

SUOJELUTOIMET SÄTEILYVAARATILANTEEN VARHAISVAIHEESSA

1	YLEISTÄ	3
2	KÄSITTEITÄ JA MÄÄRITELMIÄ	3
3	SÄTEILYN TERVEYSHAITAT	5
4	SUOJELUTOIMIEN SÄTEILYSUOJELUPERUSTEET	5
5	VÄESTÖÄ KOSKEVAT SUOJELUTOIMET VARHAISVAIHEESSA	7
5.1	Sisälle suojautuminen	7
5.2	Joditablettien ottaminen	8
5.3	Alueen evakuoiminen	8
5.4	Välittömät toimenpiteet kotimaisen ydinvoimalaitoksen varautumisalueella	9
6	PÄÄSYN RAJOITTAMINEN ALUEELLE	10
6.1	Kulkurajoitukset	10
6.2	Alueen eristäminen	10
7	TYÖNTEKIJÖIDEN SUOJELU VARHAISVAIHEESSA	11
7.1	Kiireellisten suojelutoimien tekeminen	11
7.2	Onnettomuuden seurauksia lieventävät ja muut välttämättömät työt	11
7.3	Työntekijöiden suojautuminen ja säteilyaltistuksen arviointi	11
7.4	Normaali työssäkäynti säteilyvaara-alueella	11
8	ELINTARVIKKEITA, MUITA TUOTTEITA JA NIIDEN TUOTANTOA KOSKEVAT TOIMENPITEET	13
8.1	Elintarvikkeiden alkutuotannon, raaka-aineiden ja tuotantolaitosten suojaaminen	13
8.2	Elintarvikkeiden ja tavaroiden kaupan rajoitukset	14
LIITE 1	ARVOIDUT SÄTEILYVAARATILANTEIDEN SEURAUVAIKUTUKSET	15
LIITE 2	SISÄLLE SUOJAUTUMISEN ALTISTUSTA VÄHENTÄVÄ VAIKUTUS	16

Tämä ohje korvaa Säteilyturvakeskuksen julkaiseman ohjeen VAL 1.1 ”Säteilysuojelun toimenpiteet säteilyvaaratilanteessa”, 15.6.2001.

Ensimmäinen painos	ISBN 978-952-478-810-6 (nid.)
Helsinki 2013	ISBN 978-952-478-811-3 (pdf)
ISSN 1457-7801	ISBN 978-952-478-812-0 (html)



16.05.2013

Ohje suojelutoimiksi säteilyvaaratilanteen varhaisvaiheessa

Sisäasiainministeriö hyväksyy Säteilyturvakeskuksen laatiman ohjeen Suojelutoimet säteilyvaaratilanteen varhaisvaiheessa, VAL 1, 5.10.2012 otettavaksi käyttöön.

Ohje korvaa osaltaan ohjeen SM-2001-01285/Tu-311 Säteilysuojelun toimenpiteet säteilyvaaratilanteessa, VAL 1.1, 15.6.2001.

Valmiusjohtaja

Janne Koivukoski

Ylitarkastaja

Mikko Jääskeläinen

1 Yleistä

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

Säteilyvaaratilanteen varhaisvaiheessa tilannetta koskevat tiedot voivat olla hyvin puutteellisia ja tilanne on edelleen muutosvaiheessa: esimerkiksi on olemassa uhka radioaktiivisten aineiden vapautumisesta ympäristöön tai niitä jo vapautuu. Kaikkien suojelutoimien toteuttaminen vie aikaa ja tarvitaan etukäteisvalmisteluja, jotta toimet voidaan tehdä mahdollisimman oikea-aikaisesti säteilyaltistuksen pienentämiseksi. Päätöksiä saatetaan joutua tekemään puutteellisin tiedoin säteilytilanteesta ja sen turvallisuusmerkityksestä.

Ohjeessa annetaan toimenpidetasoja väestön suojelemiseksi säteilyvaaratilanteen varhaisvaiheessa. Ohje sisältää myös toimenpidetasoja elintarvikkeiden ja tuotannon suojaamiseksi sekä tilanteen hoitoon osallistuvien työntekijöiden suojelemiseksi. Ohjeessa esitetyt toimenpidetasot eivät ole tiukasti noudatettavia rajoja vaan ainoastaan suuruusluokkia ja suuntaa antavia tasoja, jotka ovat joko ennakoituja, laskennallisia tai mitattavia. Toimenpiteitä voi olla perusteltua toteuttaa ylemmällä tai alemmalla tasolla. Lisäksi ohjeessa on esitetty toimia, joita tulee toteuttaa mahdollisen tai ennakoitun uhkan perusteella. Tällaisia tilanteita ovat muun muassa turvallisuutta mahdollisesti heikentävä tilanne ydinlaitoksella sekä mahdollinen säteilylähde tulipalossa tai räjäytyksessä.

Säteilyvaaratilanteen vaiheesta toiseen siirytään joustavasti. Eri alueet voivat olla samanaikaisesti säteilyvaaratilanteen eri vaiheessa esimerkiksi tilanteessa, jossa päästöpilvi kulkeutuu alueelta toiselle. Säteilyvaaratilanteen jälkivaiheen hoitoa koskee ohje VAL 2. VAL 1- tai VAL 2 -ohjeisiin ei sisälly toipumisvaiheen pitkän aikavälin suojelutoimet.

Säteilyvaaratilanteen aikana suojelutoimenpiteitä koskevien päätösten valmisteluun osallistuu paljon viranomaisia ja muita toimijoita. Eri toimijoiden rooleja ja vastuita käsitellään sisäasiainministeriön voimaan saattamassa ohjeessa Säteilyvaaratilanteet – toimijoiden vastuut ja tehtävät.

Tässä ohjeessa on huomioitu kansainväliset säteilysuojelun periaatteet.

2 Käsitteitä ja määritelmiä

Säteilyvaaratilanteella tarkoitetaan tilannetta, jossa uhkaavan tai toteutuneen tapahtuman seurauksena väestö tai pelastus- ja suojelutoimiin osallistuvat työntekijät tai molemmat ryhmät voivat altistua säteilylle normaalia enemmän. Vaaraa aiheuttavat radioaktiiviset aineet uhkaavat levitä tai ovat jo levinneet elinympäristöön, säteilylähteen suojaus on vaarassa heikentyä tai on heikentynyt, tai on olemassa muu vaara säteilylähteen aiheuttamasta säteilystä.

Säteilyvaaratilanteen vaiheet.

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

Varhaisvaiheeseen kuuluu tilanteen alkutapahtumat ennen radioaktiivisten aineiden suojauksen heikentymistä tai vapautumista ympäristöön sekä radioaktiivisten aineiden vapautuminen ympäristöön. 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. Esimerkiksi ydinvoimalaitosonnettomuudessa säteilyvaaratilanteen varhaisvaihe kestää siihen asti, kun radioaktiivisia aineita sisältävä pilvi on kulkeutunut pois suojeltavalta alueelta eikä enää ole uhkaa merkittävistä lisäpäästöistä ympäristöön. Varhaisvaiheen alussa ennuste mahdollisen päästön todennäköisyydestä, ajankohdasta ja määrästä on yleensä hyvin epävarma. Päästön tapahtuessa säätila ja sen muutokset vaikuttavat olennaisesti tapahtuman seurauksiin. Tapahtuman ja sen seurausten arviointiin liittyy epävarmuuksia ja sen vuoksi suojelutoi-

mista voidaan joutua päättämään nopeasti ilman kattavia tietoja tilanteesta. Säteilyvaaratilanne voi olla myös sellainen, jossa varhaisvaihetta ei ole tai se on ajallisesti hyvin lyhyt.

