

11. Säteilyvaaratilanne

Ydinaseiden käyttö tai vakava ydinvoimalaitosonnettomuus Suomessa tai Suomen lähialueella voi aiheuttaa säteilyvaaratilanteen, jonka seuraukset pahimmassa tapauksessa saattavat vaikuttaa yhteiskunnan kaikkiin toimintasektoreihin kuten sosiaali- ja terveydenhuoltoon, maataloustuotantoon, elintarviketeollisuuteen ja ulkomaankauppaan. Alueellisesti rajoitetun säteilyvaaratilanteen voi aiheuttaa ydinkäyttöisen satelliitin putoaminen tai onnettomuudet ydinkäyttöisillä aluksilla Suomen aluevevillä. Radioaktiivisten aineiden käsittely- ja kuljetusonnettomuuksien vaikutukset jäävät pahimmassakin tapauksessa paikallisiksi, ulottuen enintään muutamien satojen metrien etäisyydelle. Tässä luvussa kuvataan eri säteilyvaaratilanteita ja niiden vaikutuksia sekä viranomaisten toimintaa säteilyvaaratilanteissa. Luvun lopussa olevissa liitteissä on mm. esimerkkejä annosnopeuksista ja annoksista sekä säteilyyn liittyviä käsitteitä ja lyhenteitä.

Vakavassa säteilyvaaratilanteessa kunnan viranomaiset toimeenpanevat pelastustoimen ja eri hallinnonalojen päätökset ja ohjeet, sekä valvovat toimenpiteiden toteutumista. Säteilyturvakeskus (STUK) toimii asiantuntijalaitoksena. Ympäristöterveydenhuolto toimeenpanee ja välittää ohjeet, jotka koskevat esimerkiksi elintarvikkeiden ja talousveden suojaamista, käyttöä ja puhdistusta, ruokahuoltoa ja kotitalouksia, vihannestuotantoa ja -kauppaa ja eläintenpitoa. Kunnissa ympäristöterveydenhuolto vastaa myös elintarvikkeiden valvonnasta. Teurastamoissa valvonnasta vastaavat teurastamojen tarkastuseläinlääkärit.

Miksi suojelutoimenpiteitä tarvitaan

Suojelutoimenpiteillä suojataan väestö säteilyn välittömiltä vaikutuksilta ja vähennetään säteilyn aiheuttamia myöhäisvaikutuksia. Alkutuotannossa, teollisuudessa ja jakelussa suojataan raaka-aineet ja prosessit tuotteiden puhtauden varmistamiseksi ja yhteiskunnan tärkeimpien hyödykkeiden jatkuvan saannin turvaamiseksi.

Säteilyn välittömät vaikutukset, kuten säteilytauti (pahoinvointi, ripuli, luuydinmuutokset) edellyttävät hyvin korkeaa säteilyannosta lyhyessä ajassa. Alle 500 mSv (millisievertin) äkillinen säteilyannos ei aiheuta mitään oireita. Välittömiä terveyshaittoja voi esiintyä vakavassakin ydinvoimalaitosonnettomuudessa vain aivan onnettomuuspaikan lähialueella ja vain siinä tapauksessa, että suojelutoimia ei ole toteutettu. Ydinräjäytyksen yhteydessä välittömiä terveyshaittoja voi esiintyä ilman suojelutoimia laajallakin alueella.

Säteilyn aiheuttamia myöhäisvaikutuksia ovat syöpäriskin kasvaminen ja perinnöllisten haittojen lisääntyminen. Ydinräjäytystä lukuun ottamatta suojelutoimenpiteet tähtäisivät yleensä ainoastaan myöhäisvaikutusten vähentämiseen, koska välitömiä vaikutuksia aiheuttavan annoksen korkea kynnyksi ei ylittyisi, vaikka suojelutoimenpiteitä ei toteutettaisi.

Pienten säteilyannosten aiheuttamaa syöpäriskiä ei voi havaita väestössä, koska syöpä on tavallinen tauti. Poikkeus on lasten kilpirauhassyöpä, jonka lisääntyminen on mahdollista havaita, koska se on hyvin harvinainen normaalioloissa. Kilpirauhassyöpää aiheuttaa radioaktiivinen jodi.

Suomessa sairastuu syöpään vuosittain noin 20 000 ihmistä. Näistä noin tuhatteen syöpätapaukseen saattaa olla osasyynä luonnosta peräisin oleva säteily. Pieni lisäys syöpäriskissä hukkuu tilastollisesti luonnolliseen vaihteluun. Esimerkiksi Tshernobylin laskeuma, jonka kokonaisannos suomalaiselle on keskimäärin 2 mSv, saattaa arvion mukaan aiheuttaa noin 500 syöpäkuolemaa Suomessa 80 vuoden aikana. Samana aikana miljoona ihmistä kuolee kuitenkin syöpään muista syistä. Lasten kilpirauhassyöpän ei ole todettu lisääntyneen Suomessa. Venäjällä, Ukrainassa ja Valko-Venäjällä on vuoden 1986 jälkeen todettu noin 1000 lasten kilpirauhassyöpätapausta vuoden 1998 loppuun mennessä.

Suuren ihmisryhmän säteilyaltistusta vähentävät suojelutoimenpiteet ovat perusteltuja syöpäriskin vähentämiseksi riippumatta siitä, tulisiko lisäys koskaan tilastollisesti näkyviin. Yksilön riski sairastua syöpään on kuitenkin kaikissa tilanteissa pieni, vaikka suojeleuhjeita ei noudatettaisi. Tästä syystä pelastus- tai terveydenhuoltohenkilökunta voi tarvittaessa lyhytaikaisesti liikkua ulkona, esimerkiksi siirtyä työpaikalle, vaikka väestölle on annettu kehoitus pysyä sisällä. Tällöin altistusta voi vähentää hengittämällä esimerkiksi nenäliinan kautta sekä käymällä suihkussa sisälle tulon jälkeen.

Perinnöllisen haitan riski yleisesti ottaen on huomattavasti pienempi kuin syöpäriski. Perinnölliset haitat kohdistuvat tuleviin sukupolviin.

Kunnan varautuminen säteilyvaaratilanteisiin

Säteilyvaaratilanteisiin varaudutaan erityistilanteiden riskejä arvioitaessa ja varautumissuunnitelmaa tehtäessä (luku 2). Säteilyonnettomuudet tulee sisällyttää yhtenä onnettomuustyyppinä läänien ja yhteistoiminta-alueiden yhteistoimintasuunnitelmiin sekä kuntien pelastuspalvelusuunnitelmiin koko valtakunnan alueella, ks. Sisäasiainministeriön määräys 1/97, "Säteilyvaaratilanteissa tarvittavien suojelutoimenpiteiden suunnittelu ja niistä tiedottaminen". Määräys täyttää EU-direktiivin 89/618/Euratom määräykset. Säteilyvaaratilanteiden laaja-alaisuudesta johtuen korostuvat yhteistyö sekä asiantuntijaviranomaisten ja päättävien viranomaisten välittämän tiedon soveltaminen.

Suunnitelmaa tehtäessä tulee tutustua eri säteilyvaaratilanteisiin ja selvittää millaisen uhkan ja mitä toimenpiteitä tilanteet voivat kunnassa aiheuttaa. Tämä huomiioon ottaen tulee selvittää, mitkä ovat kunnan tehtävät ja resurssit, mitkä alue- ja keskushallinnon viranomaisten tehtävät. On tärkeää, että laajoissa säteilyvaaratilanteissa suojelutoimien toteuttamisessa ja tiedottamisessa toimitaan yleisen linjan mukaisesti. Vierekkäisten kuntien perusteettomat eriävät toimenpiteet aiheuttaisivat väestössä turhaa pelkoa. Tshernobylin onnettomuuden jälkeiset tutkimukset osoittivat, että onnettomuuden aiheuttamat pelot ja muut psykologiset vaikutukset aiheuttivat väestölle terveydellistä haittaa, vaikka säteilyannos jäi hyvinkin pieneksi.

Suunnitelmaa tehtäessä tulee huomioida vaaratilanteen vaikutukset eri toimialoille. Yhtenä esimerkkinä on ruokahuollon varmistaminen sairaaloihin, vanhainkoteihin ja muille ruokahuollon piirissä, esim. kotihoidossa oleville sisälle suojautumisen yhteydessä. Suurkeittiöiden varassa olevan julkisen ruokahuollon tulisikin sisältyä kunnan varautumissuunnitelmaan (keittiöiden henkilöstökysymykset, raaka-ainejakelu keittiöille ja ruoan jakelu). Toisena esimerkkinä on kotieläinten hoidon järjestäminen maataloilla ihmisten lyhytaikaisen siirron ajaksi. Siirron pitkittyessä siirrettään tarvittaessa myös kotieläimet.

Terveydenhuollon varautuminen väestön neuvontaan

Ydinaseräjäytystä lukuun ottamatta vakavastakaan säteilyvaaratilanteesta ei ole odotettavissa suoraan säteilystä aiheutuneita oireita väestössä. Kun väestö saa tiedon poikkeavasta säteilytilanteesta, on odotettavissa, että monet luulevat tuntevansa altistuksesta erilaisia oireita kuten huimausta, ihon pistelyä tms. Lisäksi ihmiset tulevat todennäköisesti yhdistämään todellisia oireita itsessään ja lapsissaan (vatsatautia, päänsärkyä) väärin perustein säteilyaltistukseen. Myöhemmin saatetaan yhdistää kaikenlaisia sairauksia säteilyyn. Ilmiö saattaa jatkua pitkään, ja siitä voi pahimmassa tapauksessa tulla suuri kansanterveydellinen ongelma.

Tämäntapaisen oireilun yleisyys korreloi huonosti todelliseen altistukseen. Sen sijaan se korreloi väestön yleiseen tietotasoon sekä siihen, miten hyvin väestö kokee tilanteen olevan hallinnassa. Ilmiö ei rajoitu säteilyaltistukseen vaan on tyypillinen kaikissa tilanteissa, joissa ihmiset ovat altistuneet tai luulevat altistuneensa haitallisille aineille. Terveydenhuollon puolella tähän on syytä olla varautunut.

Alkuvaiheessa säteilyaltistusta pelkäävät ihmiset voivat aiheuttaa ylimääräistä painetta perusterveydenhuollossa. Näiden ihmisten rauhoittaminen ja auttaminen edellyttää, että henkilökunnalla on riittävät tiedot säteilyn vaikutuksista sekä siitä, millaisia terveysvaikutuksia kyseinen tilanne voi aiheuttaa. Tämän arvioimiseen riittää tieto ulkoisesta annosnopeudesta. Vasta annosnopeuden ollessa yli 10 millisieverttiä tunnissa voisi muutaman vuorokauden kestävä altistus johtaa äkillisiin oireisiin

suojautumattomalle. Suojelutoimenpiteitä taas saatetaan harkita jo annosnopeuden ollessa tuhannesosa tästä, eli 10 mikrosievertiä tunnissa (0,01 millisievertiä tunnissa).

Tieto siitä, että mitkään koetut tai todelliset oireet eivät voi johtua säteilystä, on annettava vakuuttavasti.

Säteilyvaaratilanteet ja niiden vaikutukset

Tässä kappaleessa on kuvaukset seuraavista säteilyvaaratilanteista ja niiden vaikutuksista:

- säteilyn käyttöön liittyvät onnettomuudet
- radioaktiivisten aineiden kuljetuksiin liittyvät poikkeustilanteet
- ydinaseen käyttö – ydinräjäytys
- onnettomuus ydinaseen käsittelyssä
- ydinvoimalaitosonnettomuus
- onnettomuus ydinkäyttöisellä aluksella
- onnettomuus Murmanskin alueen käytöstä poistetuissa sukellusvenereaktoreissa
- onnettomuus radioaktiivisen jätteen käsittelylaitoksella
- maanalaisen ydinkokeen vuoto
- ydinkäyttöisen satelliitin maahansyöksy
- radioaktiivisten aineiden salakuljettaminen

Säteilyn käyttöön liittyvät onnettomuudet

Säteilyn käyttöön liittyvien onnettomuuksien vaikutukset ovat hyvin paikallisia, lähinnä kysymykseen tulee sisätilojen saastuminen.

Säteilyn käyttöön liittyvä poikkeustilanne voi syntyä tulipalon yhteydessä laitoksessa, jossa on radioaktiivisia aineita tai onnettomuudessa käsiteltäessä radioaktiivisia aineita. Sairaaloissa radioaktiivisia aineita käytetään potilaiden tutkimiseen ja syöpäsairauksien hoitoon. Tutkimuksessa ja teollisuudessa radioaktiivisia aineita käytetään mittauksissa sekä prosessien ohjaus- ja valvontalaitteissa.

