivisen aineen kiinnittäminen pinnoille voi tulla kyseeseen myös silloin, kun alfa- tai beetasäteilyä lähettävän nukliidin puoliintumisaika on suhteellisen lyhyt tai kun kontaminaationa on vain tiettyjä alfa- tai beetanuklideja (esimerkiksi Pu-239) ja muut puhdistustoimenpiteet ovat hankalia suorittaa.

Mahdollisia kiinnittämismenetelmiä ovat esimerkiksi:

- rakennusten ulkopintojen maalaaminen: poistaa resuspensiosta<sup>12</sup> aiheutuvan hengitysannoksen, suojaa alfasäteilyltä ja vähentää beetasäteilyä;
  - tehokkuus: strontium-90:n annosnopeuden väheneminen 45%; voidaan käyttää myös rakennusten sisäpinnoilla
- hiekan levittäminen teille ja asfaltoituille alueille: poistaa resuspensiosta aiheutuvan hengitysannoksen, suojaa alfasäteilyltä ja vähentää beetasäteilyä;
  - tehokkuus: ohut kerros (2 mm) vähentää strontium-90:n annosnopeutta 90%
- teiden ja asfaltoitujen alueiden bitumointi: poistaa resuspensiosta aiheutuvan hengitysannoksen, suojaa alfasäteilyltä ja vähentää beetasäteilyä;
  - tehokkuus: ohut kerros (1 mm) vähentää strontium-90:n annosnopeutta 70%
- pölyävien teiden ja alueiden käsittely pölyämistä estävillä aineilla; vähentää resuspensiosta aiheutuvaa hengitysannosta
- teiden ja asfaltoitujen alueiden väliaikainen peitto vedellä: vähentää resuspensiosta aiheutuvaa hengitysannosta; hyvin lyhytaikainen välitoimenpide.

Saastuneiden pintojen peittämistä voidaan tehdä muun muassa

- asfaltoimalla pinnat
- peittämällä puhtaalla maalla
- kyntämällä pihvoja ja nurmikkoja.

---

<sup>12</sup> Resuspensiolla tarkoitetaan pinnoille laskeutuneiden radioaktiivisten aineiden irtoamista uudelleen ilmaan.

**LIITE 8: Esimerkkejä alkutuotantoa, vesihuoltoa ja jatkojalostusta koskevista toimista***Alkutuotantoa koskevat toimenpiteet*

Elintarviketuotannossa voidaan tuotettavan ruoan aktiivisuuspitoisuutta vähentää erilaisin toimenpitein. Valittavien toimenpiteiden soveltuvuuteen vaikuttaa säteilytilanteen laajuus, voimakkuus ja radionuklidit, saastumisen ajankohta, kyseessä olevat elintarvikkeet ja alueen tuotanto-olosuhteet. Sellaiset elintarviketuotteet, jotka eivät kelpaa ihmisten ruoaksi, voidaan joissakin tapauksissa käyttää muiden kuin elintarviketuotantoa varten pidettävien eläinten rehuksi.

**Eläinperäiset elintarvikkeet**

Esimerkkejä toimenpiteistä, joilla voidaan vähentää elintarvikkeiden saastumista:

- **Puhdasrehuruokinta.** Käytetään eläinten ruokinnassa puhtaita rehuja. Niitä voidaan joutua hankkimaan saastuneen alueen ulkopuolelta tai muuttamaan ruokinnassa käytettävien rehujen koostumusta.
- **Juomaveden puhtaus.** Eläinten juomavetenä ei saa käyttää saastunutta sade- tai pintavettä.
- **Lisäaineet ruokinnassa.** Lisätään eläinten rehuun aineita, jotka estävät radioaktiivisten aineiden imeytymistä rehusta eläimiin. Radioaktiivisen cesiumin siirtymistä vähentää AFCF (ammoniumrauta(III)heksasyanoferraatti(II), tunnetaan myös nimellä preussin sininen). Savimineraaleja voidaan myös käyttää vähentämään radioaktiivisen cesiumin siirtymistä rehuista eläinten aineenvaihduntaan. Kalsiumin lisääminen vähentää radioaktiivisen strontiumin ottoa ravinnosta. Porolle voidaan antaa myös nuolukiviä cesiumin vähentämiseksi poronlihasta.
- **Eläinten teurastamiseen liittyvät toimenpiteet.** Eläinten teurastusaikoja voidaan muuttaa siten, että teurastus tehdään ennen kuin saastunut rehu on mainittavasti saastuttanut eläimestä saatavan lihan. Toinen vaihtoehto on, että teurastusaika suunnitellaan siten, että sitä ennen käytetään ruokinnassa riittävän pitkän ajan puhdasta rehua ja siten varmistetaan lihan käyttökelpoisuus.

Joissakin tapauksissa on hyödyllistä radioaktiivisten aineiden mittaaminen suoraan elävistä tuotantoeläimistä, jotta voidaan etukäteen varmistua lihatuotteiden käyttökelpoisuudesta. Mittauksia voidaan käyttää myös eläinten ruokinnan suunnittelemiseksi.