Jälkivaiheessa elinympäristön säteilytaso ei enää nouse eikä ole odotettavissa uutta radioaktiivisten aineiden vapautumista ympäristöön. Jälkivaihe on esimerkiksi radioaktiivisia aineita sisältäneen pilven ohikulun jälkeinen aika, jolloin suurin osa radioaktiivisista aineista on jo maassa tai erilaisilla pinnoilla eikä laskeuma enää lisääny merkittävästi. Jälkivaiheessa päätetään, voidaanko varhaisvaiheessa toteutettuja suojelutoimia purkaa, lieventää tai muuttaa. Lisäksi käynnistetään uusia toimenpiteitä säteilyaltistuksen pienentämiseksi ja radioaktiivisten aineiden määrän vähentämiseksi elinympäristöstä tai saastuneen materiaalin eristämiseksi. Ennen jälkivaihetta ei aina ole varhaisvaihetta, tai se on hyvin lyhyt kuten esimerkiksi ympäristön, elintarvikkeiden tai muun materiaalin tahalliseksi saastuttamisessa. Tällöin suojelutoimet käynnistetään jälkivaiheessa. Jälkivaiheen kesto riippuu muun muassa säteilyvaaran aiheuttajasta. Jälkivaihe voi kestää muutamasta päivästä muutama vuoteen.

Toipumisvaiheessa 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. Tarvittaessa annetaan maa- ja vesialueiden pitkäaikaisia käyttörajoituksia, tai suunnataan alueiden käyttöä tai tuotantoa uudelleen. Elinympäristön puhdistaminen radioaktiivisista aineista jatkuu, samoin kuin radioaktiivisia aineita sisältävistä jätteistä huolehtiminen. Toipumisvaiheen kesto voi olla viikoista kymmeneen vuosiin.

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

Säteilyannos kuvaa säteilyn aiheuttamaa terveydellistä haittaa yksilölle. Tässä ohjeessa efektiivisestä annoksesta ja ekvivalenttiannoksesta käytetään yhteistä nimitystä säteilyannos.

Efektiivisellä annoksella tarkoitetaan säteilyn aiheuttamaa terveydellistä kokonaishaittaa. **Ekvivalenttiannoksella** tarkoitetaan tietylle kudokselle tai elimelle aiheutunutta haittaa. Säteilyannoksen yksikkö on sievert (Sv) ja sen kerrannaisyksiköt milliSv (0,001 Sv) ja mikroSv (0,000 001 Sv).

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 mikrosieverteinä tunnissa (mikroSv/h) tai millisieverteinä tunnissa (milliSv/h).

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).

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.

Suojelutoimilla tarkoitetaan sellaisia toimia, joilla vähennetään ihmisten säteilyaltistusta. Suojelutoimet voivat koskea ihmisiä, elinympäristöä, yhteiskunnan toimintoja, elinkeinoelämää, alkutuotantoa, elintarvikkeita, vettä ja radioaktiivisia aineita sisältäviä jätteitä.

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 toimenpidetason ylittyessä, tai kun sen ennakoitaan ylittyvän, suojelutoimenpide on yleensä tarpeen. Tässä

ohjeessa annettavat ohjeelliset toimenpidetasot ovat suuntaa antavia, ja säteilyvaaratilanteen aikana olosuhteet huomioon ottaen niitä voi olla tarpeen muuttaa.

Säteilyaltistuksen enimmäistaso on sellainen yhden vuoden aikana saatava säteilyannos, jonka ylitystä pyritään välttämään. Tavoitteena on, että säteilyvaaratilanteen ensimmäisen vuoden aikana ihmisten säteilyaltistus on enintään 20 milliSv ja että suojelutoimien avulla ainakin suurimmalle osalle väestöstä jäljelle jäävä altistus on tätä pienempi. Säteilyaltistusta arvioitaessa huomioidaan kaikki vaaratilanteen aiheuttamat altistusreitit sekä suojelutoimien altistusta pienentävät vaikutukset. Enimmäistasoa pienennetään ajan kuluessa, kunnes saavutetaan tilanne, joka on pysyvästi hyväksyttävä

Voimakkaita gamma- ja beetasäteilijöitä ovat esimerkiksi seuraavat nuklidit: koboltti-58 (^{58}Co), koboltti-60 (^{60}Co), rutenium-106 (^{106}Ru), hopea-110m ($^{110\text{m}}\text{Ag}$), jodi-131 (^{131}I), cesium-134 (^{134}Cs), cesium-137 (^{137}Cs), cerium-144 (^{144}Ce), strontium-90 (^{90}Sr), iridium-192 (^{192}Ir) ja radium-226 (^{226}Ra). **Heikkoja gamma- ja beetasäteilijöitä** ovat esimerkiksi tritium (^3H), hiili-14 (^{14}C), kromi-51 (^{51}Cr), rauta-55 (^{55}Fe) ja nikkeli-63 (^{63}Ni).

3 Säteilyn terveyshaitat

Kaikissa suojelutoimissa tavoitteena on, että väestön altistus jää mahdollisimman pieneksi, minimoidaan tilanteesta aiheutuvat muut haitat, ja että ihmisten elinolosuhteet ja yhteiskunnan toiminta saadaan palautettua mahdollisimman normaaleiksi.

Väestön säteilyaltistuksen pienentämisen tavoitteet ovat:

- Estetään säteilystä aiheutuvat suorat terveyshaitat (säteilyvammat, säteily sairaudet, kuolemantapaukset).
- Pidetään säteilyn satunnaiset vaikutukset (syöpä, periytyvät haitat) kaikissa väestöosissa niin vähäisinä kuin käytännössä on mahdollista ja järkevää.

Säteilyn suorat terveyshaitat perustuvat solujen tuhoutumiseen. Suoria terveyshaittoja alkaa esiintyä, kun lyhyellä aikavälillä, esimerkiksi yhden vuorokauden aikana, saatu annos

on suuruusluokkaa 1000 milliSv tai suurempi. 1000 milliSv:n annos yhden vuorokauden aikana aiheuttaisi osalle altistuneista ohimenevää pahoinvointia ja tilapäisiä verenkuvan muutoksia. Lyhyessä ajassa saatu 3000 milliSv:n annoksesta kehittyy 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

- suojaamattoman voimakkaan säteilylähteen välittömässä läheisyydessä
- suojaamattomalle henkilölle ydinvoimalaitoksen läheisyydessä, jos onnettomuudessa vapautuva radioaktiivisten aineiden päästö on lähellä suurinta teoreettisesti mahdollista päästöä ja sääolosuhteet ovat epäsuotuisat
- suojaamattomalle henkilölle jopa muutaman sadan kilometrin etäisyydellä suuren ydinaseen räjäytyspaikasta; syntyneen vaara-alueen laajuus riippuu mm. ydinaseen koosta, räjäytyskorkeudesta ja säättilasta.

Jos on olemassa vaara suorista terveyshaitoista, suojelutoimet ovat ehdottoman tarpeellisia ja ne on toteutettava kiireellisenä.

Säteilyn satunnaiset vaikutukset perustuvat solun perimässä tapahtuviin muutoksiin. Näitä vaikutuksia voi esiintyä kaikkensuuruisilla säteilyannoksilla, ja niitä voi aiheuttaa myös luonnonsäteily. Suojelutoimilla pyritään ensisijaisesti pienentämään syöpäriskiä. Satunnaiset vaikutukset ilmenevät yleensä vasta pitkän ajan kuluessa, ja niiden todennäköisyys on yksittäisen ihmisen kohdalla aina pieni.

4 Suojelutoimien säteilysojelu perusteet

Erilaisissa säteilyvaaratilanteissa voi olla erilaisia altistusreittejä. Näitä ovat

- suojaamattoman säteilylähteen, laskeuman tai radioaktiivisia aineita sisältävän pilven aiheuttama suora säteily,
- hengitysilman radioaktiiviset aineet,
- saastuneet elintarvikkeet ja juomavesi
- ihon saastuminen

- muut reitit kuten radioaktiivisten aineiden kulkeutuminen kehoon esimerkiksi saastu-neiden käsien käydessä suussa tai avoimen haavan kautta.