Säteilylaki edellyttää toiminnan harjoittajalta eli säteilyn käyttäjältä turvallisuuslupan. Lupaa myönnettäessä arvioidaan mm. että hakijalla on kyky hoitaa toiminta turvallisesti. Toiminnan harjoittaja nimeää vastaavan johtajan, joka vastaa siitä että säteilyn käyttöpaikoilla on toimintaohjeet poikkeustilanteiden varalta ja välineet tilojen puhdistamiseksi radioaktiivisista aineista. Vastaavan johtajan samoin kuin muiden säteilyn käyttöorganisaatioissa toimivien keskeisten vastuuhenkilöiden pätevyys tutkitaan turvallisuuslupahakemusta käsiteltäessä tai organisaatioselvitystä hyväksyttäessä.

Jos vastaava johtaja on poissa onnettomuuden sattuessa, otetaan säteilyn käyttöpaikalla olevien ohjeiden mukaisesti yhteys Säteilyturvakeskukseen. Säteilyturvakeskus antaa toimintaohjeet.

STUKille on ilmoitettava säteilyn käyttöön liittyvästä poikkeavasta tapahtumasta, jonka seurauksena turvallisuus säteilyn käyttöpaikalla tai sen ympäristössä merkittävästi vaarantuu (säteilyasetuksen 17 §). Samoin on ilmoitettava säteilylähteen katoamisesta, anastuksesta tai lähteen joutumisesta muulla tavalla pois turvallisuusluvan haltijan hallusta. Ilmoitus on tehtävä myös muista poikkeavista havainnoista ja tiedoista, joilla on olennaista merkitystä työntekijöiden tai ympäristön säteilyturvallisuu den kannalta.

Lähinnä niissä maissa, joissa säteilylähteitä, niiden käyttöä ja jätteiden käsittelyä valvotaan puutteellisesti, ovat käytöstä poistetut säteilylähteet aiheuttaneet säteilyvaaratilanteita. Vaaratilanteita on syntynyt silloin, kun lähteitä on joutunut asiattomien sivullisten haltuun, jotka eivät ole tiedostaneet säteilyvaaran olemassa oloa.

Radioaktiivisten aineiden kuljetuksiin liittyvät poikkeustilanteet

Radioaktiivisten aineiden osuus vaarallisten aineiden kuljetuksista on pieni, enintään pari prosenttia. Suurin osa radioaktiivisista aineista menee terveydenhuollon tarpeisiin ja kuljetettavat aktiivisuudet ovat pieniä.

Radioaktiivisten aineiden kuljetusonnettomuuden vaikutukset jäävät pahimmasakin tapauksessa paikallisiksi, ulottuen enintään muutamien satojen metrien etäisyydelle onnettomuuspaikasta.

Radioaktiivista ainetta kuljetettaessa on noudatettava vaarallisten aineiden kuljetusmääräyksiä. Kuljetuspakkauksen on oltava niin suojaava ja vahva, että se pitää säteilystä aiheutuvan vaaran riittävän pienenä myös onnettomuustilanteissa. Kuljetettava lasti on merkittävä varoituslipukkeella. Lähettäjä on vastuussa siitä, että lähetys on pakattu ja merkitty sekä asiakirjat laadittu oikein. Ajoneuvossa tulee olla kuljettajan turvaohje, jossa on mm. esitetty toimenpiteet onnettomuuden sattuessa ja yhteydenottomenettely viranomaisiin.

Jos pakkausta kuljettava ajoneuvo joutuu onnettomuuteen, kiireelliset toimenpiteet, kuten loukkaantuneiden pelastaminen tai tulipalon sammutus, voidaan suorittaa ilman, että pelastushenkilökunnalle koituu vaarallisen suuria säteilyannoksia. Mahdollisuuksien mukaan on käytettävä suojakäsineitä, yhtenäistä suojapukua ja erityisnaamaria. Näiden puuttuminen ei kuitenkaan saa olla este pelastustoimille.

Vahingoittuneen kuljetuspakkauksen siirtämiseen ei yleensä liity merkittävää ulkoista säteilyvaaraa, mutta kontaminaation tai sisäisen annoksen mahdollisuus on suuri. Tämän vuoksi vahingoittuneen kuljetuspakkauksen siirtoon osallistuvien tulee käyttää suojakäsineitä, yhtenäistä suojapukua ja mahdollisuuksien mukaan erityisnaamaria.

Ydinvoimalaitokseen kuljetettava *tuore ydinpolttoaine* ei ole niin aktiivista, että sen käsittelyyn liittyy säteilyvaaraa. Jos tuore polttoaine joutuu kuljetuksen aikana onnettomuuteen, ei siitä aiheudu vaaraa ihmisille tai ympäristölle.

Käytetyn ydinpolttoaineen käsittelyyn tai varastointiin ei liity suuren säteilyonnettomuuden mahdollisuutta. Korkea-aktiiviset ydinjätteet Suomessa ja lähialueilla ovat kiinteässä keraamisessa muodossa eikä niiden käsittelyn tai varastoinnin yhteydessä voi esiintyä sellaisia kemiallisia tai fysikaalisia ilmiöitä, jotka aiheuttaisivat vaaran radioaktiivisten aineiden äkillisestä laajamittaisesta leviämisestä. Suomessa korkea-aktiivinen käytetty ydinpolttoaine säilytetään voimalaitoksilla, ja suunnitelmien mukaan sitä ei kuljeteta ennen vuotta 2020.

Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetussäiliöille asetetaan erittäin suuret vaatimukset. Säiliöiden tulee kestää sarja vakavia onnettomuuksia, kuten suurella nopeudella tapahtuva törmäys kiinteään esteeseen ja tulipalo. Tällaisen pakkauksen rikkoutuminen on äärimmäisen epätodennäköistä. Vaikka pakkaus vaurioituisikin, vaikutukset jäisivät paikallisiksi ulottuen enintään muutaman sadan metrin päähän onnettomuuspaikasta. Neljässäkymmenessä vuodessa käytetyn polttoaineen aktiivisuus vähenee tuhannesosaan siitä, mikä se on reaktorista poistettaessa.

Säteilyturvakeskus on julkaissut seuraavat radioaktiivisten aineiden ja ydinainien kuljetuksiin liittyvät ohjeet: ST-ohje 5.4 Radioaktiivisten aineiden kauppa ja kuljetus, YVL-ohje 6.4 Ydinainien ja ydinjätteiden kollit ja pakkaukset ja YVL-ohje 6.5 Ydinainien ja ydinjätteiden kuljetukset.

Ydinaseen käyttö – ydinräjäytys

Ydinaseen käyttö Suomen lähialueilla aiheuttaisi vakavamman säteilyvaaratilanteen kuin mikään reaktori- tai muu ydinlaitosonnettomuus. Vakavin säteilytilanne koituisi pintaräjähdyksen aiheuttamasta lähiläskemästä. Pahimmassa tapauksessa tällainen ydinräjäytys aiheuttaisi suojaamattomalle henkilölle Suomessa vuorokaudessa säteilyannoksen, joka suurella todennäköisyydellä johtaisi kuolemaan.

Laskeuma-alueen laajuuteen vaikuttavat mm. räjähdysvoimakkuus ja -korkeus sekä säätila. Jos ydinräjäytys tapahtuisi suuren kaupungin lähellä, aiheutuisi valtaosa tuhosta kuitenkin paineiskusta ja räjähdysketkellä vapautuvasta lämpösäteilystä. Esimerkiksi 10 megatonnin ydinaseen ilmaräjähdyksellä ns. optimikorkeudella tappaisi kirkkaalla säällä suuren osan täysin suojaamattomasta väestöstä n. 30 kilometrin säteellä räjähdyspisteestä.

Räjähdysketkellä syntyy myös radioaktiivista alkusäteilyä. Tavanomaisia ydinaseita käytettäessä radioaktiivinen alkusäteily muodostuu kriittiseksi vain alle 0,1 megatonnin ydinräjähdyksessä, sillä suuremmilla räjähdyksillä sen tuho vaikutus yleensä jää lämpö- ja painevaikutuksen joka tapauksessa tuhoaman alueen sisäpuolelle.

Välittömän vaikutusalueen ulkopuolella uhkana olisi räjähdyksessä syntyvien radioaktiivisten aineiden lähettämä säteily. Nämä aineet kulkisivat radioaktiivisena pilvenä tuulen mukana ja niitä laskeutuisi jatkuvasti maahan pilven kulkureitille. Suurikokoisten räjähteitten pintaräjähdysten aiheuttama radioaktiivinen laskeuma voisi tappaa suojautumattomia ihmisiä satojen kilometrien päässä.

Ydinräjäytyksessä syntyvät radioaktiiviset aineet ovat keskimäärin olennaisesti lyhytikäisempiä kuin mahdollisessa ydinvoimalaitosonnettomuudessa ympäristöön vapautuvat radioaktiiviset aineet. Jos esimerkiksi ydinräjäytyksen aiheuttama säteilytilanne on tunnin kuluttua räjäytyksestä tuhatkertainen vakavan ydinvoimalaitosonnettomuuden aiheuttamaan säteilytilanteeseen verrattuna vastaavana ajankohtana, on ero säteilytilanteiden vakavuudessa tasoittunut neljässä vuorokaudessa. Vuoden kuluttua ydinräjäytyksen aiheuttama laskeuma on noin kolme prosenttia ydinvoimalaitosonnettomuuden aiheuttamasta laskeumasta.

Ydinräjäytyksen ja ydinvoimalaitosonnettomuuden erilainen luonne pitää ottaa huomioon myös suojautumisen suunnittelussa. Ydinräjäytyksen tapauksessa suojatimien pitää olla nopeita ja tehokkaita. Suojautuminen ydinräjäytykseltä vaatii nopeasti saavutettavia väestönsuojia, mutta ydinvoimalaitosonnettomuuksia varten ei väestönsuojien rakentaminen ole perusteltua.

Esimerkkinä voidaan mainita laskelma, jossa on tarkasteltu yhden mannertenvälisen monikärkiohjuksen iskua Pietarin alueelle. Tällaisessa ohjuksessa on tyypillisesti ollut kymmenen 200 kilotonnin räjähdettä. Jos säätila olisi mahdollisimman epäsuotuisa, radioaktiivinen saaste voisi tulla kapeahkossa pilvessä muutamassa tunnissa suoraan Lappeenrantaan. Suojautumaton lappeenrantalainen saisi tällöin vuorokauden kuluessa pilven alueelle tulosta 6000 mSv säteilyannoksen, joka suurella todennäköisyydellä johtaisi kuolemaan. Jos pilvi jatkaisi samaa linjaa Mikkeliin, Jyväskylään ja edelleen Kokkolaan, saisi mikkeliiläinen vuorokaudessa säteilyannoksen 2500 mSv, jyväskyläläinen vajaan 1000 mSv ja kokkolalainen vajaan 100 mSv. Ilman suojautumista esiintyisi Mikkeliissäkin muutaman viikon kuluessa säteilystä johtuvia kuolemantapauksia ja Jyväskylässä sairastumista. Kokkolassa ei välittömiä terveyshaittoja esiintyisi, mutta suojautuminen olisi sielläkin perusteltua, jotta riski myöhemmin ilmenevistä syöpäsairauksista pysyisi mahdollisimman pienenä.

Ydinaseen käytöstä aiheutuvien poikkeusolojen säteilyvaaratilanteiden varalle on annettu erillinen sisäasiainministeriön ohje ”Toiminta ydinräjähdystilanteessa” (10/0011/93, sarja A:48), joka on tarkoitettu johtamistoiminnan tueksi toimittaessa poikkeusoloja varten suunnitellun johtokeskusjärjestelmän puitteissa.

Onnettomuus ydinaseen käsittelyssä

Ydinaseiden käsittelyssä tapahtuvien vahinkojen tai onnettomuuksien seurauksena ydinase ei voi vahingoittua niin, että sen ydinkärki laukeaisi.

Kemiallisen räjähdysen tai erittäin vakavan tulipalon seurauksena ydinkärki voisi vahingoittua niin, että ydinmateriaalia (uraania tai plutoniumia) voisi vapautua ympäristöön. Tämä voisi aiheuttaa säteilytilanteen, josta voisi seurata uhka terveydelle onnettomuuspaikan lähialueella. Eräillä leviämisolosuhteilla plutoniumia voisi kulkeutua pieninä hiukkasina satojen kilometrien etäisyydelle. Pinta-ilmasta plutonium siirtyy ihmiseen hengityksen mukana. Veden tai elintarvikkeiden kautta vaara ei ole yhtä suuri, sillä vain pieni osa plutoniumista (tuhannesosa - sadastuhannesosa) imeytyy ruoansulatuskanvasta elimistöön.