Maidontuotantoa voidaan myös vähentää esimerkiksi eläinten ruokintaa muuttamalla. Mikäli pitkällä aikavälillä saastuneella alueella ei ole mahdollista tuottaa puhtaita elintarvikkeita, voidaan maidon- ja lihantuotantoa joutua osittain tai kokonaan lopettamaan.

### Kasvintuotanto

Esimerkkejä toimenpiteistä, joilla voidaan vähentää tuotantokasvien saastumista:

- **Kastelussa käytettävän veden puhtaus.** Saastunutta sade- tai pintavettä ei saa käyttää puutarhaviljelmien kasteluun.
- **Kasvuston poistaminen.** Kasvuston mukana pyritään poistamaan radioaktiiviset aineet pellolta ja puutarhaviljelmiltä maan puhtauden turvaamiseksi. Toimenpide on tehokas heti laskeuman saavuttua ja erityisesti ennen ensimmäistä sadetta. Vähemmän saastunut kasvusto voidaan harkinnan mukaan jättää pellolle.
- **Maan pintakerroksen kuoriminen (ohut kerros).** Mahdollista kohtalaisessa mittakaavassa, esim. puutarhaviljelyssä.
- **Kyntäminen.** Maan kyntämisessä radioaktiiviset aineet siirtyvät maan pinnalta syvemmälle ja sekoittuvat ison maakerroksen kanssa. Näin radioaktiiviset aineet siirtyvät kyntökerroksen syvyydestä riippuen ainakin osittain pois kasvien juurien alueelta. Niiden pitoisuus maassa laimee, kun ne sekoittuvat suurempaan maakerrokseen. Maan muokkauksessa jotkin radioaktiiviset aineet, esimerkiksi cesium, kiinnittyvät maassa olevaan saviainekseen niin, etteivät ne ole kasvien saatavilla. Toimenpide on normaalina viljelyyn liittyvänä toimenpiteenä mahdollista laajoilla alueella ja sitä voidaan tehostaa toistamalla.
- **Lannoitus ja maanparannus.** Parantavat kasvien normaalien ravinteiden saatavuutta, jolloin kemiallisesti samantyyppisesti käyttäytyvien radioaktiivisten aineiden otto vähenee. Toimenpide on tehokas vain, jos alkuperäinen ravinnetilanne on huono.
- **Viljeltävien kasvien valinta.** Valitaan sellaisia kasveja viljelyyn, joista valmistuksessa radioaktiiviset aineet eivät päädy tai päätyvät vain vähäisessä määrin raaka-aineesta valmiiseen tuotteeseen. Tällaisia tuotteita ovat esimerkiksi alkoholi ja sokeri. Viljelykasveiksi voidaan valita myös kasveja, joita ei käytetä elintarvikkeiksi, esimerkiksi energiatuotantokasveja.
- **Lumen poisto.** Toimenpide on tehokkain, jos se tehdään nopeasti laskeuman saapumisen jälkeen. Soveltuu esimerkiksi puutarhaviljelmille; ei ole mahdollista toteuttaa laajoilla peltoalueilla.

Jos tuotantoalueelta ei saada tarpeeksi puhtaita elintarvikkeita, voidaan muuttaa maan käyttötarkoitusta siirtymällä elintarviketuotannosta esimerkiksi metsäntuotantoon tai aluetta käytetään muuhun tarkoitukseen.

### Vesihuoltoa koskevat toimenpiteet

Säteilyvaaratilanteessa pyritään hankkimaan puhdasta vettä. Kesällä laskeumatilanteessa pintavesi saastuu. Talvella, mikäli vesialue on jäässä, pintavesi säilyy puhtaana niin kauan aikaa kunnes vesi-alueelle tulee sulamisvesiä. Pohjavesi säilyy puhtaana.

Mikäli talousvesi ei ole tarpeeksi puhdasta, tulee ihmisille järjestää erillinen puhtaan veden jakelu esimerkiksi tankkiautoilla.

Vesihuollossa mahdollisia toimenpiteitä ovat esimerkiksi:

- **Vedenottamon vaihtaminen.** Siirrytään mahdollisuuksien mukaan pohjavedenottamoihin tai puhtaalla alueella sijaitsevaan vedenottamoon
- **Vedenottokohdan vaihtaminen pintavesistössä.** Vedenottokohtaa voidaan siirtää esim. vesistössä saastumiskohdan yläpuolelle. Otetaan puhdasta vettä syvemmältä kohdalta siihen asti, kunnes radioaktiiviset aineet ovat sekoittuneet koko vesimassaan.
- **Vedenpuhdistuskäsittelyn tehostaminen vesilaitoksilla.**

#### Jatkojalostukseen liittyvät toimet

Jatkojalostuksessa mahdollisuudet lopputuotteiden sisältämien radioaktiivisten aineiden määrien vähentämiseksi ovat rajalliset. Joistakin raaka-aineista voidaan tehdä sellaisia elintarvikkeita, joiden valmistamisessa radioaktiiviset aineet eivät päädy tai päätyvät vain vähäisessä määrin valmiiseen elintarvikkeeseen.