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

Säteilyvaaratilanteessa toteutettavien suojelutoimien tavoitteena on pitää ihmisille aiheutuvat säteilyannokset niin pieninä kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista ja järkevää. Koko tilanteen ajan tulee arvioida ihmisten saamaa altistusta, kun otetaan suojelutoimet huomioon sekä tarvetta uusien suojelutoimien toteuttamiseen tai jo tehtyjen muuttamisen, jatkamiseen tai lopettamiseen, jotta tilanteen aiheuttama annos on mahdollisimman pieni. Kun huomioidaan kaikki altistusreitit, voidaan samanaikaisesti tarvita useita suojelutoimia.

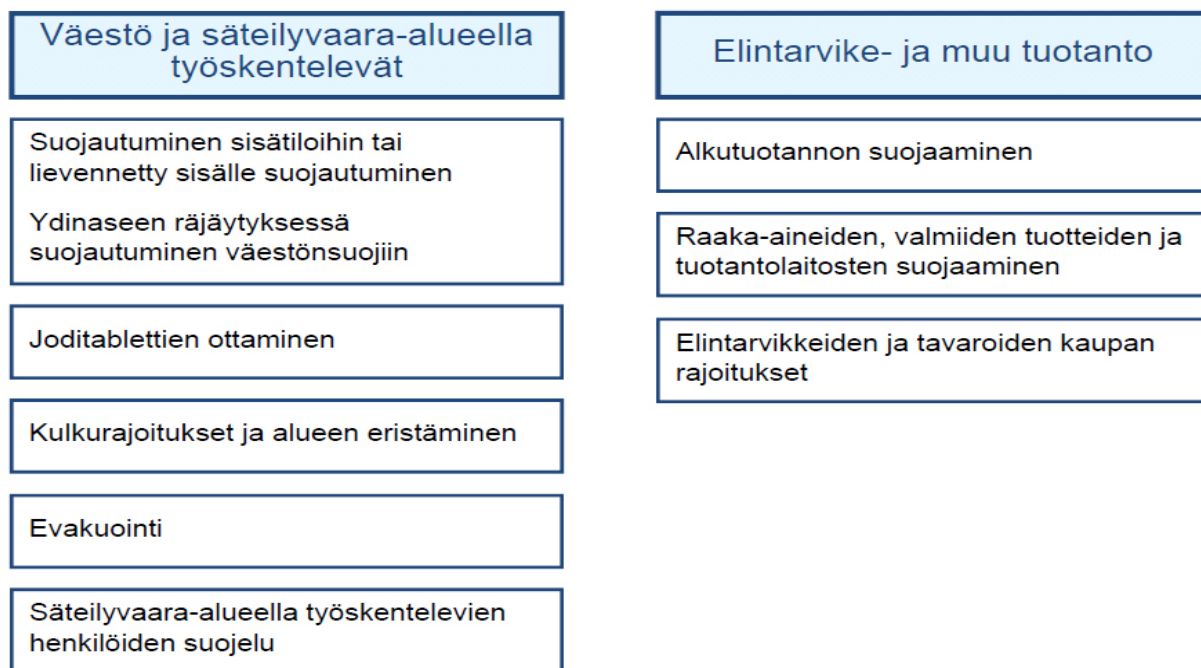
Suojelutoimien tavoitteena on, että säteilyvaaratilanteesta ei aiheudu säteilyaltistuksen enimmäistason (20 milliSv) ylittävää annosta ensimmäisen vuoden aikana, kun huomioidaan kaikki altistusreitit varhaisvaiheessa ja jälkivaiheessa sekä toteutettujen suojelutoimien vaikutus altistuksen pienentämiseksi.

Mikäli säteilyvaaratilanteen aiheuttaman altistuksen ensimmäisen vuoden aikana ennakoidaan olevan:

- suurempi kuin 10 milliSv, on toteutettava väestön altistusta pienentäviä suojelutoimia
- 1–10 milliSv, ovat suojelutoimet yleensä perusteltuja
- pienempi kuin 1 milliSv, voidaan altistusta vähentäviä suojelutoimia tehdä silloin, kun ne ovat helposti ja järkevästi toteutettavissa.

Eri altistusreiteistä aiheutuva yhteenlaskettu annos voi olla suurempi kuin 20 milliSv, vaikka suojelutoimet toteutettaisiin tässä ohjeessa annetuilla toimenpidetasoilla. Ylitys on mahdollinen esimerkiksi silloin, kun ollaan lähellä useamman suojelutoimen toimenpidetasoja, niitä kuitenkin ylittämättä, jolloin kaikkia yksittäisiä suojelutoimia ei toteuteta.

Suojelutoimien harkinnassa, valinnassa ja toteutuksessa huomioidaan tapauksen luonne ja muut olosuhteet. Suojelutoimien toteuttamisesta on päätettävä viimeistään, kun jokin tässä ohjeessa annettu ohjeellinen toimenpidetaso ylittyy tai kun sen ennakoidaan ylittyvän.



Kuva 1. Suojelutoimet säteilyvaaratilanteen varhaisvaiheessa.

Ydinvoimalaitosten lähialueella suojelutoimien tarveharkinta perustuu kuitenkin ensisijaisesti ennusteeseen tilanteen pahenemisesta kyseisellä ydinlaitoksella. Ohjeellinen toimenpidetaso on vain suuntaa antava ja toimenpiteitä voi olla perusteltua toteuttaa ylempällä tai myös alemmalla tasolla.

Varhaisvaiheen toimet kohdistuvat muun muassa ihmisiin ja tuotantoon. Tähän ohjeeseen sisältyvät suojelutoimet on esitetty kuvassa 1.

5 Väestöä koskevat suojelutoimet varhaisvaiheessa

Tässä luvussa käsiteltävät suojelutoimenpiteet ja ohjeelliset toimenpidetasot koskevat erilaisia säteilyvaaratilanteita. Vaikka luvussa annetaan kunkin toimenpiteen tarpeellisuudelle erillinen kriteeristö, toteutetaan tilanteen aikana eri toimia samanaikaisesti, ja ne ovat toisiaan täydentäviä. Esimerkkinä on samanaikainen suojautuminen sisätiloihin, joditablettien ottaminen ja kulkurajoitusten voimaan asettaminen.

5.1 Sisälle suojautuminen

Sisälle suojautumisella vähennetään hengitysilmassa olevien radioaktiivisten aineiden joutumista kehoon ja pienennetään ulkoisesta säteilystä aiheutuvaa säteilyannosta. Suojautuminen normaaleihin sisätiloihin on yleensä riittävä toimenpide muissa säteilyvaaratilanteissa kuin ydinräjäytyksessä. Liitteessä 2 on esitetty sisälle suojautumisen altistusta pienentävät vaikutukset.

Sisälle suojautuminen on perusteltua, jos 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/m³ (plutonium-239 ja amerikum-241)
 - beetasäteilijät 1000 Bq/m³ (strontium-90)
 - cesium-137, jodi-131 ja muut voimakkaat gammasäteilijät yhteensä 10 000 Bq/m³.

Sisälle pyritään suojautumaan ennen radioaktiivisten aineiden saapumista alueelle. Sisälle suojautumista koskeva päätös tulisi tehdä, mikäli mahdollista, noin neljä tuntia ennen suojautumisen alkamista. Tällöin ehditään tiedottaa suojautumistarpeesta ja antaa tarvittavat ohjeet.

Sisälle suojautumista edellyttävällä alueella tulee sulkea mahdollisuuksien mukaan ilmanvaihto kaikista rakennuksista, kuten asuinrakennuksista, toimitiloista ja tuotantolaitoksista. Ovet, ikkunat, ilmanvaihtaukot ja muut ilmanvaihtoon vaikuttavat läpiviennit, kuten takkahormit, suljetaan mahdollisimman tiiviisti. Sisälläoloaikana on parasta pysyä rakennuksen keskiosassa tai kellaritiloissa ja välttää huoneita, joissa on suuria ikkunoita. Näillä toimilla vähennetään ulkoisen säteilyn aiheuttamaa altistusta ja sisätilojen saastumista.