Ydinvoimalaitosonnettomuus

Ydinvoimalaitosten suunnittelussa ja käytössä on ensisijaisena turvallisuustavoitteena onnettomuuksien estäminen. Onnettomuudet, joista voi aiheutua merkittäviä ympäristövaikutuksia, ovat äärimmäisen epätodennäköisiä. Tästä huolimatta onnettomuuden mahdollisuuden varaudutaan ja sen haittoja pyritään lieventämään.

Useimmille ydinvoimalaitoksille on onnettomuuksien varalle rakennettu kaasutiivis suojarakennus, jotta vakava reaktorivaurio ei aiheuttaisi suurta ympäristöpäästöä, vaan radioaktiiviset aineet jäisivät suojarakennukseen. Jos suojarakennus pettää, päästön suuruuteen vaikuttaa olennaisesti se, millä tavalla ja kuinka pian vuoto suojarakennuksesta tapahtuu. Ympäristövaikutukset riippuvat päästön suuruudesta ja onnettomuuden jälkeisestä säätilasta. Ympäristöön päässeet radioaktiiviset aineet liikkuvat ilmassa tuulen mukana jatkuvasti laajenevana ja laimentuvana pilvenä. Pilven hiukkasmaiset aineet laskeutuvat vähitellen maan pintaan. Myös lyhytikäisten radioaktiivisten aineiden puoliintuminen matkalla laimentaa pilveä. Näin pilvi sisältää sitä vähemmän radioaktiivisia aineita, mitä kauemmaksi se etenee. Pilven kulkureitille sattuva sade huuhtoo radioaktiivisia aineita tehokkaasti maahan eli lisää laskeumaa. Tämän vuoksi laskeumassa voi olla merkittäviä paikallisia eroja.

Mikäli radioaktiiviset aineet pääsevät ydinvoimalaitoksesta suodattamattomana, suurin säteilyaltistus aiheutuu vakavan onnettomuuden alkuvaiheessa hengitysilman mukana keuhkoihin joutuvista radioaktiivisista aineista. Tällöin saastepilven ylikulun aikana ulkona olevat saavat yli 80 % päästön aiheuttamasta annoksesta hengityksen kautta. Tärkeintä on tällöin sisätiloihin suojautumalla välttää radioaktiivisen ilman hengittämistä. Lievässä tai suodatetussa onnettomuudessa voi päästö koostua pääasiallisesti jalokaasuista. Jalokaasuista ei aiheudu hengityksistä eikä laskeumaa.

Lähialueen ydinvoimalaitoksista vain omat ydinvoimalaitoksemme ja naapurimaiden laitoksista Kuola, Sosnovyi Bor ja Forsmark voisivat vakavan onnettomuuden sattuessa aiheuttaa Suomessa sellaisen säteilytason kasvun, että se haittaisi yhteiskunnan toimintaa. Muut Venäjän, Ruotsin ja Keski-Euroopan ydinvoimalaitokset ovat niin etäällä Suomesta, että ne voisivat aiheuttaa samantapaisen säteilytilanteen, joka maassamme koettiin 1986 sattuneen Tshernobylin onnettomuuden seurauksena.



Kuva 1 Pohjois-Euroopan ydinvoimalat

Sosnovyi Borissa, Kuolassa tai muualla ulkomailla tapahtuva ydinvoimalaitosonnettomuus – olipa se miten vakava tahansa – ei aiheuta Suomen väestölle missään olosuhteissa suoria terveyshaittoja, mutta lisää pitkällä aikavälillä syöpäriskiä. Tehokkaat ja oikea-aikaiset suojelutoimet ovat tarpeen heti vakavan onnettomuuden tapahtuttua epäedullisissa sääolosuhteissa, ja maan käyttörajoitukset voisivat olla tarpeen myöhemmin pahimman laskeuman alueella. Pilven ylikulun aikana sisälle suojautuminen ja joditablettien nauttiminen ovat riittäviä toimenpiteitä pahimmassakin ydinvoimalaitosonnettomuudessa kaikilla niillä alueilla, jotka ovat yli 20-30 kilometrin etäisyydellä voimalaitoksesta. Suojautumalla ajoissa ja oikein voidaan välttää mer-

kittävä osa säteilyn myöhäisvaikutuksista terveydelle. Pitkällä aikavälillä suurin osa väestöön kohdistuvasta säteilyannoksesta tulisi laskeuman aiheuttamasta ulkoisesta säteilystä ja ravinnon mukana elimistöön joutuneista radioaktiivisista aineista. Lievissä tapauksissa suojautumistoimet eivät ole tarpeen edes laitoksen lähiympäristössä.

Tshernobylin onnettomuuden jälkeen kiinnitettiin erityistä huomiota tiedottamisen ymmärrettävyyteen ja yksiselitteisyyteen. Ydinlaitostapahtumille ja -onnettomuuksille otettiin käyttöön kansainvälinen vakavuusasteikko INES (International Nuclear Event Scale), jolla kuvataan tapahtumien vakavuutta ja merkitystä väestön ja ympäristön turvallisuudelle. Vakavuusasteikolla on seitsemän luokkaa, joista 1-3 luokilla kuvataan turvallisuutta heikentäneitä tapahtumia ja luokilla 4-7 eri asteisia onnettomuuksia. Onnettomuustilanteessa vakavuusluokka määritetään mahdollisimman pikaisesti ja sitä voidaan tarkentaa myöhemmin. Vakavuusluokka kerrotaan STUKin tilannekuvauksissa ja tiedotteissa. Liitteessä 2 on ydinlaitostapahtumien kansainvälinen vakavuusasteikko ja liitteessä 3 on esimerkkejä ydinvoimalaitosonnettomuuden vakavuuden ja etäisyyden vaikutuksesta säteilytilanteen vakavuuteen.

Onnettomuus ydinkäyttöisellä aluksella

Ydinreaktoreita käytetään voimanlähteenä lähinnä ohjussukellusveneissä ja eräissä muissa sota-aluksissa sekä arktisilla alueilla operoivissa jäänmurtajissa. Ydinvoiman hyödyntäminen sotilaskäyttöön tarkoitetuissa aluksissa perustuu siihen, että ne voivat operoida merillä kuukausia, jopa vuosia ilman polttoainetäydennystä. Ydinkäyttöisten alusten reaktorit ovat toimintaperiaatteiltaan samanlaisia mutta paljon pienempiä kuin ydinvoimalaitoksella. Reaktorissa on radioaktiivisia aineita noin muutama prosentti suuren ydinvoimalaitosreaktorin vastaavista ainemääristä.

Suomen aluevesillä tai niiden välittömässä läheisyydessä ei tiettävästi liikennöi ydinvoimalla kulkevia aluksia. On arvioitu, että lähellä rannikkoa tapahtuva vakava ydinkäyttöisen aluksen reaktorionnettomuus voi aiheuttaa paikallisen laskeumatilanteen, joka pahimmillaan voi edellyttää suojelutoimia rajoitetulla alueella Suomen rannikolla. Onnettomuudesta aiheutuva säteilyannos ei suojautumattomallekaan henkilölle ylittäisi välittömään sairastumiseen johtavaa arvoa. Syövän saamisen riski kasvaisi hieman, mutta syöpäsairauksien yleistä lisääntymistä väestön keskuudessa ei voisi havaita.

Ydinkäyttöisiä aluksia on runsaasti Kuolassa Murmanskin alueella (noin 150 kpl), lähimmät runsaat 100 km Suomen rajasta. Pahinkaan mahdollinen reaktorionnettomuus niissä ei voisi aiheuttaa sellaista säteilytilannetta, jossa suojelutoimenpiteet Suomessa olisivat tarpeen. Säteilytasojen jonkin asteista kohoamista voitaisiin mitata epäedullisissa sääolosuhteissa.

Onnettomuus Murmanskin alueen käytöstä poistetuissa sukellusvenereaktoreissa

Uhka ja onnettomuuden seuraukset ovat selvästi pienemmät kuin edellisessä kohdassa. Seuraukset jäävät paikallisiksi eivätkä voi uhata suomalaisten terveyttä.

Onnettomuus radioaktiivisen jätteen käsittelylaitoksella

Käytetyn ydinpolttoaineen jälleenkäsittelylaitokset sijaitsevat varsin kaukana Suomesta. Lähimmät, La Hague Ranskassa, Sellafield Iso-Britanniassa ja Majak Venäjällä, sijaitsevat lähes 2000 kilometrin etäisyydellä. Kaukaisen sijainnin vuoksi vakavimmastakaan onnettomuudesta ei olisi seurauksia Suomessa. Sopivissa sääolosuhteissa, herkillä mittalaitteilla olisi mahdollista havaita jälkiä tällaisesta onnettomuudesta vuorokausia tapahtuman jälkeen.

Itse jälleenkäsittelyprosessissa radioaktiivisia aineita on kerrallaan suhteellisen vähän ja mahdolliset riskit on hyvin torjuttu. Sen sijaan laitoksen polttoaine- ja nestemäisten jätteiden varastoissa radioaktiivisia aineita on suuria määriä. Suurin riski liittyy nestemäisten jätteiden tankkeihin. Niissä kehittyy vetyä, ja ne vaativat jatkuvaa sekoitusta ja jäähdytystä, jotta tankeissa olevat kemialliset aineet eivät vähitellen muuttuisi räjähtäviksi yhdisteiksi. Tankin räjähdys aiheuttaisi vakavan tilanteen laitoksen läheisyydessä ja mahdollisia puhdistus- ja suojelutoimia laajemmallakin alueella. Tällaisia onnettomuuksia on tapahtunut muutama, niistä vakavin Majakin jälleenkäsittelylaitoksella vuonna 1957. Läheisen kaupungin mukaan se tunnetaan Kyshtymin onnettomuutena.

Maanalaisen ydinkokeen vuoto

Monet valtiot, Suomi ja Venäjä mukaan lukien, ovat allekirjoittaneet kattavan ydinkoekieltosopimuksen, joka nimensä mukaisesti kieltää ydinkokeet, niin sotilaalliset kuin rauhanomaisetkin. Näin lähialueellamme, Novaja Zemljan saarella, sijainneelta ydinkoealueelta ilmaan pääsevien radioaktiivisten aineiden riski on poistunut. Maanalaiset ydinkokeet tehtiin syvällä maaperässä.

Joskus voi ennakkovalmisteluista huolimatta räjähdysyhteydessä syntyä kallioperään ennakoitua suurempia tai pidempiä, aina maanpintaan johtavia rakoja. Silloin radioaktiivisia aineita pääsee ilmaan joko räjäytyksen aikana tai sen jälkeen hitaasti maaperän huokosten kautta tiukumalla. Vain räjähdysyhteydessä syntyvän suuren vuodon seurauksena ilmakehään voi päästä sellainen määrä radioaktiivisia aineita, että ne ovat havaittavissa koealueen ulkopuolella.

Ydinkäyttöisen satelliitin maahansyöksy

Satelliiteissa on turvajärjestelmät, jotka siirtävät ydinreaktorin ylemmälle kiertoradalle tai hajottavat sen ennen maahansyöksyä. Radalle laukaisun epäonnistuessa tai turvajärjestelmien pettäessä voi seurauksena olla satelliitin ja siinä olevan ydinreaktorin tai ydinpariston maahansyöksy. Radioaktiivisia kappaleita saattaa levitä laajalle alueelle. Kappaleet voivat olla suuria ja voimakkaasti säteileviä tai mikroskooppisen pieniä.

Satelliitin putoamisajankohta voidaan ennustaa suhteellisen tarkasti ja viranomaisilla on viikkoja aikaa valmistautua tilanteen varalle. Sen sijaan putoamispaikan ennustaminen on vaikeaa.

Väestön kokonaisannokset jäävät ilmeisesti vähäisiksi, mutta asutuilla alueilla reaktorisydämen jäänteet voivat aiheuttaa suuriakin yksilöannoksia. Jos jäänteisiin koskee paljaalla kädellä, siitä voi aiheutua nopeasti vakava säteilypalovamma. Väestöä varoitetaan säteilevistä kappaleista. Alueet, joille kappaleita on pudonnut, eristetään ja puhdistetaan.