- Maidosta voidaan valmistaa pitkään säilyviä elintarvikkeita kuten esimerkiksi juustoa, jolloin säilytysaikana lyhytikäiset radioaktiiviset aineet, esimerkiksi jodi häviävät kokonaan.
- Joissakin tuotantoprosesseissa, kuten sokerin valmistuksessa, radioaktiivisia aineita päätyy lopputuotteisiin vain vähäisessä määrin ilman erityisiä toimenpiteitä.

Myös ruoan valmistuksessa ja käsittelyssä on mahdollista poistaa osa radioaktiivisista aineista.

- Pinnalla olevaa kontaminaatiota voidaan poistaa huolellisella pesulla tai kuorimalla.
- Sienistä radioaktiivisia aineita voidaan poistaa veden mukana keittämällä tai liottamalla.
- Lihaa voidaan suolata liottamalla sitä suolaliuoksessa, jolloin esimerkiksi cesiumia poistuu suolaliuokseen.

## LIITE 9: Elintarvikkeiden keskimääräinen kulutus Suomessa

	Yksi – kaksi -vuotiaat lapset, kg/vuosi	Aikuiset, 25 – 64 -vuotiaat, kg/vuosi
Vehnä	7	22
Ruis	1,8	15
Kaura, ohra	7,5	3
Peruna	26	27
Lehtivihannekset	20 <sup>2</sup>	7
Juurekset		12
Hedelmävihannekset		26
Hedelmät	20	53
Marjat	5	8
Maito <sup>3</sup>	100	105
Voi		5,8 <sup>4</sup>
Juustot		14
Naudanliha	5,5	8,8
Sianliha	4,75	10
Lammas, riista, elimet		0,5
Siipikarjan liha		12
Kananmunat	1	7
Kala	1,8	11

<sup>1</sup> Vaihtelu eri henkilöiden kulutusmäärien välillä on hyvin suurta. Kulutustottumukset muuttuvat ajan mukana.

<sup>2</sup> Sisältää kaikki vihannekset

<sup>3</sup> Sisältää maidon ja maitotuotteet

<sup>4</sup> Sisältää kaikki maitoperäiset rasvat

## Pääasialliset lähteet:

- Helldán A., Raulio S., Koskela M., Tapanainen H., Ovaskainen M., Virtanen S. *Finravinto 2012 –tutkimus*. Raportti 16/2013. Tampere: Terveystietokeskus ja hyvinvoinnin laitos, 2013.
- Kyttälä P., Ovaskainen M., Kronberg-Kippilä C., Erkkola M., Tapanainen H., Tuokkola J., Veijola R., Simell O., Knip M., Virtanen S.M. *Lapsen ruokavalio ennen kouluikää*. Kansanterveyslaitoksen julkaisuja B32/2008. Helsinki ja Tampere: Kansanterveyslaitos, 2008.

**LIITE 10. EUn elintarvikkeiden pitoisuusrajat Tšernobylin ja Fukushimaonnettomuuksien johdosta***Tšernobylin onnettomuudesta johtuvat pitoisuusrajat*

Tšernobylin onnettomuuden johdosta on voimassa EU:n ulkopuolisista maista tuotaville elintarvikkeille seuraavat pitoisuusrajat: cesium-137 ja cesium-134 -pitoisuus yhteensä maitotuotteissa ja vauvan ruoassa 370 Bq/kg ja muissa elintarvikkeissa 600 Bq/kg<sup>13</sup>.

Myynnissä oleville luonnontuotteille, joihin kuuluvat riista, sienet, metsämarjat ja järvien petokalat, on voimassa komission suositus<sup>14</sup>, että tuotteiden cesium-137 ja cesium-134 -pitoisuus yhteensä ei saa ylittää arvoa 600 Bq/kg EU:n sisäisessä kaupassa.

Tšernobylin onnettomuudesta johtuvat pitoisuusrajoitukset väistyvät käytöstä, jos uuden säteilyvaaratilanteen vuoksi otetaan käyttöön Neuvoston asetuksen (Euratom) 2016/52 pitoisuusrajat.

*Fukushiman onnettomuudesta johtuvat pitoisuusrajat*

Fukushiman onnettomuuden johdosta on voimassa EU:iin tuotaville elintarvikkeille samat pitoisuusrajat, mitkä on määritelty Japanin lainsäädännössä maan sisälle myytävälle tuotteille: cesium-137 ja cesium-134 -pitoisuus yhteensä maitotuotteissa ja vauvan ruoassa 50 Bq/kg, muissa elintarvikkeissa 100 Bq/kg ja mineraalivesi sekä tee 10 Bq/kg<sup>15</sup>.

---

<sup>13</sup> Neuvoston asetus (ETY) N:o 737/90 ja sen muutokset neuvoston asetuksissa (EY) N:o 686/95, 616/2000 ja 806/2003

<sup>14</sup> 2003/274/Euratom

<sup>15</sup> Neuvoston täytäntöönpanoasetus (EU) 2017/2058