Ydinaseen räjäytyksestä seuraava säteilytilanne on erilainen kuin esimerkiksi vakavan ydinvoimalaitosonnettomuuden aiheuttama säteilytilanne. Ydinräjähdyksessä syntyy suuri määrä voimakkaasti säteileviä radioaktiivisia aineita ja ulkoisen säteilyn annosnopeus voi alussa nousta nopeasti hyvin suureksi. Tällöin ihmisten tulisi radioaktiivisten aineiden leviämisaueella suojautua väestönsuojiiin. Mikäli väestönsuojia ei ole, tai niitä ei saada nopeasti käyttövalmiiksi, suojaudutaan mahdollisimman hyvin sisätiloihin.

Lievennetty sisälle suojautuminen

Sisälle suojautumista lievempi toimenpide on välttää tarpeetonta ulkona oloa. Ulkona oloa rajoitetaan, jos suojautumattomalle henkilölle arvioidaan kertyvän säteilyannosta kahden vuorokauden aikana 1–10 milliSv. Erityisen tärkeää on rajoittaa lasten ulkona olo minimiin.

Ohjeellinen toimenpidetaso lievennettyyn sisälle suojautumiseen:

- 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/m³ (plutonium-239 ja amerikum-241)
 - beetasäteilijät 100 Bq/m³ (strontium-90)
 - cesium-137, jodi-131 ja muut voimakkaat gammasäteilijät yhteensä 1000 Bq/m³.

5.2 Joditablettien ottaminen

Stabiilin jodin ottamisella voidaan tehokkaasti vähentää radioaktiivisen jodin kerääntymistä kilpirauhaseen. Joditabletti suojaa vain kilpirauhasta eikä vähennä muuta altistusta. Joditablettien ottaminen on erityisen tärkeää lapsille ja raskaana oleville naisille, sillä lasten ja sikiön kilpirauhaset ovat herkempiä säteilylle kuin aikuisten. Mikäli joditabletteja ei ole saatavilla koko väestölle, on huolehdittava niiden jakelusta ensisijaisesti lapsille ja raskaana oleville naisille.

Joditabletin ottaminen on sisätiloihin suojautumista täydentävä toimi. Suojautumalla sisätiloihin vähennetään merkittävästi hengityksen kautta kehoon joutuvien radioaktiivisten aineiden määrää (ks. liite 2) ja tällöin myös kilpirauhasen annos pienenee. Joditabletteja ei pidä lähteä hankkimaan silloin, kun on jo kehoitettu suojautumaan sisätiloihin.

Joditablettien ottaminen on tarpeen, kun kilpirauhasen annoksen ennakoidaan olevan yli 100 milliSv aikuisille ja yli 10 milliSv alle 18-vuotiailla 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 kahden vuorokauden aikana on tai ennakoidaan olevan suurempi kuin 10 000 Bq/m³

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 kahden vuorokauden aikana on tai ennakoidaan olevan suurempi kuin 1 000 Bq/m³.

Joditablettien annostuksessa noudatetaan pakkauksen annosteluohjeita. Joditabletteja ei pidä ottaa, jos on yliherkkä jodille tai henkilöllä on todettu esimerkiksi kilpirauhasen toimintahäiriö tai muu kilpirauhasairaus.

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. Jos jodiannos otetaan vasta, kun puoli vuorokautta on kulunut radioaktiivisen jodin hengittämisestä, se ei enää vähennä kilpirauhaselle aiheutuvaa säteilyannosta.

Mikäli radioaktiivinen pilvi on paikakkunnalla yli yhden vuorokauden, tulee harkita jodiannoksen uusimista. Harkinta tehdään ilmassa olevan jodin pitoisuuden perusteella. Toimenpidetasot ovat samat kuin yllä. Alle viikon ikäisten vastasyntyneiden jodiannosta ei tule toistaa, koska kilpirauhasen toiminta saattaa häiriintyä.

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

Joditabletteja voi ostaa apteekeista. Yritysten ja laitosten sekä taloyhtiöiden tulisi hankkia joditabletit työntekijöiden ja muiden näissä tiloissa olevien tarpeeseen. Sosiaali- ja terveysministeriö on suositellut, että terveyskeskukset pitävät varalla joditabletteja. Voimayhtiöt huolehtivat joditablettien jakamisesta kaikkiin vakinaisiin ja vapaa-ajan asuntoihin, joiden etäisyys ydinvoimalaitoksesta on korkeintaan viisi kilometriä. Jotta joditabletteja olisi kaikkialla Suomessa saatavilla, väestö voi hankkia joditabletteja oma-toimisesti kotiinsa ja loma-asuntoihinsa.

5.3 Alueen evakuoiminen

Evakuointi on tarpeen toteuttaa mahdollisimman nopeasti, jos suojautumattoman henkilön säteilyannoksen ennakoidaan nousevan yli 20 milliSv ensimmäisen viikon aikana tai jos voidaan jo tässä vaiheessa ennakoida, että sisälle suojautumisen tarve on pitempi kuin kaksi vuorokautta. Evakuointi toteutetaan ennen radioaktiivisen pilven saapumista alueelle, jos aikaa tähän on riittävästi. Pilven ollessa lähellä aluetta tai jo alueen kohdalla, jolloin hengitysilmassa on radioaktiivisia aineita, ei evakuointia käynnistetä vaan suojaudutaan sisätiloihin siihen asti, kunnes evakuointi voidaan toteuttaa.

Jälkivaiheessa toteutettavia evakuointeja käsitellään ohjeessa VAL 2. Kotimaisen ydinvoimalaitoksen suojavyöhykkeen evakuointia käsitellään luvussa 5.4.

Mikäli kyseessä on vaara säteilylähteiden

sisältämien radioaktiivisten aineiden leviämistä ympäristöön onnettomuudessa tai tahallisen teon seurauksena tai kyseessä on säteilylähteen aiheuttama muu säteilyvaara, kuten suora säteily, tulee eristysalueella (ks. luku 6, taulukko I) olevat henkilöt nopeasti evakuoida kyseiseltä alueelta. Ensisijaisesti evakuointi koskee ulkona olevia henkilöitä.

5.4 Välittömät toimenpiteet kotimaisen ydinvoimalaitoksen varautumisalueella

Vakavan onnettomuuden uhatessa kotimaista ydinvoimalaitosta joudutaan tekemään nopeita päätöksiä väestön suojelemiseksi laitoksen ympäristössä, pelastustoiminnan varautumisalueella¹, joka ulottuu noin 20 km:n etäisyydelle laitoksesta. Päätöksenteko perustuu ydinvoimalaitoksella vallitsevaan tilanteeseen sekä arvioon sen kehittymisestä ja päästön mahdollisuudesta. Mahdollisen päästön suuruutta ja vapautuvia radioaktiivisia aineita ei voida ennakoita tarkasti, joten säteilytilanteeseen perustuvia tai ennakoituja toimenpidetasoja ei voida soveltaa uhkavaiheessa.

Suojelutoimien toteuttamisen suunnittelu- peruste on, että noin neljän tunnin kuluessa pelastustoiminnan johdon päätöksestä saadaan tarvittavat väestön suojelutoimet toteutettua varautumisalueella. Viranomaisten tulee nostaa omaa valmiuttaan suojelutoimenpiteiden toteuttamiseen jo siinä vaiheessa, kun ydinvoimalaitoksen valmiusorganisaatio ilmoittaa laitoksen olevan laitoshätätilassa².

Välitön evakuointi tulee toteuttaa kotimai-

sen ydinvoimalaitoksen suojavyöhykkeeltä³, jos on olemassa uhka merkittävälle radioaktiivisten aineiden päästölle ympäristöön. Evakuointi on tarpeen viimeistään, kun ydinvoimalaitoksen valmiusorganisaatio ilmoittaa laitoksen olevan yleishätätilassa⁴. Mikäli on perusteltu syy epäillä, että reaktori voi vaurioitua nopeasti tai että sitä yritetään vaurioittaa tahallisesti, suojavyöhykkeen välitön evakuointi tulee käynnistää riippumatta siitä, mikä on sen hetkinen laitoksen valmiustilanteen luokitus. Jos evakuointia ei pystytä toteuttamaan esimerkiksi nopeasti alkavan päästön tai sen uhkan, tai äärimmäisten sääolosuhteiden vuoksi, tulee suojavyöhykkeellä suojautua sisätiloihin ja ottaa jodiannos.