Radioaktiivisten aineiden salakuljettaminen

1990-luvun ilmiö on radioaktiivisten aineiden salakuljettaminen. Ne voidaan karkeasti jakaa kolmeen osaan: ydinaseiden kannalta merkitykselliset tapaukset, pettämisyrittökset ja vahingot.

Ydinaseiden kannalta merkityksellisissä tapauksissa on lähes poikkeuksetta kyse sellaisista laitteista, joita tarvitaan ydinaseiden valmistuksessa, mutta jotka eivät ole radioaktiivisia. Tiettävästi näitä tapauksia ei ole koskaan esiintynyt Suomessa tai rajoillamme.

Pettämisyrittysten taustalla on yleensä pyrkimys välittää ydinaseisiin soveltuvina oleellisina aineina sekalaisia radioaktiivisia aineita, joilla todellisuudessa ei ole mitään merkitystä aseiden kannalta. Radioaktiivisuudesta on pahimmissa tapauksissa vaaraa salakuljettajille itselleen sekä lähimmille kanssamatkustajille.

Vahingot: Teollisuutemme käyttää jossain määrin raaka-aineena ulkomailta tuotavaa metalliromua, jossa viime vuosina on joskus esiintynyt radioaktiivisuutta. Tasot ovat olleet niin pieniä, ettei niistä ole ollut vaaraa siviilisille. Aina, kun radioaktiivisesti kontaminoitunutta materiaalia havaitaan raja-aseillamme, lähetykset käännytetään takaisin. Mittaukset tehdään kaikelle läpikulkevalle liikenteelle automaattisin valvontalaittein ja mittauksiin koulutettujen tullimiesten toimesta. Merkittävin riski saastuneesta romusta on taloudellinen, sillä jos radioaktiivista romua joutuisi sulattotai teollisuusprosesseihin, se voi pienehköinäkin määrinä saastuttaa prosessit ja tuotteet. Niin suurien aktiivisuuksien pääsy prosesseihin, että siitä olisi ympäristölle tai siviilisille vaaraa, on hyvin epätodennäköistä, sillä mainituilla tullin valvontalaitteil-

la sekä teollisuuden omilla vastaavilla laitteilla paljastuvat jo vähemmänkin kontaminoituneet romut.

Keskushallintoviranomaisten vastuunjako ja tehtävät säteilyvaaratilanteessa

Suomessa eri viranomaisten vastuunjako ja tehtävät erityistilanteiden aikana on järjestetty siten, että kukin sektori huolehtii omaa hallinnonalaansa koskevista tilanteen aiheuttamista toimista. Alla on keskeisten keskushallintoviranomaisten vastuunjako ja tehtävät normaaliajan säteilyvaaratilanteessa. Viranomaisten normaalit toimivaltuudet riittävät todennäköisesti säteilyvaaratilanteen hoitamiseen lukuun ottamatta ydinaseiden käyttöä ja sodan tai sodanuhkan aikaista onnettomuutta. Mikäli vakava säteilyvaaratilanne kuitenkin edellyttää esimerkiksi viranomaisten toimivaltuudet ylittäviä rahoitusjärjestelyjä, tarvitaan poikkeusolojen lisävaltuuksia.

- *Säteilyturvakeskus* muodostaa tilannekuvan, selvittää tilanteen turvallisuusmerkityksen ja antaa suositukset tarvittavista suojelutoimenpiteistä eri viranomaisille. Toimivaltaiset viranomaiset päättävät suojelutoimien täytäntönpästä. Paikalliset viranomaiset vastaavat suojelutoimien toteuttamisesta.
- *Sisäasiainministeriö* seuraa tilannetta ja luo edellytyksiä pelastustoiminnalle. Sisäasiainministeriö vastaa yhteistyössä muiden keskushallinnon viranomaisten kanssa valtakunnallisella tasolla tarvittavista väestönsuojelutoimenpiteistä. Tarvittaessa sisäasiainministeriö perustaa johtokeskuksen ja nimeää pelastustoiminnan johtajan.
- *Sosiaali- ja terveysministeriö* vastaa yleisestä väestön terveyden ja toimintakyvyn turvaamisesta. Se johtaa ja valvoo alaistensa laitosten ja sosiaali- ja terveydenhuollon toimintaa, niin että terveyden- ja sosiaalihuollon perustoiminnot jatkuvat myös säteilyvaaratilanteessa. Ministeriö antaa määräykset juomaveden laadusta ja valvonnasta.
- *Maa- ja metsätalousministeriö* vastaa maataloustuotantoon ja eläimistä saatavien elintarvikkeiden tuotantoon ja jalostukseen liittyvistä kysymyksistä. *Eläinlääkintä- ja elintarvikelaitos (EELA)* vastaa eläimistä saatavien elintarvikkeiden jalostukseen, jakeluun ja turvallisuuteen liittyvistä toimista. Lisäksi maa- ja metsätalousministeriö antaa mm. kalanviljelyä ja poronhoitoa sekä metsätaloutta ja turvetuotantoa koskevia ohjeita.
- *Kauppa- ja teollisuusministeriö* huolehtii energiahuollosta ja varmuusvarastoinnista. *Elintarvikevirasto* vastaa toimista, jotka liittyvät muiden kuin eläinperäisten elintarvikkeiden jalostukseen, jakeluun ja nautintakelpoisuuteen. Se valvoo kaupan oleville elintarvikkeille säteilyvaaratilanteessa asetettavien rajojen noudattamista.

- *Liikenneministeriö* päättää liikennettä, kuljetuksia ja viestiyhteyksiä koskevat asiat.
- *Ulkoasiainministeriö* välittää tietoa Suomessa oleville ulkomaiden suurlähetystöille sekä ulkomailla oleville Suomen suurlähetystöille.
- *Puolustusvoimat* osallistuu rauhanajan pelastustoimintaan antaen apua väestön hälyttämisessä, toimintaohjeiden antamisessa väestölle, säteilymittauksessa, alueen eristämässä, liikenteen ohjauksessa ja suojavaistön toimeenpanossa.
- *Ilmatieteen laitos* ylläpitää säteilyvalvontaan liittyvää sääpalvelua, arvioi ja ennustaa radioaktiivisten aineiden kulkeutumista ilmakehässä, toimittaa pelastustoiminnassa tarvittavia säätietoja sekä antaa STUKille meteorologista asiantuntija-apua tilannekuvan muodostamisessa.

Muut viranomaiset osallistuvat toimintaan tehtäviensä perusteella.

Toiminta säteilyvaaratilanteessa

Vaaratilanteen havaitseminen ja toiminnan käynnistäminen

Suomessa Säteilyturvakeskus vastaanottaa kaikki säteilyyn liittyvät hälytysviestit. STUK hälyttää ministeriöt ja muun valtionhallinnon. Ministeriöt hälyttävät alaisensa organisaatiot hälytysjärjestelmänsä käyttäen.

STUK lähettää viestit telefaxilla (multifaxjärjestelmä) myös hätäkeskuksiin ja paikallislaboratorioille, mutta ei erikseen varmista viestien perillemeno. STUK ilmoittaa tapahtumasta ja sen johdosta käynnistetyistä toimista myös tiedotusvälineille. Näin valtaosa Suomen viranomaisista saa ensitiedon tapahtumasta tiedotusvälineiden välityksellä. Uutistiedottaminen onkin nopea ja tehokas tiedonvälitystapa koko tilanteen ajan. Nykyisin www-sivujen käyttö on myös tehokasta.

Vaaratilanteesta on tärkeää saada tieto etukäteen, jotta väestönsuojelutoimiin valmistautumiseen on riittävästi aikaa. Tätä varten Suomi on tehnyt ydinonnettomuuksista ilmoittamista koskevia sopimuksia naapurimaiden ja kansainvälisten järjestöjen kanssa. Lisäksi rajojemme ulkopuolella sijaitseviin lähivoimaloihin (Kuolan, Pietarin lähellä sijaitseva Sosnovyi Borin ja Ignalinan voimalaitos) on toimitettu satelliittivälitteiset ilmoitusjärjestelmät.

Vaikka tietoa radioaktiivisesta päästöstä ei saataisikaan, pienikin nousu Suomen säteilytasossa havaitaan automaattisen 300 mittausasemaa käsittävän säteilyvalvontaverkon avulla. Verkosta saadaan hälytys STUKiin välittömästi, kun säteilytaso ylittää mittausasemille asetetun rajan. Raja (0,4 mikrosievertiä tunnissa) on alle sadas-

osa sellaisesta säteilytasosta, jossa suojelutoimet ovat tarpeen. Myös Sosnovyi Borin voimalaitoksen ympäristössä on automaattinen säteilyvalvontaverkko, josta STUK saa hälytyksen, jos säteily ylittää mittausasemille asetetun rajan. Vastaava on rakenteilla Kuolan ydinvoimalaitoksen ympäristöön.

STUKin valmiustoiminta käynnistyy kaikkina vuorokaudenaikoina 15 minuutissa. Valmius täysipainoiseen johtokeskustoimintaan on viimeistään kahden tunnin kuluttua siitä hetkestä, kun onnettomuusilmoituksen on katsottu edellyttävän STUKin täyttä toimintavalmiutta.

Tilanteen vaatiessa nopeita väestönsuojelutoimia ohjeita annetaan suoraan Yleisradion välityksellä viranomaistiedotteina. Viranomaiset, joilla on oikeus antaa viranomaistiedote ja tilanteet, joissa tiedote voidaan antaa on määritetty sisäasiainministeriön ohjeessa Viranomaistiedotteet radiossa (11/011/96/18.1.1996). Väestönsuojelutoimia koskevat viranomaistiedotteet antaa pelastustoiminnan johtaja. Mikäli vaaratilanne kuitenkin muodostuu niin nopeasti, että tarvitaan välitöntä väestön ohjaamista ja tilanteesta tiedottamista, antaa ensimmäiset viranomaistiedotteet STUK.

Säteilyvaaraa epäiltäessä

Epäily säteilyvaaratilanteesta voi syntyä

- kuntalaisten, tiedotusvälineitten ym. yhteydenotoista
- viranomaisten toiminnasta: säteilyvalvonta, tulli, muut havainnot
- säteilytoiminnan harjoittajien ilmoituksista

Ilmoita epäily STUKiin

- virka-aikana: STUKin puhelinvaihteen kautta
- virka-ajan ulkopuolella: hätäkeskusten kautta
- jos tilanne koskee havaintoa, josta ei ole vielä annettu ohjeita (ei oletettavasti STUKin tiedossa), ota yhteys STUKiin tilanteen selvittämistä ja arviointia varten ennen suojelutoimenpiteisiin ryhtymistä
- suunnitelmien mukaisiin toimenpiteisiin tulee kuitenkin ryhtyä pelastusviranomaisten, teollisuuden ja poliisin ohjeiden mukaisesti esimerkiksi vaara-alueen eristämiseksi

Tilanteen turvallisuusmerkityksen ja toimenpidetarpeen selvittäminen

Säteilyvaaratilanteessa tilanteen turvallisuusmerkityksen ja toimenpidetarpeen selvittäminen on STUKin tehtävä.

STUK

- selvittää onnettomuuteen liittyvän tilannekuvan ja tekee ennusteen tilanteen kehittymisestä
- määrittää potentiaalisen vaara-alueen
- muodostaa säteilytilannekuvan ja arvioi tilanteen aiheuttamat haitalliset vaikutukset väestölle ja ympäristölle
- antaa suositukset tilanteessa tarvittavista suojelutoimista toimivaltaisille viranomaisille
- välittää em. tietoja koti- ja ulkomaisille viranomaisille ja yhteistyötahoille sekä tiedotusvälineille

Alussa säteilytilannekuva on tapahtumatietoihin, mahdollisiin päästötietoihin tai päästöarvioon perustuva ennuste. Päästön tapahduttua säteilytilannekuva perustuu STUKin omien ja muiden yhteistyösapuolien mittaustietoihin sekä ennusteeseen tilanteen kehittymisestä. STUKin lisäksi säteilyvalvontaan osallistuvat sisäasiainministeriö, Ilmatieteen laitos ja Puolustusvoimat. Kaikki mittaustulokset ja tapahtumätiedot kerätään keskitetysti STUKiin tilannekuvan muodostamista, tilanteen turvallisuusmerkityksen arviointia ja toimenpidesuosituksen valmistelua varten. Kotimaisen ydinvoimalaitoksen äkillisessä onnettomuudessa voimalaitoksen valmiusorganisaatio antaa suositukset tarvittavista suojelutoimista kunnes STUK on valmis ottamaan suositusvastuun.

STUKin ylläpitämä valtakunnallinen säteilyvalvonta sisältää ulkoisen säteilyn, hengitysilman, laskeuman, ympäristön, elintarvikkeiden ja ihmisen radioaktiivisuuden valvonnan. Lisää säteilyn mittaamisesta on liitteessä 1.

Pelastustoiminnan johtaminen

Vakavassa säteilyvaaratilanteessa tarvitaan toimenpiteitä ja yhteistoimintaa sekä tilanteen seuranta laajalla alueella, jopa koko maassa. Jotta toiminta voidaan alkuvaiheessa järjestää tehokkaasti, tarvitaan pelastushallinnon alueelliseen vastuunjakoon perustuva, koko maan kattava johtamisjärjestelmä. Pelastustoiminnan johtaminen säteilyvaaratilanteissa perustuu pelastustoimilakiin ja asetukseen. Johtamisvastuu määräytyy alueellisesti tai valtakunnallisesti tapauksen mukaan.

Pelastustoiminnan johtaja on yleensä siitä kunnasta, jonka alueella onnettomuus on tapahtunut tai jota onnettomuus ensimmäisenä koskettaa. Johtovastuun voi ottaa myös kyseisen yhteistoiminta-alueen aluepalopäällikkö. Alueellisesti laajassa onnettomuudessa voi tilannetta johtaa lääninhallitus tai sisäasiainministeriö tai määrätä aluepalopäällikön tai jonkun muun tehtävään soveltuvan henkilön pelastustoiminnan johtajaksi. Kotimaisen ydinvoimalaitoksen onnettomuuden varalta laadituissa suunnitelmissa lähdetään siitä, että toiminnan käynnistyessä voimalaitoksen sijainti-

alueen aluepalopäällikkö toimii pelastustoiminnan johtajana ja käynnistää tarpeelliset hälytys- ja pelastustoimet.

Sisäasiainministeriö vastaa yhteistyössä muiden keskushallinnon viranomaisten kanssa valtakunnallisella tasolla tarvittavista väestönsuojelutoimenpiteistä. Lääninhallitukset huolehtivat läänintason tehtävistä yhteistyössä muiden aluehallintoviranomaisten kanssa. Sisäasiainministeriön ja lääninhallitusten johtamistoiminta on ensisijassa voimavarojen hankkimista ja ohjaamista oikeisiin kohteisiin, yleiskuvan ylläpitämistä tilanteesta ja sen perusteella käskyjen ja ohjeiden antamista alemmille johtoportaille sekä tiedottamisesta huolehtimista. Aluepalopäälliköt ja kuntien pelastusviranomaiset johtavat toimintaa omilla alueillaan .

Sisäasiainministeriön ohje Toiminta säteilyonnettomuustilanteissa (10/011/98, sarja A:57) antaa perusteet pelastustoiminnan suunnittelulle ja toimeenpanolle sellaisten normaaliolojen säteilyvaaratilanteiden varalle, joista saattaa aiheutua haittavaikutuksia väestön terveydelle.

Kuljetus- tai muissa onnettomuustilanteissa, joissa säteilyvaikutukset jäävät paikalliseksi, pelastustoiminnan johtamisvastuu on kyseisen kunnan pelastusviranomaisella tai aluepalopäälliköllä. STUK antaa suositukset suoraan tilannetta johtavalle paikalliselle viranomaiselle. Alue- ja keskushallintoviranomaiset seuraavat tilannetta ja tiedottavat tarvittaessa. Hyvin paikallisessa, esim. säteilyn käyttöön liittyvässä onnettomuudessa, jolla ei ole ympäristövaikutuksia, STUK antaa toimintaohjeet suoraan säteilyn käyttäjälle tai muulle tilannetta hoitavalle henkilölle.

Toimenpiteistä päättäminen ja niiden toteuttaminen

Pelastustoiminnan johtaja päättää STUKin antamien suositusten ja suorittamansa tilanteen arvioinnin perusteella tilanteen vaatimista väestön suojaamista koskevista toimenpiteistä. Toimenpiteiden toteuttamisesta vastaa pelastustoiminnanjohtaja sekä kukin lääninhallitus ja kunta alueellaan. Jos tilanne vaatii välittömiä suojelutoimia, pelastustoiminnan johtaja tai STUK antaa ohjeet suoraan Yleisradion välityksellä viranomaistiedotteena. Varsinaisten väestön suojaamista koskevien ohjeiden lisäksi pelastustoiminnan johtaja antaa tarvittaessa ohjeita muista kiireellisistä suojelutoimenpiteistä, kuten kehotuksesta joditablettien nauttimiseksi sekä karjan ja kasvihuoneiden suojaamiseksi. Päätöksenteossa avustaa mahdollisimman nopeasti eri hallinnonalojen edustajista koostuva johtoryhmä. Johtoryhmän edustajat konsultoivat oman hallinnonalaansa ministeriön kanssa. Muutoin ministeriöt huolehtivat aikaisemmin esitetyn vastuunjaon mukaisesti omaa hallinnonalaansa koskevasta päätöksenteosta ja toimenpiteiden toteuttamisesta. STUKin suositukset valmistellaan mahdollisuuksien mukaan yhteistyössä asianomaisten ministeriöiden kanssa.

Päätökset toimenpiteistä, joilla on taloudellisia vaikutuksia tehdään ministeriötasolla. Tämä koskee erityisesti määräyksiä, joissa puututaan elinkeinonharjoittajan tai

muuhun toimintaan siten, että toimenpiteestä aiheutuu kustannuksia tai tuotannonmenetyksiä ja näin myöhemmin joudutaan pohtimaan korvauskysymyksiä.

Laskeumatilanteessa päätöksentekoon on aikaa. Päätöksiä valmistelemissa ovat kaikki asianomaiset osapuolet: viranomaiset ja muut asianomaiset. Päätökset tehdään STUKin suosituksesta ja yhteistyössä STUKin kanssa.

Eri ministeriöt vastaavat omaa hallinnonalaansa koskevien toimenpiteiden toteuttamisesta, tiedon ja ohjeiden välittämisestä omalla hallinnonalallaan ja hallinnonalaansa koskevan tiedon välittämisestä muille viranomaisille. Lääninhallitukset huolehtivat läänintason tehtävistä yhteistyössä muiden aluehallintoviranomaisten kanssa. Lääninhallitukset ohjaavat tarvittaessa alaitensa sekä valvontansa alaisten viranomaisten (poliisi, palotoimi, lääninhälytyskeskus, sosiaali- ja terveystoimi sekä yleinen kunnallishallinto) toimintaa.

Kunnan toiminta laajassa säteilyvaaratilanteessa

Kunnan pelastusviranomaiset huolehtivat väestön varoittamisesta ja antavat toimintaohjeita, huolehtivat säteilymittauksesta sekä tiedottavat omasta toiminnastaan ja vastuullaan olevista asioista. Varoitus annetaan kiinteillä ja liikkuvilla hälyttimillä. Yleisölle tiedotetaan ensisijaisesti radion ja TV:n kautta, mutta myös kaiutinparioiden ja ulkohälytinten avulla. Myös puhelinluettelossa on lyhyet ohjeet vakavien tilanteiden ensimmäisistä toimenpiteistä.

Laajassa säteilyvaaratilanteessa kunnan keskeiset viranhaltijat muodostavat johtoryhmän. Johtoryhmän kutsuu koolle kunnanjohtaja tai palopäällikkö. Johtoryhmän kokoonpano riippuu kunnan koosta ja tehtäväjaosta. Johtoryhmässä on hyvä olla edustettuna ainakin pelastustoimi, terveys- ja sosiaalitoimi, tekninen sektori, poliisi ja tiedotus. Johtokeskukseen kootaan kunnan johtamisessa ja päätöksenteossa tarvittavia tietoja, muodostetaan tilannekuva ja ylläpidetään sitä, sekä välitetään tilannekuvaa kunnassa. Kunnat toimeenpanevat eri hallinnonalojen päätökset ja ohjeet sovittaen yhteen viranomaisten ja pelastustoimeen osallistuvien tahojen tehtäviä, sekä valvovat toimenpiteiden toteutumista.

Kunnan johtoryhmä kokoontuu säännöllisesti ja aina, kun tilanteen muutos tai vakavuus sitä vaatii. Jatkuvaan johtokeskustyöskentelyyn siirrytään vasta, jos tilanne sitä edellyttää. Tietojen vastaanottovalmiuden ja pelastustoimen johtamisvalmiuden tulee olla jatkuvaa. Johtoryhmän tulee keskittyä oleellisiin, usean eri toimialan yhteistyötä vaativiin asioihin ja jättää rutiiniasiat toimialajohtajille.

Omat organisaatiot, naapurikunnat ja yksittäiset kuntalaiset välittävät tietoja ja havaintojaan kunnan alueelta. Tiedon vastaanottajan tulee huolehtia siitä, että sellaiset asiat, joilla on vaikutusta myös muiden toimialojen tehtäviin, saatetaan sekä tilannehenkilöstön että asianomaisten toimialojen tietoon. Tilannekuvaa kunnasta ja kunnassa toimeenpantujen toimenpiteiden toteutumisesta välitetään lääninhalli-

tukselle. Tiedottamisessa otetaan huomioon valtakunnallinen ja alueellinen tiedottaminen sekä yhteistoiminta paikallisten tiedottajien kanssa.

Kunnan johtoryhmän tehtävät laajassa säteilyvaaratilanteessa

Muodostaa tilanteesta kokonaistilannekuvan ja ylläpitää sitä

- kokoaa sekä suoraan eri hallinnonaloilta että yleisen tiedotuksen kautta tulevan tiedon
- kokoaa kunnan eri sektoreiden tilannekuvan

Huolehtii tiedonkulusta

- tiedon välittämisestä kunnassa eri sektoreille/toimialoille
- tilannekuvan välittämisestä kunnasta: suojelutoimenpiteiden toteutuminen, mittaustulokset

Huolehtii tiedottamisesta kuntalaisille

Vastaa pelastustoiminnanjohtajan ja eri hallinnonalojen päätösten ja ohjeiden toteuttamisesta

- sovittaa yhteen viranomaisten ja muiden pelastustoimeen osallistuvien tahojen tehtäviä
- koordinoi toimenpiteitä ja seuraa niiden toteutumista kunnan alueella

Ympäristöterveydenhuollon tehtävät laajassa säteilyvaaratilanteessa

- vastaanottaa ministeriöiden ja muiden keskushallintoviranomaisten ohjeet ja tilannekuvat
- avustaa muita viranomaisia tilanteen hoitamisessa
- toimeenpanee annetut ohjeet soveltaen niitä tarvittaessa paikallisesti. Ohjeet voivat koskea mm. elintarvikkeiden ja talousveden käyttöä, suojaamista ja puhdistusta, ruokahuoltoa ja kotitalouksia, vihannestuotantoa ja vihanneskauppaa, eläintenpitoa (rehu, laitumet, vesi) ja uimaveden käyttöä
- välittää tietoja ja ohjeita muun neuvonnan ulkopuolelle jääville, esim. joillekin pienille yrityksille
- vastaa elintarvikkeiden valvonnasta eläinlääkintä- ja elintarvikelaitoksen ja Elintarvikeviraston johdolla. Teurastamoissa valvonnasta vastaavat teurastamojen tarkastuseläinlääkärit (kappale elintarvikkeiden radioaktiivisuuden selvittäminen).
- suunnittelee tarvittaessa seurantaohjelman toteutettavaksi paikallislaboratorioissa paikallisen tarpeen mukaan. Paikallislaboratorio antaa mitta- ja näytteenottoapua STUKille, mittaa resurssiensa ja kunnassa määritetyn tarpeen mukaisesti yksityisten henkilöiden ja paikallisen seurantaohjelman mukaisia näytteitä.

Terveydenhuolto laajassa säteilyvaaratilanteessa

Sisällesuojautumisen yhteydessä terveydenhuollon perustoimintojen pitää jatkua. Henkilökunnan täytyy siirtyä työpaikoille. Kotihoidossa olevia vanhuksia pitää käydä hoitamassa. Äkillisesti sairastuneiden ihmisten täytyy saada hoitoa. On muistettava, että säteilytilanteesta huolimatta lyhyt liikuminen ulkona ei aiheuta välitöntä vaaraa terveydelle.