Samanaikaisesti suojavyöhykkeen evakuoinnin kanssa on tarpeen käynnistää väestön sisälle suojautuminen sillä suunnalla suojavyöhykkeen ulkopuolista varautumisaluetta, jonne mahdollinen päästö sen tapahduttua ennakoidaan kulkuvan ja aiheuttavan sellaisen säteilytilanteen, että suojautuminen sisätiloihin on tarpeen. Sisälle suojautumisen yhteydessä on tarpeen ottaa myös jodiannos. Harkittavaksi voi tulla lisäksi tiettyjen väestöryhmien kuten lasten evakuointi kouluista tai päiväkodeista päästöpilven kulkusuunnalta.

Jos päästö jatkuu tai sen ennakoidaan jatkuvan yli kaksi vuorokautta, voi säteilyaltistuksen pienentämiseksi olla perusteltua evakuoida sisälle suojautunut väestö tai osa siitä onnettomuuspaikan lähialueelta, vaikka radioaktiivisia aineita on edelleen ilmassa. Toimenpiteen toteuttamisen oikea-aikaisuus edellyttää arviota tilanteen kehittymisestä ja säätilan huomioon ottamista ajankohdan valinnassa.

1 Varautumisalue on alue, joka ulottuu noin 20 kilometrin etäisyydelle laitoksesta, ja jolle viranomaisten on laadittava pelastuslain (379/2011) 48 §:n mukainen pelastussuunnitelma. (VNA 735/2008)

2 Laitoshätätila on tilanne, jossa ydinvoimalaitoksen turvallisuus heikkenee tai uhkaa heikettä merkittävästi (VNA 735/2008).

3 Suojavyöhyke on alue, joka ulottuu noin 5 kilometrin etäisyydelle ydinvoimalaitoksesta ja jossa on maankäyttöön kohdistuvia rajoituksia (VNA 735/2008).

4 Yleishätätila on tilanne, jossa on olemassa vaara sellaisista radioaktiivisten aineiden päästöistä, jotka saattavat edellyttää suojelutoimenpiteitä ydinvoimalaitoksen ympäristössä (VNA 735/2008).

6 Pääsyn rajoittaminen alueelle

6.1 Kulkurajoitukset

Kulkurajoituksilla tarkoitetaan toimia, joilla rajoitetaan pääsyä alueelle muutoin kuin aivan välttämättömiin tehtäviin tai pääsy alueelle estetään kokonaan. Kulkurajoituksia tarvitaan tilanteissa, joissa radioaktiivisia aineita leviää tai voi levitä laajalle alueelle.

Kulkurajoitukset voivat koskea maa-, vesi- ja ilmaliikennettä sekä satamia ja lentokenttiä.

6.2 Alueen eristäminen

Alueen eristäminen voi olla tarpeen silloin, kun kyseessä on tilanne, jossa radioaktiiviset aineet jäävät suppealle alueelle.

Tapahtumapaikka on tarpeen eristää silloin, kun kyseessä on epäily tai vaara säteilylähteiden

sisältämien radioaktiivisten aineiden leviämistä ympäristöön onnettomuudessa tai tahallisen teon seurauksena tai säteilylähteiden aiheuttama suoras säteily. Taulukossa I on suuntaa antavat ohjeet eristettävän alueen suuruudesta erilaisissa säteilylähteitä koskevissa tilanteissa.

Ohjeellinen toimenpidetaso kulkurajoituksille:

- 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/ m³ (plutonium-239 ja amerikum-241)
 - beetasäteilijät 1 000 Bq/ m³ (strontium-90),
 - cesium-137, jodi-131 ja muut voimakkaat gammasäteilijät yhteensä 10 000 Bq/ m³

Taulukko I. Eristysalueen koko erilaisissa tilanteissa.

Tapahtumapaikka ulkona	Eristettävän alueen koko
— räjäyttämätön tai räjäytetty ns. likainen pommi* — tulipalo tai räjähdys (esim. kaasuräjähdys), jossa oletetaan tai tiedetään olevan mukana korkea-aktiivinen säteilylähde	— alue, jonka sisäpuolella annosnopeus on yli 100 mikroSv/h, säde kuitenkin vähintään 300 m
— ilman suojusta oleva tai vaurioitunut, mahdollisesti korkea-aktiivinen säteilylähde; ei räjähdysvaaraa tai tulipaloa — vuotava, mahdollisesti korkea-aktiivinen säteilylähde; ei räjähdysvaaraa tai tulipaloa	— alue, jonka sisäpuolella annosnopeus on yli 100 mikroSv/h, säde kuitenkin vähintään 30 m
Tapahtumapaikka sisällä	Eristettävän alueen koko
— mahdollisesti korkea-aktiivisen säteilylähteen vaurioituminen, suojauksen menettäminen tai nestemäisen tai kaasumaisen säteilylähteen vuotaminen sisätiloissa	— alue, jonka sisäpuolella ulkoinen annosnopeus ylittää 100 mikroSv/h, kuitenkin vähintään lähitilat mukaan lukien ylä- ja alapuolella olevat kerrokset — 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
mahdollinen korkea-aktiivisen säteilylähteen sulaminen metallisulatuksessa	alueet, joiden sisäpuolella ulkoinen annosnopeus ylittää 100 mikroSv/h, kuitenkin vähintään metallisulatto ja saastuneen materiaalin käsittely- tai varastointitilat ja -alueet

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

* Radioaktiivisen aineen levittäminen ympäristöön tavanomaisen räjähteen avulla

7 Työntekijöiden suojeleminen varhaisvaiheessa

7.1 Kiireellisten suojelutoimien tekeminen

Välittömästi onnettomuuden tapahduttua voidaan tarvita nopeita toimia, joilla pelastetaan ihmishenkiä tai estetään vakavia loukkaantumisia. Kiireellisiä suojelutoimia ovat myös säteilylähteen tai säteilytilanteen hallintaan saamiseen liittyvät työt sekä muut säteilyaltistusta rajoittavat toimet, kuten esimerkiksi kiireellisiin väestönsiirtoihin liittyvät tehtävät sekä välttämättömät toimet turvallisuuden ylläpitämiseksi sisälle suojautumisen aikana.

Kiireellisten suojelutoimien tekemiseen, onnettomuuden seurausten lieventämiseen sekä muihin välttämättömiin töihin osallistuvat työntekijät voivat altistua säteilylle muuta väestöä enemmän. Näiden työntekijöiden suojeleminen noudatetaan säteilytyöntekijöiden annosrajoja, ellei ole pakottavia syitä poiketa niistä. Tavoitteena on, että säteilyvaaratilanteessa työntekijän annos ei ylitä 20 milliSv vuodessa. Raskaana olevalla naisella ei saa teettää onnettomuustilanteessa eikä sen jälkeen toimenpiteitä, jotka aiheuttavat altistumista säteilylle.

Kiireellisiä suojelutoimia tekevät työntekijät ovat todennäköisimmin säteilyn käyttöpaikan tai ydinlaitoksen omaa henkilöstöä, mutta niitä voivat joutua tekemään myös pelastushenkilöstö, poliisi ja terveydenhuoltohenkilöstö.

Suojelutoimet tulee järjestää siten, että työntekijöille ei aiheudu tarpeetonta säteilyaltistusta. Annosrajat voidaan ylittää vain välttämättömissä tapauksissa. Ellei kysymys ole ihmishenkien pelastamisesta, kiireellisiin suojelutoimiin osallistuvan työntekijän annos ei saa ylittää 500 milliSv. Ihmishenkien pelastamista ovat myös ne onnettomuustilanteen hallintaan liittyvät toimet, joilla pystytään estämään sellaiset onnettomuuden seuraukset, joissa ihmishenkien menettäminen on todennäköistä. Suojelutoimiin osallistumisen tulee perustua vapaaehtoisuuteen. Työntekijöiden tulee olla tietoisia tehtävään liittyvistä riskeistä ja heille tulee järjestää koulutus ja opastus turvalliseen työhön.