Terveyskeskuksille kuuluu

- yleinen terveyden turvaaminen
- joditablettien varaamisesta ja jakelun suunnittelusta vastaa kunnan sosiaali- ja terveystoimi. Asia on suositettu hoidettavaksi terveyskeskusten toimesta (STM:n kirje 6.4.1992, Nro 1/589/92).
- potilaiden neuvonta säteilyn vaikutuksista (Terveydenhuollon varautuminen väestön neuvontaan s. 121).

Vakavan laskeuman alueella:

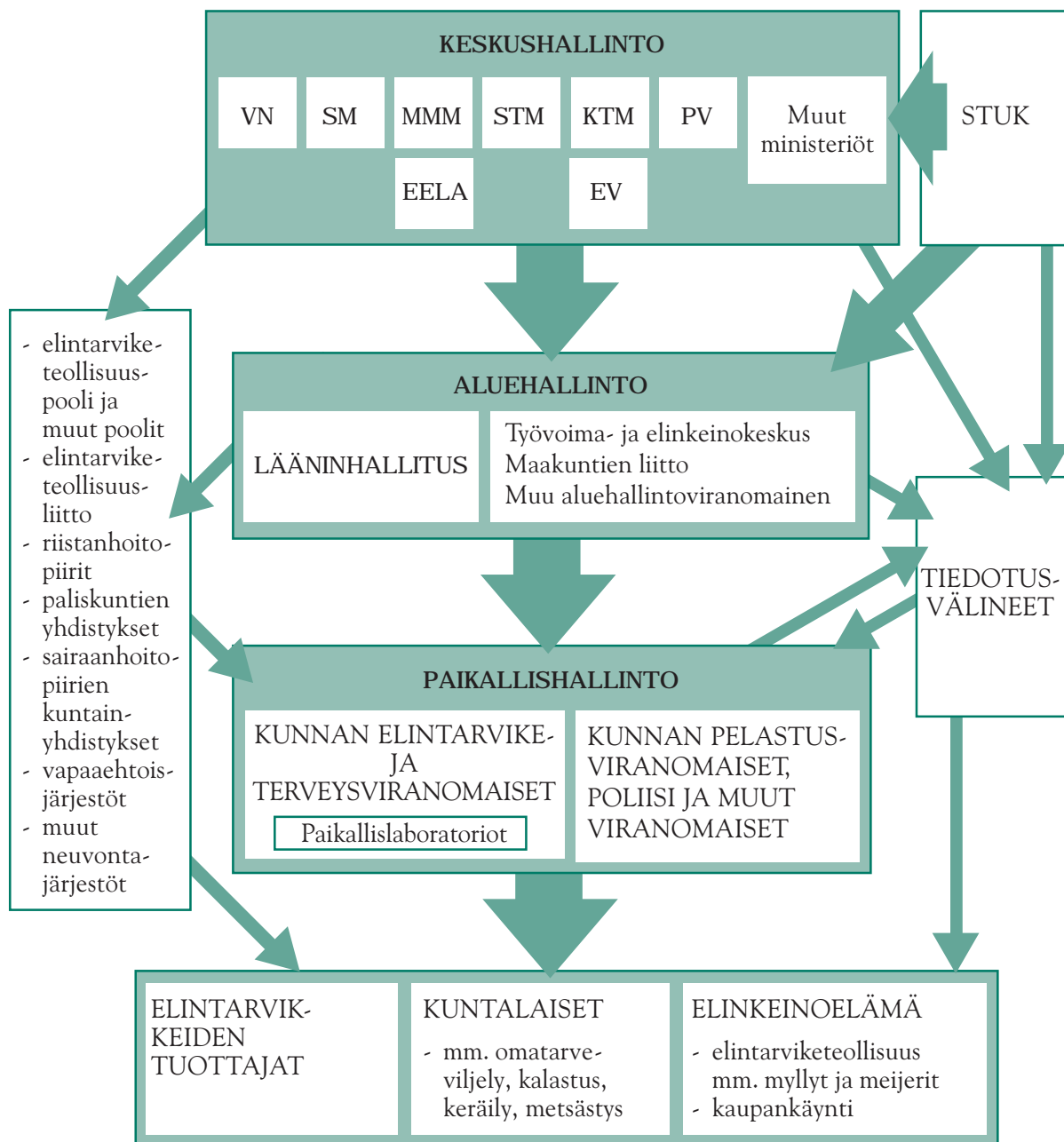
- henkilöiden puhdistustoiminnan suunnittelu
- pelastustoimiin osallistuvien terveystarkastukset

Seuraavan sivun kaaviossa, tilannekuvan ja toimintaohjeiden välittäminen, käytetyt lyhenteet:

VN	Valtioneuvosto
SM	Sisäasiainministeriö
MMM	Maa- ja metsätalousministeriö
EELA	MMM:n alainen Eläinlääkintä- ja elintarvikelaitos
STM	Sosiaali- ja terveysministeriö
KTM	Kauppa- ja teollisuusministeriö
EV	KTM:n alainen elintarvikevirasto
PV	Puolustusvoimat
STUK	Säteilyturvakeskus

TILANNEKUVAN JA TOIMINTAOHJEIDEN VÄLITTÄMINEN
LAAJASSA SÄTEILYVAARATILANTEESSA

Kuvassa on pääsialliset tiedonkulkureitit



Tiedottaminen

Erityistilanteissa toimintaa johtava viranomainen vastaa yleisestä tiedottamisesta. Kukin viranomainen keskus-, lääni- ja kuntatasolla tiedottaa omasta toiminnastaan. Tarvittaessa tiedotuksen koordinoinnista vastaa valtioneuvoston tiedotusyksikkö. Säteilyturvakeskus tiedottaa säteilytilanteesta ja sen vaikutuksista. Tiedottaminen tapahtuu pääasiallisesti tiedotusvälineiden kautta. STUK käyttää kansalaistiedottamisessaan myös Yleisradion teksti-tv:n säteilyturvasivuja (197) sekä www-sivuja (www.stuk.fi).

Eri viranomaiset, kuten pelastusviranomaiset, poliisi, terveydenhuolto ja sosiaali- viranomaiset varautuvat suunnitelmissaan omaa toimialaansa koskevaan tiedottamiseen sekä erityisesti onnettomuuden vaikutusten kohteena olevan väestön neuvonnan järjestämiseen.

Suojelutoimenpiteet vakavassa säteilyvaaratilanteessa

Tässä kappaleessa käsitellään tärkeimpiä väestön säteilyaltistuksen rajoittamiseksi käytettäviä suojelutoimenpiteitä sekä ohjeellisia toimenpidetasoja vakavassa säteilyvaaratilanteessa. Suojelutoimien suoritustapa, laajuus ja kesto valitaan siten, että niillä saavutettava nettohyöty on mahdollisimman suuri ja toimista päätettäessä tulee varmistua, että niillä aikaansaadaan enemmän hyötyä kuin haittaa. Eri onnettomuuksien aiheuttamissa säteilyvaaratilanteissa kyseeseen tulevia suojelutoimenpiteitä on kuvattu säteilyvaaratilanteita ja niiden vaikutuksia koskevassa osuudessa.

Suojelutoimenpiteet tulee käynnistää jo ennen kuin radioaktiivinen pilvi on saapunut alueelle tai välittömästi pilven saapuessa. Kun tieto onnettomuudesta tai sen uhkasta saadaan ajoissa, on suojautumiseen aikaa. Radioaktiivisten aineiden pilvi kulkee 100 kilometrin matkan 7 tunnissa kun tuulen nopeus on 4 m/s. Navakalla tuulella (11 m/s) pilvi kulkee 100 kilometrin matkan 3 tunnissa. Seuraavassa on tärkeimpiä väestön säteilyaltistuksen rajoittamiseen käytettäviä suojelutoimenpiteitä:

Sisälle suojautuminen

Pilven ylikulun aikana sisälle suojautuminen ja joditablettien nauttiminen ovat riittäviä toimenpiteitä pahimmassakin ydinvoimalaitosonnettomuudessa kaikilla niillä alueilla, jotka ovat yli 20 -30 kilometrin etäisyydellä voimalaitoksesta. Väestöä varoitetaan yleisellä vaaramerkillä ja kehoitetaan hakeutumaan sisätiloihin jos ulkoinen annosnopeus kohoaa tai voi kohota yli 100 mikroSv/h. Suojatiloina käytetään pääasiassa asuinrakennuksen normaaleja huonetiloja. Tilojen ilmanvaihto on pysäytettävä ja tehtävä asunnosta mahdollisimman tiivis. Parhaan suojan saa rakennuksen keskiosissa tai kellarikerroksessa. Mikäli väestönsuojia on käytettävissä, saa niissä vielä parem-

man suojan kuin sisätiloissa. Väestönsuojaan meno ei kuitenkaan ole ratkaisevan tärkeää henkilökohtaisen riskin pienentämisessä. Pilven ylikulku ja näin myös tarve sisälle suojautumiseen kestävät muutamia tunteja, todennäköisesti enintään yhden vuorokauden. Olennainen osa toimenpidettä on sisätilojen tuuletus saasteilven mentyä ohi. Sisälle suojautumisen yhteydessä väestölle annetaan ohjeita radion ja television välityksellä.

Ydinräjähdysten vaikutuksilta suojauduttaessa väestönsuojat ovat tärkeitä säteilyannoksen rajoittamiseksi räjähdysalueen ympäristössä, jopa satoihin kilometreihin asti. Väestönsuojat onkin rakennettu sotatilanteita varten – ei ydinvoimalaitosonnettomuuden varalle.

Joditablettien nauttiminen

Vakavan reaktorionnettomuuden yhteydessä voi ilmaan päästä radioaktiivista kaasumaista jodia. Hengitetty jodi hakeutuu kilpirauhaseen ja lisää kilpirauhassyövän riskiä. Oikea-aikaisesti nautittu joditabletti kyllästää kilpirauhasen tavallisella ei-radioaktiivisella jodilla ja siten estää radioaktiivisen jodin kertymisen kilpirauhaseen. Joditabletit ovat tärkeämpiä lapsille kuin aikuisille. Joditablettien saatavuudesta huolehditaan etukäteen. Yritykset ja laitokset sekä vähintään viiden asunnon asuintalot ovat velvollisia hankkimaan joditabletit asukkaiden, työntekijöiden ja laitoksissa oleskelevien mahdolliseen tarpeeseen, sisäasiainministeriön määräykset yritysten ja laitosten suojelujärjestelyistä, 18/91, sekä talosuojelujärjestelyistä, 4/95. Terveyskeskuksia on kehoitettu varaamaan 1 joditabletti henkeä kohden 25 %:lle väestöstä haja-asutusalueen asukkaita varten. Lisäksi väestöä on kehoitettu hankkimaan joditabletteja kotiin.

Kotieläintuotannon suojaaminen

Ennen radioaktiivisen pilven saapumista tulee eläimet viedä sisätiloihin ja suojata niiden rehu ja juomavesi radioaktiiviselta laskeumalta sekä mahdollisuuksien mukaan tiivistää eläinsuojat. Tuorerehun käyttöaikana varataan säilyvään muotoon noin viikon rehut. Näillä toimenpiteillä on ratkaiseva merkitys ihmisten säteilyaltistuksen vähentämisessä laskeuman jälkeisessä tilanteessa. Siksi maidon tuotannossa tuorerehun varaaminen on lähes aina perusteltua, kun laskeuman uhka on olemassa. Erityisen tärkeää on estää radioaktiivisen jodin kulkeutumista lehmänmaitoon ja maitotuotteista lasten kilpirauhaseen.

Kalanviljely

Kalanviljelyaltaat ja kalojen ravinto on mahdollisuuksien mukaan suojattava peittämällä laskeuman vaikutuksilta. Merivesialtaissa laskeumanuklidien kulkeutuminen kaloihin on vähäisempää kuin makean veden altaissa.

Vihannestuotanto

Kasvihuoneiden tuuletusta on syytä rajoittaa, mikäli se voidaan tehdä kasvustoja vahingoittamatta.

Suojaväistö

Jos kyseessä on erittäin vakava ydinvoimalaitosonnettomuus, johon liittyy suuri radioaktiivisten aineiden päästön uhka, siirretään ihmiset nopeasti noin viiden kilometrin säteeltä onnettomuuslaitoksesta ja väestönsiirtoa harkitaan 20-30 kilometriin asti ainakin tuulen alapuolella. Näillä alueilla suojaväistön toteuttaminen perustuu aina ennakoituun säteilytilanteeseen. Tällöin on varmistuttava, että sen suorittamiseen on riittävästi aikaa ennen kuin päästöpilvi saapuu. Kauempiana suojaväistöön ryhdytään vasta radioaktiivisten aineiden muodostaman pilven mentyä ohi. Tuotantoeläinten hoito on järjestettävä suojaväistön ajaksi.