Työntekijöiden annokset on määritettävä (luku 7.3) ja tulokset on ilmoitettava Säteilyturvakeskukseen. Niille työntekijöille, joiden al-

tistus ylittää 6 milliSv, tulee järjestää mahdollisuus terveystarkastukseen.

7.2 Onnettomuuden seurauksia lieventävät ja muut välttämättömät työt

Onnettomuuden seurauksia lieventäviä ja muita välttämättömiä töitä säteilyvaaratilanteen varhaisvaiheessa ovat esimerkiksi vartiointi ja kulunvalvonta, säteilytilanteen kartoitus ja muu mittaustoiminta, välttämättömät sosiaali- ja terveydenhuoltopalvelut ja yhteiskunnan elintärkeän infrastruktuurin ylläpito kuten sähkö-, elintarvike- ja vesihuolto.

Työt tulee suunnitella ja toteuttaa siten, että työntekijöille ei aiheudu tarpeetonta säteilyaltistusta eikä altistus ylitä 20 milliSv:iä.

7.3 Työntekijöiden suojeleminen ja säteilyaltistuksen arviointi

Kiireellisiin suojelutoimiin, onnettomuuden seurauksia lieventäviin ja muihin välttämättömiin töihin osallistuvien työntekijöiden tulee ollessaan jo saastuneella tai mahdollisesti saastuneella alueella käyttää suoja-asua ja ottaa mukaansa hengityssuojaimet ja tarvittaessa joditabletit. Taulukossa II on esitetty ohjeellisia toimenpidetasoja ja ohjeita työntekijöiden suojelemiseksi.

Ennen työn aloittamista on ennakoitava altistuksen suuruus ja suunniteltava, miten annoksen kertymistä seurataan työn kuluessa. Jollei käytössä ole henkilökohtaisia annosmittareita, ulkoisesta säteilystä aiheutuva altistuksen suuruus on arvioitava ulkoisen säteilyn annosnopeuden perusteella.

Taulukossa III on esitetty esimerkkejä annoksen kertymisestä silloin, kun altistus johdetaan ulkoisesta säteilystä. Lisäksi annosta kertyy hengityksen kautta kehoon joutuvista radioaktiivisista aineista ja mahdollisesti myös ihon saastumisen takia. Erityisen tärkeä on pitää tarkkaa kirjanpitoa työskentelyajasta saastuneella alueella sekä kirjata tarkasti paikkatiedot ja myös tiedot alueen säteilytasosta, mikäli säteilymittari on käytössä.

7.4 Normaali työssäkäynti säteilyvaara-alueella
Henkilöt, jotka eivät osallistu suojelutoimiin ja muihin välttämättömiin töihin, vaan tekevät omaa normaalia työtänsä säteilyvaara-alueella,

Taulukko II. Kiireellisiin suojelutoimiin, onnettomuuden seurauksia lieventäviin ja muihin välttämättömiin töihin osallistuvien työntekijöiden suojeleminen.

Ohjeellinen toimenpidesatso	Työntekijöiden suojeleminen
<p>— ulkoisen säteilyn annosnopeus on tai sen ennakkoidaan olevan 10 - 100 mikroSv/h</p> <p>tai</p> <p>— ilmassa olevien radioaktiivisten aineiden pitoisuus on tai sen ennakkoidaan olevan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • alfasäteilijät 0,1–1 Bq/m³ • beetasäteilijät 100–1000 Bq/m³ • cesium-137 ja muut voimakkaat gammasäteilijät yhteensä 1000–10 000 Bq/m³. 	<p>— työntekijät käyttävät suoja-asua ja hengityssuojaimia ollessaan jo saastuneella tai mahdollisesti saastuvalla alueella</p> <p>— työntekijät ottavat joditabletin, jos on mahdollista, että hengitysilmassa on radioaktiivista jodia</p> <p>— työskentelyajat ja paikkatiedot kirjataan mahdollisimman tarkasti</p> <p>— jos annosnopeusmittari on käytössä, ulkoisen säteilyn annosnopeus kirjataan säännöllisin välein, esimerkiksi kerran tunnissa</p> <p>— jos saatavilla on henkilökohtaiset tai ryhmäkohtaiset annosmittarit, niitä käytetään ohjeiden mukaisesti.</p>
<p>— ulkoisen säteilyn annosnopeus on tai sen ennakkoidaan olevan 100 – 1 000 mikroSv/h</p> <p>tai</p> <p>— ilmassa olevien radioaktiivisten aineiden pitoisuus on tai sen ennakkoidaan olevan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • alfasäteilijät 1–10 Bq/m³ • beetasäteilijät 1000–10 000 Bq/m³ • cesium-137 ja muut voimakkaat gammasäteilijät yhteensä 10 000 – 100 000 Bq/m³. 	<p>— työntekijät käyttävät suoja-asua ja hengityssuojaimia ollessaan jo saastuneella tai mahdollisesti saastuvalla alueella</p> <p>— työntekijät ottavat joditabletin, jos on mahdollista, että hengitysilmassa on radioaktiivista jodia. Huom! Jos joditabletti on otettu viimeisen vuorokauden sisällä, ei toista joditablettia pidä ottaa.</p> <p>— työskentelyajat ja paikkatiedot kirjataan mahdollisimman tarkasti</p> <p>— jos annosnopeusmittari on käytössä, ulkoisen säteilyn annosnopeus kirjataan säännöllisin välein, esimerkiksi kerran tunnissa</p> <p>— jos saatavilla on henkilökohtaiset tai ryhmäkohtaiset annosmittarit, niitä käytetään ohjeiden mukaisesti</p> <p>— tilanteen pitkittyessä työntekijöiden kokonaistyöaikaa rajoitetaan tarvittaessa työvuorojärjestelyin.</p>
<p>— ulkoisen säteilyn annosnopeus on tai sen ennakkoidaan olevan 1 000–10 000 mikroSv/h</p> <p>tai</p> <p>— ilmassa olevien radioaktiivisten aineiden pitoisuus on tai sen ennakkoidaan olevan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • alfasäteilijät 10 - 100 Bq/m³ • beetasäteilijät 10 000 – 100 000 Bq/m³ • cesium-137 ja muut voimakkaat gammasäteilijät yhteensä 100 000 – 1 000 000 Bq/m³. 	<p>— 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</p> <p>— työskentelyajat ja paikkatiedot kirjataan mahdollisimman tarkasti</p> <p>— työntekijät ottavat joditabletin, jos on mahdollista, että hengitysilmassa on radioaktiivista jodia. Huom! Jos joditabletti on otettu viimeisen vuorokauden sisällä, ei toista joditablettia pidä ottaa.</p> <p>— jos annosnopeusmittari on käytössä, ulkoisen säteilyn annosnopeus eri työpisteissä kirjataan säännöllisin väliajoin</p> <p>— jos saatavilla on henkilökohtaiset tai ryhmäkohtaiset annosmittarit, niitä käytetään ohjeiden mukaisesti</p> <p>— työntekijöiden kokonaistyöaikaa rajoitetaan tarvittaessa työvuorojärjestelyin</p> <p><i>Huom. Esimerkiksi säteilytilanteen kartoitus ja muu ulkona tehtävä, työntekijöitä altistava mittaustoiminta keskeytetään.</i></p>
<p>— ulkoisen säteilyn annosnopeus on tai sen ennakkoidaan olevan suurempi kuin 10 000 mikroSv/h</p> <p>tai</p> <p>— ilmassa olevien radioaktiivisten aineiden pitoisuus on tai sen ennakkoidaan olevan suurempi kuin joku seuraavista arvoista:</p> <ul style="list-style-type: none"> • alfasäteilijät 100 Bq/m³ • beetasäteilijät 100 000 Bq/m³ • cesium-137 ja muut voimakkaat gammasäteilijät yhteensä 1 000 000 Bq/m³. 	<p>— vain sellaiset työt tehdään, jotka ovat aivan välttämättömiä väestön turvallisuuden varmistamiseksi</p> <p>— työvuoroja rajoitetaan työvuorojärjestelyin; mahdollisuuksien mukaan työntekijän annos pyritään rajoittamaan 20 millisievertiin vuodessa</p> <p>— työskentelyajat ja paikkatiedot kirjataan mahdollisimman tarkasti</p> <p>— työntekijät käyttävät suoja-asua ja hengityssuojaimia</p> <p>— työntekijät ottavat joditabletin, jos on mahdollista, että hengitysilmassa on radioaktiivista jodia. Huom! Jos joditabletti on otettu viimeisen vuorokauden sisällä, ei toista joditablettia pidä ottaa.</p> <p>— jos annosnopeusmittari on käytössä, ulkoisen säteilyn annosnopeus eri työpisteissä ulkona ja sisätiloissa kirjataan säännöllisin väliajoin</p> <p>— jos saatavilla on henkilökohtaiset tai ryhmäkohtaiset annosmittarit, niitä käytetään ohjeiden mukaisesti.</p>