Kulkurajoitukset

Ihmisten pääsyä uhatulle tai saastuneelle alueelle (radioaktiivisen pilven kulkureitille) voidaan rajoittaa määrääjäksi. Pääsy alueelle sallitaan vain pelastus- ja palauttamistöihin osallistuville.

Elintarvikkeita koskevat toimenpiteet

Elintarvikkeita koskevat toimenpiteet on kuvattu seuraavissa kappaleissa: elintarvikkeet laskeumatilanteessa (s. 144) ja talousvesi laskeumatilanteessa (s. 151).

Alueellinen evakointi

Kun radioaktiivinen pilvi on kulkeutunut tuulen mukana ohi ja hengitysilma puhdistunut, selvitetään laskeuman suuruus ja päätetään, onko pitempiaikainen väestön siirto joiltakin alueilta tarpeen. Alueellinen evakuointi voi olla jatkotoimenpide akuuttivaiheessa tehdylle suojaväistölle. Kaikki evakuoidut alueet pyritään puhdistamaan asuinkelpoisiksi.

Väestön uudelleen asuttaminen

Mikäli laskeuma-alue on erittäin pahasti saastunut, eikä sitä puhdistustoimenpiteistä huolimatta saada asuttavaan kuntoon, voidaan väestö joutua asuttamaan pysyvästi uusiin kohteisiin.

Taulukossa 11.1 esitetään ohjeelliset operatiiviset toimenpidetasot suojelutoimenpiteille säteilyvaaratilanteissa, jossa radioaktiivisten aineiden pilven koostumusta ei tunneta. Ohjeellisella toimenpidetasolla tarkoitetaan sellaista säteilytasoa, jonka ylityessä väestön suojelemiseksi tarkoitettu suojelutoimenpide on yleensä perusteltu. Toimenpidetason ohjeellisuus tarkoittaa myös, että siitä voidaan poiketa joko ylöspäin tai alaspäin, kun pilven koostumus sekä säteilytilanteen vakavuus ja laajuus on selvinnyt.

Taulukko 11.1 Ohjeelliset operatiiviset toimenpidesot eri suojelutoimenpiteille säteilyvaaratilanteessa, jossa ei tunneta radioaktiivisten aineiden pilven koostumusta.

Suojelutoimenpide	Operatiivinen toimenpideso ulkoisena annosnopeutena
Sisälle suojautuminen	100 $\mu\text{Sv/h}$
Joditablettien nauttiminen	100 $\mu\text{Sv/h}$ aikuiset, 10 $\mu\text{Sv/h}$ lapset
Kulkurajoitukset	100 $\mu\text{Sv/h}$
Suojaväistö	1000 $\mu\text{Sv/h}$ (laskeuman aiheuttama)
Kotieläintuotannon suojaaminen	1 $\mu\text{Sv/h}$

μ = mikro = miljoonasosa = 0,000 001

Tehokas ja tarkoituksenmukainen toiminta säteilyvaaratilanteessa edellyttää suunnitelmallista varautumista tällaiseen tilanteeseen. Suojelutoimenpiteiden valinnassa ja mitoituksessa käytettävät kriteerit perustuvat vältettävissä olevan säteilyannoksen arvioimiseen. Seuraavassa taulukossa esitetään suunnittelukriteerit keskeisimmille suojelutoimenpiteille vältettynä yksilöannoksena.

Taulukko 11.2 Valmiussuunnittelussa käytettävät suunnittelukriteerit keskeisimmille suojelutoimenpiteille.

Suojelutoimenpide	Vältetty yksilöannos
Sisälle suojautuminen	10 mSv kahden vuorokauden aikana (efektiivinen annos)
Joditablettien nauttiminen	Aikuisille 100 mGy, lapsille 10 mGy, (kilpirauhaseen absorboitunut annos)
Suojaväistö	50 mSv yhden viikon aikana (efektiivinen annos)

m = milli = tuhannesosa = 0,001

Aikuinen saa 1 mSv:n annoksen, jos 10 tunnin ajan hengitetään ilmaa,

- jonka cesium 137 -pitoisuus on 10 000 Bq/m³ (kymmenentuhatta becquereliä kuutiossa)
- jonka jodi 131 -pitoisuus on 10 000 Bq/m³ (kymmenentuhatta becquereliä kuutiossa) Tällöin kilpirauhaseen kohdistuva altistus on aikuisella 14 mGy ja 1-vuotiaalla lapsella 22 mGy

Elintarvikkeet laskeumatilanteessa

Elintarvikkeiden radioaktiivisuuden selvittäminen

Säteilysuojelulainsäädännön edellyttämä ympäristön radioaktiivisuusvalvonta ja siihen liittyvät tutkimukset ovat STUKin vastuulla. Säteilyvaaratilanteessa ensimmäiset arviot ympäristön saastumisesta tehdään akuuttivaiheen tietojen ja ennusteiden perusteella. Tarvittaessa käynnistetään suunnitelmallinen elintarvikkeiden ja juomaveden radioaktiivisten aineiden tutkiminen yhdessä elintarvikeviranomaisten kanssa.

Laskeumatilanteessa STUK suunnittelee yhdessä elintarvikeviranomaisten kanssa näytteenotto- ja analysointiohjelman tilanteen arvioimiseksi. Ohjelman toteuttamiseen osallistuu STUKin ja sen Rovaniemellä olevan aluelaboratorion lisäksi noin 50 elintarvikkeiden radioaktiivisuusmittauksiin sitoutunutta paikallislaboratoriota. STUK on tehnyt kuntien kanssa sopimukset mittalaitteiden käytöstä. Virallisesta elintarvikevalvonnasta vastaavat kunnat ja teurastamoissa tarkastuseläinlääkärit EELA:n ja elintarvikeviraston johdolla. STUK on asetettu eläimistä saatavien elintarvikkeiden radioaktiivisten aineiden tutkimuksien kansalliseksi vertailulaboratorioksi ja se ohjaa säteilymittauksissa virallista elintarvikevalvontaa tekevien laboratorioden toimintaa.

STUKin ohjaama paikallislaboratorioiden mittaustoiminta nopeuttaa alueellisen kokonaiskuvan saamista gammasäteilyä lähettävien radioaktiivisten aineiden pitoisuuksista elintarvikkeissa ja vedessä. STUK on hankkinut laboratorioille yksinkertaiset gamma-mittauslaitteistot elintarvikkeiden ja juomaveden radioaktiivisuusmittauksia varten. STUK antaa laboratorioille mittaushjeet ja kalibrointikertoimet. Kalibrointikertoimet muuttuvat tilanteen muuttuessa ja radioaktiivisten aineiden puoliintuessa. Samoin STUK toimittaa tiedoksi tilanteessa noudatettavat pitoisuusrajat. Sitä mukaa kun tilannekuva täydentyy ja analysointiohjelman kohdealue tarkentuu, voidaan ohjelmaa laajentaa tai supistaa. Myös elintarviketeollisuuden omavalvontaan voi sisältyä radioaktiivisten aineiden mittauksia. Joillakin tuotantolaitoksilla, teurastamoilla ja meijereillä on mittalaitteet omien tuotteiden puhtauden varmistamiseksi.

Paikallislaboratorioilta voidaan elintarvikkeiden ja veden radioaktiivisuusmittausten lisäksi pyytää apua näytteiden toimittamisessa omilta alueiltaan STUKiin analysoitaviksi. Lisäksi STUK saa näytteitä suoraan esimerkiksi meijereiltä. Pyynnön yhteydessä STUK lähettää faksilla näytteenotto- ja lähetysohjeet, STUKin yhteystiedot sekä lomakkeen näytteen alkuperätietojen antamista varten.

Valvonnan avulla määritellään säteilyaltistusta rajoittavien toimenpiteiden tarve sekä niiden kohdentamisalue ja kesto. Valvontamittauksin seurataan myös toimenpiteiden tehokkuutta ja toteutumistasetta. Paikallislaboratoriot raportoivat säännöllisesti STUKille myös normaaliaikana tehtyjen mittausten tulokset toimintavalmiuden ylläpitämiseksi.

Paikallislaboratoriomittareilla voidaan mitata aktiivisuuksia kunnan omaa valvontaa varten otetuista sekä yksityishenkilöiden ottamista näytteistä. Tällöin on kuitenkin muistettava, että STUKin toimittamat kalibrointikertoimet soveltuvat sellaisenaan käytettäväksi vain, jos näytteen tiheys on noin 1 kg/l ja mittausero sama kuin elintarvikemittauksissa. Geometriavaatimus edellyttää, että näyte on mitattava erityisessä mittalaitteeseen sopivassa astiassa ja näytettä on oltava riittävästi. Toiminnan tarkoituksena on todeta, ovatko elintarvikkeet ja juomavesi säteilysuojelumielessä nautintakelpoisia.

Taulukko 11.3 Elintarvikkeita ja talousvettä koskevan tilanteen selvittäminen laskeumatilanteessa.

TOIMENPIDE	TEKIJÄ
Laskeuman leviämisen ja nuklidikoostumuksen selvittäminen: mittaukset, mallit, ennusteet	STUK
Elintarvikkeiden ja veden saastumisen selvittäminen: <ul style="list-style-type: none"> • nuklidikoostumus ja eri nuklidien pitoisuudet • näyttemittaukset 	STUK, paikallislaboratoriot
Näytteenotto ja toimittaminen STUKiin	paikallislaboratoriot, elintarvikeviranomaiset, sopimuksen mukaan meijerit ym. elintarviketeollisuus
Annosarvioiden ja –ennusteiden tarkentaminen sitä mukaa kun tieto tilanteesta lisääntyy	STUK
Toimenpidesuosituksien	STUK, ministeriöt STUKin suositusten pohjalta

Toimenpiteistä päättäminen / täytäntöönpano	Ministeriö, jonka hallinnonalaan tehtävä kuuluu / läänit ja kunnat
Elintarvikkeiden ja veden radioaktiivisuudesta tiedottaminen valtakunnallisella tasolla	STUK
Tiedonvaihto	STUK, paikallislaboratoriot, elintarvikeviranomaiset, teollisuus
Tilannekuvan ja toimenpidesuositusten välittäminen elintarvikkeiden ja veden osalta paikallistasolla	Kuntien elintarvikeviranomaiset, paikallislaboratoriot

Toimenpidetasot radioaktiivisten aineiden pitoisuuksille elintarvikkeissa

Säteilyvaaratilanteen alkuvaiheessa laskeuman koostumusta ja alueellista jakaumaa ei tunneta riittävän hyvin, jotta voitaisiin välittömästi antaa optimoidut toimenpidetasot erilaisia säteilylle altistumisen lajeja varten. Siksi alkuvaiheen toimenpidetasot perustuvat nopeasti mitattaviin suureisiin eli annosnopeuteen ilmassa ja pitoisuuksiin elintarvikkeissa.

Ydinonnettomuuden jälkeisessä tilanteessa Euroopan unionin komissio säätää tarvittaessa asetuksella radionuklidien enimmäispitoisuudet elintarvikekaupan kautta myytävälle elintarvikkeille. Tällöin otetaan käyttöön seuraavassa taulukossa esitetyt rajat. Enintään kolmen kuukauden kuluessa onnettomuudesta komissio joko muuttaa rajoja tai jatkaa niiden voimassaoloa. EU:n säätämiä rajoja on tällöin noudatettava koko EU:n alueella. EU:n rajat koskevat mitä tahansa elintarvikekauppaa, myös EU:n ulkopuolisten maiden kanssa käytävää kauppaa.

Taulukko 11.4 Euroopan unionin jäsenmaissa sovellettavat rajat elintarvikkeiden radionuklidipitoisuuksille tulevissa onnettomuustilanteissa (Bq/kg).