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

Ulkoisen säteilyn annosnopeus alueella	Säteilytyöntekijän vuosiannosraja (20 milliSv) ylitty
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

rinnastetaan säteilysuojelun kannalta väestöön. Näiden työntekijöiden suojelua käsitellään ohjeessa VAL 2.

8 Elintarvikkeita, muita tuotteita ja niiden tuotantoa koskevat toimenpiteet

8.1 Elintarvikkeiden alkutuotannon, raaka-aineiden ja tuotantolaitosten suojaaminen

Elintarvikkeiden alkutuotantoa ovat esimerkiksi maidon- ja munantuotanto, lihakarjan kasvatus, kalanviljely, kasvien ja hedelmien sekä viljan ja sienten viljely sekä hunajantuotanto.

Tässä kappaleessa käsiteltäviä raaka-aineita ovat esimerkiksi teollisuuden käyttämät puu ja polttoturvet.

Elintarvikkeiden alkutuotannon suojaaminen

Elintarvikkeiden alkutuotannon suojaamiseen tulee ryhtyä mahdollisimman nopeasti. Esimerkiksi radioaktiivinen jodi siirtyy nopeasti maittoon, jos lehmille syötetään tai ne syövät ulko-ruokinnassa jodilla saastunutta rehua. Vaikka ulkoisen säteilyn annosnopeus ei juuri nouse yli normaalin vallitsevan säteilytason, voi elintarvikkeisiin päätyä niin paljon radioaktiivisia aineita, ettei elintarvikkeita saa toimittaa myyntiin.

Ohjeellinen toimenpidetaso elintarvikkeiden alkutuotannon suojaamiselle:

— ulkoisen säteilyn annosnopeus on tai sen ennakoidaan olevan suurempi kuin 1 mikroSv/h

tai

— ilmassa olevien radioaktiivisten aineiden pitoisuus on tai sen ennakoidaan olevan suurempi kuin joku seuraavista arvoista:

- alfasäteilijät 0,1 Bq/m³ (plutonium-239 ja amerikum-241)
- beetasäteilijät 10 Bq/m³ (strontium-90),
- cesium-137, jodi-131 ja muut voimakkaat gammasäteilijät yhteensä 100 Bq/m³

*) Pitoisuudessa on huomiotu, että alfasäteilijöitä siirtyy elintarvikkeisiin vain erittäin pieniä määriä.

Kotieläintuotteiden suojaamisessa pyritään ensisijaisesti turvaamaan puhtaan rehun ja juomaveden saanti eläimille. Käytettävät toimenpi-

teet riippuvat vuodenajasta. Mahdollisia toimenpiteitä ovat muun muassa eläinten pitäminen sisällä ja eläinsuojien ilmanvaihdon sulkeminen tai pienentäminen, mikäli se on mahdollista ja jos se voidaan tehdä eläinten hyvinvoinnista tinkimättä. Muita alkutuotantoa koskevia toimenpiteitä ovat esimerkiksi pelloilla kasvavan uuden rehun talteenotto ja varastoissa olevan rehun suojaaminen ennen sen saastumista. Viljelysten, mukaan lukien omatarveviljelyksien, kuten kasvimaiden, peittämisellä estetään viljelysten saastuminen. Peittämiseen ryhdytään mikäli se ajallisesti ja viljelysten laajuuden kannalta on mahdollista,

Säteilyvaaratilanteen aikana kerättyä sadevettä tai pintavettä ei tule käyttää eläinten juomavetenä eikä viljelyksien kasteluun.

Raaka-aineiden ja valmiiden tuotteiden suojaaminen

Ulkona olevat raaka-ainevarastot ja suojaamattomana olevat tuotteet voivat saastua. Raaka-aineiden suojaamiseen kannattaa ryhtyä aina, kun se on kohtuullisin kustannuksin tarpeeksi nopeasti toteutettavissa.

Ulkona ja suojaamattomana olevat raaka-aineet ja tuotteet tulisi peittää ennen radioaktiivisen pilven saapumista, mikäli se on mahdollista. Suojaamattomana olleita aineita tai tuotteita ei pidä käyttää ennen kuin saastumisen taso on todettu.

Ohjeellinen toimenpidetaso raaka-aineiden ja valmiiden tuotteiden 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/m³ (plutonium-239 ja amerikum-241)
- beetasäteilijät 100 Bq/m³ (strontium-90),
- cesium-137, jodi-131 ja muut voimakkaat gammasäteilijät yhteensä 1 000 Bq/m³

Pakkauksissa ja suljetuissa tiloissa olevat raaka-aineet ja tuotteet säilyvät puhtaina. Sisätiloissa raaka-aineiden ja tuotteiden saastuminen vähenee merkittävästi, mikäli näissä tiloissa voidaan pysäyttää ilmanvaihto.

Tuotantolaitoksia koskevat toimenpiteet

Tuotantolaitokset voivat saastua samoin kuin muut sisätilat. Sen vuoksi on tärkeä sulkea niiden ilmanvaihto ja mikäli mahdollista keskeyttää tuotanto, kunnes ulkoilma on puhdistunut. Tällä toimella vähennetään tilojen ja mahdollisesti tuotteiden saastumista.

Talousveden suojaamiseksi ilmastusta vedenkäsittelynä käytävissä vesilaitoksissa suljetaan ilmanvaihto tai otetaan käyttöön aktiivihiilisuo-
dattimet.

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/m³ (plutonium-239 ja amerikum-241)
- beetasäteilijät 100 Bq/m³ (strontium-90),
- cesium-137, jodi-131 ja muut voimakkaat gammasäteilijät yhteensä 1000 Bq/m³

8.2 Elintarvikkeiden ja tavaroiden kaupan rajoitukset

On tärkeä varmistaa, että väestö ei altistu saastuneiden elintarvikkeiden vuoksi ja että saastuneita elintarvikkeita ei ole myynnissä. Euroopan yhteisöjen komissio voi, kun ympäristön saastuminen on todennäköistä tai se on todettu, määrätä käyttöönotettavaksi ennakkoon vahvistetut elintarvikkeiden ja juomaveden sisältämien radioaktiivisten aineiden pitoisuusrajat. Pitoisuusrajojen alittuessa tuotteiden ja tavaroi-

den kansainväliselle kaupalle ei ole säteilysuojellisin perustein rajoituksia. Rajat on esitetty ohjeessa VAL 2.

Ennen kuin mahdollinen komission päätös saatetaan voimaan, on syytä noudattaa kyseisiä pitoisuusrajoja ja väliaikaisesti saattaa ne kansallisesti voimaan, vaikka tilannetta koskevat tiedot ovat vielä rajalliset. Pitoisuusrajoja noudattamalla pienennetään elintarvikkeiden kautta saatavaa altistusta.

Säteilyvaaratilanteessa voidaan tarvita myös tuotettujen elintarvikkeiden ja luonnontuotteiden väliaikainen myynti- ja käyttökielto alueelle, jossa on tai ennakoidaan tulevan laskeumaa. Väliaikainen myynti- ja käyttökielto voidaan purkaa, kun elintarvikkeiden turvallisuus on varmistettu.

Ohjeellinen toimenpidetaso elintarvikkeiden ja luonnontuotteiden väliaikaiselle myynti- ja käyttökiellolle

— 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/m³ (plutonium-239 ja amerikum-241)
- beetasäteilijät 100 Bq/m³ (strontium-90),
- cesium-137, jodi-131 ja muut voimakkaat gammasäteilijät yhteensä 1000 Bq/m³

LIITE 1 Arvioidut säteilyvaaratilanteiden seurausvaikutukset

Alla olevassa taulukossa on esimerkkejä erilaisista säteilyvaaratilanteista ja siitä, kuinka laaja-alaiset vaikutukset näillä pahimmillaan voisi olla. Taulukossa on myös arvioita siitä, kuinka laajalla alueella suojelutoimia tarvittaisiin pahimmissa kuviteltavissa olevissa tilanteissa.

On kuitenkin huomattava, että vaaratilanteiden seurausvaikutukset voivat vaihdella huomattavasti riippuen esimerkiksi tapahtumassa vapautuneista radioaktiivisista aineista ja niiden määrästä sekä tapahtumahetkellä vallitsevasta säätilasta.

Esimerkkejä säteilyvaaratilanteista ja niiden alueellisista seurausvaikutuksista:

Vaikutusalueen maantieteellinen laajuus	Säteilyvaaratilanteen aiheuttaja	Suojelutoimia edellyttävä etäisyys maksimissaan radioaktiivisten aineiden lähtöpisteestä niiden leviämissuunnassa
Laaja laskeuma	ydinaseen räjäytyksestä johtuva laskeuma	muutamasta kilometristä tuhansiin kilometreihin; riippuu ydinaseen koosta, räjähdyskorkeudesta ja säätilasta
	vakava ydinvoimalaitosonnettomuus	evakuointi muutamasta kilometristä jopa 20–30 kilometriin, sisälle suojautuminen kymmeniä kilometrejä, lievennetty sisälle suojautuminen jopa 200 kilometrejä; kotieläin- ja muun tuotannon suojaaminen useita satoja, jopa tuhansia kilometrejä
	ydinkäyttöisen satelliitin maahansyöksy	putoamisalueelle pääsyn estäminen ja ympäristön puhdistaminen radioaktiivisista kappaleista, joita voi levitä jopa satojen kilometrien etäisyydelle
Alueellisesti rajattu laskeuma	onnettomuus käytetyn ydinpoltoaineen varastossa	kymmeniä kilometrejä jos jäädytys menetetään, polttoaine vaurioituu ja aiheutuu zirkonium-palo
	vakava reaktorionnettomuus ydinkäyttöisellä aluksella	kymmeniä kilometrejä
	onnettomuus ydinaseiden varastoinnissa, käsittelyssä tai kuljetuksessa, jossa aseessa oleva uraani tai plutonium paljastuu ja höyrystyy ilmaan	kymmeniä kilometrejä
	radioaktiivisten aineiden leviäminen räjähteen avulla eli likainen pommi tai muu rajatun alueen tahallinen saastuttaminen radioaktiivisilla aineilla	muutama kilometri
	onnettomuus käytetyn ydinpoltoaineen siirrossa tai kuljetuksessa	satoja metrejä
Tapahtumapaikan lähiympäristöön tai sisätiloihin rajoittuva saastuminen	radioaktiivisten aineiden kuljetusonnettomuus, jonka seurauksena radioaktiivisia aineita vapautuu ympäristöön	satoja metrejä
	onnettomuus (tulipalo, kemiallinen räjähdys) radioaktiivisten aineiden käyttöpaikalla	onnettomuuspaikka, enimmillään satoja metrejä
	suojaamaton korkea-aktiivinen lähde	alle sata metriä
	onnettomuus radioaktiivisten aineiden käytössä	sisätilat käyttöpaikalla
	sisätilojen tahallinen saastuttaminen radioaktiivisilla aineilla	kyseiset sisätilat

LIITE 2 Sisälle suojautumisen altistusta vähentävä vaikutus

Sisälle siirtyminen ja ilmanvaihdon sulkeminen on hyvä tapa suojautua radioaktiiviselta pilveltä. Toimenpiteellä vähennetään ulkoisen säteilyn aiheuttamaa altistusta sekä sisäilmaan pääsevien radioaktiivisten aineiden määriä ja näin hengityksen kautta saatavaa altistusta.

Sisäilmaan pääsevien radioaktiivisten aineiden aiheuttama hengitysaltistus

Suojautuminen tiiviiseen rakennukseen vähentää olennaisesti hengityksen kautta tapahtuvaa altistusta, etenkin jos hiukkasmaisia radioaktiivisia aineita on 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 L2.I on esimerkkejä suojaustehokkuudesta.

Taulukossa L2.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 sisätila⁵, 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 sisällytetyt taulukkoon esimerkkinä kaasumaisten radioaktiivisten aineiden tunkeutumisesta sisäilmaan.

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.

⁵ Kalustettu sisätila, jossa hiukkasten kiinnittymistä eri pinnoille kuvaava aikavakio on 0.3 h^{-1} .

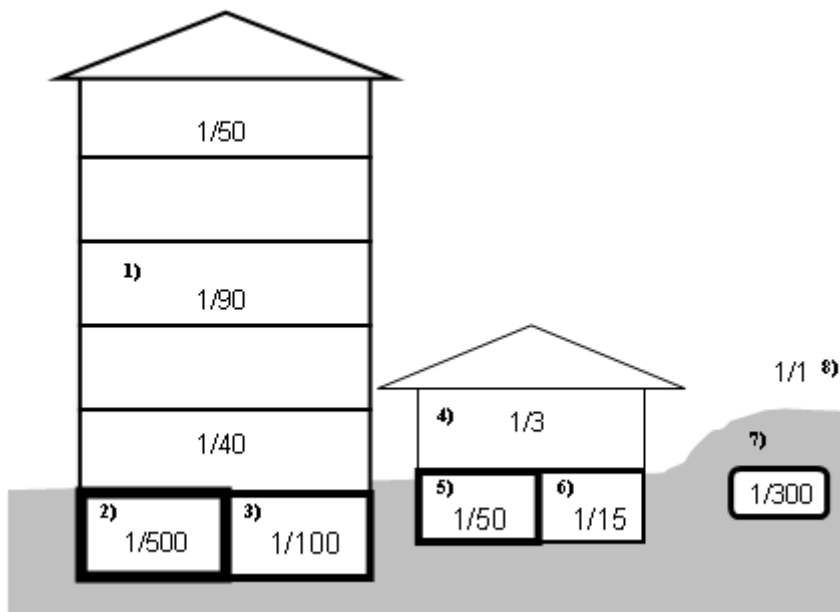
Taulukko L2.I. Suojaustehokkuudet talon ilmanvaihdosta riippuen.

Sisälle suojautumisen kesto *	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 %

* Sisälle suojautumisen kesto on pilven ylikulku aika + 1 tunti, jolloin sisätilojen tuuletus aloitetaan.

Ulkoisen säteilyn aiheuttama altistus

Rakennusmateriaalit vähentävät merkittävästi ulkoisen säteilyn annosnopeutta. Kuvassa L2 on esitetty rakenteeltaan tyypillisen kerrostalon ja omakotitalon eri tilojen antama suoja ulkoiselle säteilylle, joka on peräisin rakennusten ulkopuolella olevista radioaktiivisista aineista.



Kuva L2. Rakennusten antama suoja ulkoiselle säteilylle, joka on peräisin rakennusten ulkopuolella olevista radioaktiivisista aineista. Kuvan luvut ovat suojaustekijöitä. 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