Radioaktiivisten aineiden ryhmä (radionuklidiryhmä)	Lasten ruoat	Maitotuotteet ja nestemäiset elintarvikkeet	Muut yleisesti käytettävät elintarvikkeet	Vähän käytetyt elintarvikkeet (esim. mausteet)
Strontiumin isotoopit, erityisesti ⁸⁹ Sr	75	125	750	7 500
Jodin isotoopit, erityisesti ¹³¹ I	150	500	2 000	20 000
Plutoniumin alfasäteilyä lähettävät isotoopit, erityisesti ²³⁹ Pu ja ²⁴¹ Am	1	20	80	800
Kaikki muut nuklidit joiden puoliintumisaika on yli 10 päivää, erityisesti ¹³⁴ Cs ja ¹³⁷ Cs	400	1 000	1 250	12 500

Sr=strontium, I=jodi, Pu=plutonium, Am=americium, Cs=cesium

Kehoon joutuneen becquerel-määrän ja säteilyannoksen välillä ei ole olemassa yksinkertaista suhdetta. Säteilyannos riippuu paitsi radioaktiivisen aineen määrästä myös sen hajoamistavasta, hajoamisnopeudesta sekä kemiallisista ominaisuuksista eli siitä, mihin elimeen aine kehossa kulkeutuu ja aineenvaihdunnasta. Laskutoimitukset annosten selvittämiseksi ovat varsin monimutkaisia. Seuraavassa on cesiumille ja jodille lasketut esimerkit. Suhde ei päde toisille aineille.

Aikuinen saa 1 mSv:n annoksen, jos ravinnon ja veden mukana elimistöön tulee

- 80 000 Bq cesium 137:ää
- 45 000 Bq jodi 131:tä. Tällöin kilpirauhaseen kohdistuva altistus on aikuisella 20 mGy ja 1-vuotiaalla lapsella 160 mGy.

Laskeuman vaikutukset elintarvikkeisiin ja tätä rajoittavat toimenpiteet

Radioaktiivisia aineita joutuu maatalouden ja luonnon ravintoketjuihin, kun radioaktiivinen laskeuma saastuttaa maaperää ja vesistöjä. Radioaktiivisten aineiden joutuminen elintarvikkeisiin vaihtelee vuodenajan, tuotteen, tuotanto-olosuhteiden ja paikallisen laskeuman mukaan. Väestölle voi ravinnon kautta aiheutua merkittävä säteilyaltistus vakavassa onnettomuudessa laskeuman leviämialueella. Elimistöön joutuneista radioaktiivisista aineista saadaan *sisäistä annosta*. Yksilön elintarvikkeista saama säteilyannos ei voi kuitenkaan käytännössä aiheuttaa akuuttia terveyshaittaa. Väestön syöpäriskiä pienennetään rajoittamalla elintarvikkeista aiheutuvaa säteilyannosta ohjein ja käytännön toimenpitein.

Laskeuman vaikutuksia elintarvikkeille pyritään rajoittamaan sekä ennakoivasti uhkatilanteen aikana että jälkikäteen. Ennakoivasti, ydinvoimalaitosonnettomuuden uhatessa, ehditään mahdollisesti suojata maidon- ja kotieläintuotantoa nopeilla käytännön toimenpiteillä. Kasvukauden aikana kannattaa ottaa talteen tuoreerhua maitokarjalle.

Ensimmäinen satokausi on maataloustuotannon kannalta vaikein, koska kaikkien radioaktiivisten aineiden pitoisuudet elintarvikkeissa ovat silloin suurimmat. Kasvukauden aikaisen laskeuman lyhytikäiset jodi-isotoopit, etenkin jodi 131, kulkeutuvat sekä maitotuotteisiin että vihanneksiin, marjoihin ja hedelmiin. Radioaktiivinen jodi hajoaa itsestään parissa kuukaudessa, mutta alkuvaiheessa sen joutumista ravintoon valvotaan ja rajoitetaan tarvittaessa. Toisesta kasvukaudesta alkaen lyhytikäiset radioaktiiviset aineet ovat hävinneet ympäristöstä. Pitkäikäiset strontium 90 ja cesium 137 alkavat vähentyä maidosta ja viljelyskasveista ja cesium 137 myös lihasta toisesta kasvukaudesta alkaen.

STUK hankkii tiedot säteilytilanteesta elinkeinoelämän eri alojen käyttöön. Se ennakoi myös alusta alkaen väestön ja sen erityisryhmien säteilyaltistusta. STUK antaa tarpeen mukaan suosituksia ja toimintaohjeita ravinnon kautta aiheutuvan säteilyaltistuksen vähentämiseksi niille, jotka ovat vastuussa elintarviketuotannosta, jalostuksesta ja jakelusta.

Ensimmäisinä viikkoina laskeuman leviämisen jälkeen eri elinkeinoelämän alat tarvitsevat runsaasti neuvontaa voidakseen vähentää ja rajoittaa säteilyn haittoja. Kotimaisten elintarvikkeiden tuotanto-olosuhteet ja reitit kuluttajalle tunnetaan, ja niihin voidaan myös puuttua, jos on tarve vähentää ruoan kautta väestölle aiheutuvia säteilyannoksia. Tilannekuva tarkentuu normaalioloissa nopeasti, ja laskeuman seurauksia elintarviketuotannolle voidaan arvioida kohtalaisen hyvin jo ensimmäisinä päivinä laskeuman leviämisen jälkeen.

Kaikki avomaan kasvukset saastuvat jossain määrin kesällä leviävästä laskeumasta. Niihin on syytä suhtautua varauksella, kunnes tilanne on selvitetty ja avomaan

tuotteiden käyttökelpoisuudesta tiedotettu. Omien tuotteiden käyttäjät, esimerkiksi palstaviljelijät, ovat tärkeä neuvonnan kohderyhmä.

Laskeuma-alueen metsistä ja järvistä saatavien elintarvikkeiden käyttöä tulee tarvittaessa ohjata, jotta vältetään suuret yksilö- ja väestöannokset niiden sisältämistä radioaktiivisista aineista. Luonnontuotteisiin kertyy yleensä enemmän radioaktiivisia aineita kuin maatalous- ja puutarhatuotteisiin, ja luonnontuotteiden kasvuympäristö puhdistuu hitaammin.

Ero maataloustuotannon ja luonnonvaraisten ekosysteemien välillä aiheutuu suureksi osaksi erilaisista ravinnesuhteista. Radioaktiiviset aineet kulkevat ympäristössä kemiallisten ominaisuuksiensa mukaan, muistuttaen oman alkuaineryhmänsä ei-radioaktiivisia alkuaineita. Viljelykasvit saavat yleensä tarvitsemansa ravinteet lannoitetusta maasta, jossa pääravinne ei huomattavasti korvaudu kemiallisen sukulaisaineen radioaktiivisella isotoopilla. Esimerkiksi kaliumia muistuttavaa radioaktiivista cesiumia kulkeutuu viljeltyihin kasveihin vähemmän kuin metsien aluskasvillisuuteen tai puihin. Sienirihmastoilla on tärkeä osuus metsien ravinnekierrossa ja siinä, että cesium vähenee metsien kasvillisuudesta hitaasti. Jäkälillä on erinomainen kyky pidättää niihin tullutta radioaktiivista laskeumaa, mikä aiheuttaa porojen elimistöön suuremman radioaktiivisten aineiden kertymisen kuin yksivuotisia kasveja syöville kotieläimillä.

- *Metsästyksen sekä sienten ja marjojen keräys* on turvallista lievän laskeuman alueella. Kun laskeuman alueelliset erot tiedetään, annetaan ohjeita niistä seuduista, joiden tuotteita on syytä rajoittaa tai parasta jättää toistaiseksi metsään. Riistanlihan ja keräilytuotteiden radioaktiivisuus kohoaa useiden vuosien ajaksi. Radioaktiivisuutta vähentää luonnossa lähinnä pitkäikäisen cesium 137:n radioaktiivinen hajoaminen.
- *Poronhoitoalueelle leviävä laskeuma* voi olla erittäin haitallinen. Cesium siirtyy jäkälästä ja kesäajan muusta luonnonrehusta nopeasti ja tehokkaasti poronlihaan. Puhtaan rehun hankkiminen saastuneen alueen ulkopuolelta (tarharuokinta) on eräs keino vähentää cesiumin kertymistä poronlihaan. Cesium poistuu vähitellen poronlihasta, jos ruokintaa puhtaalla rehulla jatketaan useita kuukausia.
- *Kalastus* voi jatkua ensimmäisenä laskeumavuonna ainakin lievemmin saastuneissa järvissä, jos vältetään pienikokoisia kaloja, etenkin ahventa, särkeä ja muikkua. Hauki, kuha, made, siika ja muut petokalat sisältävät eniten radioaktiivista cesiumia vasta kahden tai kolmen vuoden kuluttua. Tällöin särkikalat ja muikku ovat jo huomattavasti puhtaampia kuin ensimmäisellä kalastuskaudella laskeuman leviämisen jälkeen. Voimakkaan laskeuman alueella kalastusta joudutaan rajoittamaan jossakin vaiheessa varsinkin pienissä järvissä.
- *Kalanviljely* altaat saastuvat suoran laskeuman vaikutuksesta. Makean veden altaissa radioaktiivinen cesium kulkeutuu tehokkaammin kaloihin kuin

merivesialtaissa. Radioaktiivisten aineiden siirtyminen kalaan on vähäisempää suolaisesta vedestä kuin makeasta vedestä ja meriympäristöön tullut laskeuma laimenee suurempaan vesimassaan. Viljelyn kalan saastumista voidaan vähentää ruokkimalla kaloja puhtaalla ravinnolla. Kalan käyttöä ravinnoksi suoran laskeuman saastuttamista altaista joudutaan mitä todennäköisimmin rajoittamaan.

Elintarvikkeita koskevan tiedon välittäminen

STUK ja asianomaiset ministeriöt antavat ohjeita ja suosituksia itse tuotettujen elintarvikkeiden käyttäjille sekä metsistä ja järvistä saatavien elintarvikkeiden käyttäjille valtakunnallisen tiedotuksen kautta. Ministeriöt välittävät tietoa myös omia hallintokanaviaan myöten: mm. työvoima- ja elinkeinokeskukset, riistanhoitopiirit ja -yhdistykset, kalastuspiirit, paliskunnat ja kunnan maatalousviranomaiset.

Esimerkkejä menettelytavoista radioaktiivisten aineiden vähentämiseksi elintarvikkeista

Laskeuma-alueella ei ole helppo tuottaa täysin puhtaita peruselintarvikkeita normaalissa tuotantomittakaavassa. Lähinnä pitkäikäisten radioaktiivisten aineiden kertymistä kasveihin ja edelleen maitoon ja lihaan voidaan kuitenkin vähentää. Voidaan puuttua maatalouden tuotanto-olosuhteisiin, viljelymenetelmiin, kotieläinten ruokintaan ja elintarvikkeiden jalostukseen sekä antaa käsittelyohjeita koti- ja suurtalo-uksille.

- Suomessa on kehitetty lihan ja kalan kevytsuolausmenetelmä laskeumatilanteiden elintarvikehuollon turvaamiseksi.
- Meijeriteollisuudessa on varauduttu muun muassa tuotevalikoiman ja raaka-ainevirtojen ohjauksen avulla välttämään maidosta ja maitovalmisteista aiheutuvaa säteilyaltistusta.
- Viljojen pintakontaminaatiota voidaan jossain määrin poistaa myllyissä jauhatuksen yhteydessä.
- Metsäsienten liotus ja ryöppääminen ovat tehokkaita keinoja puhdistaa kaikkia sienilajeja, myös niitä, joita ei normaalisti tarvitse kiehauttaa. Pääosa radioaktiivisista aineista poistuu keitinvesien mukana.
- Alueellisesti rajoitetun laskeuman jälkeen on mahdollista hankkia elintarvikkeita laskeuma-alueen ulkopuolelta. Se on usein perusteltua silloin, kun muut keinot vähentää laskeuma-alueen tuotteiden liian suurta radioaktiivisuutta eivät ole mielekkäitä.

Elintarvikekaupassa myytävien tuotteiden on oltava niin puhtaita, että ne vastaavat elintarvikeviranomaisten asettamia turvallisuusvaatimuksia. Yksityishenkilön ei tarvitse huolehtia ostamansa ruoan radioaktiivisuudesta. Ruokavalio kannattaa säilyttää monipuolisena.

Talousvesi laskeumatilanteessa

Radioaktiivisten aineiden joutuminen vesistöihin ja juomaveteen

Pintavedet saastuvat suorasta laskeumasta kuten maa-alueetkin. Vesihuollon kannalta haitallisina on laaja voimakas laskeuma, joka aiheutuu ydinaseiden käytöstä tai vakavasta ydinvoimalaitosonnettomuudesta lähialueella. Tällöin ovat kriittisiä ainoastaan matalat vesistöt, joissa vesi vaihtuu hitaasti. Tilanne on pahin pintaveden saastumisen kannalta silloin, kun laskeuma tulee avoveden aikana. Talvella jääpeite estää ja hidastaa radioaktiivisten aineiden joutumista veteen, ja saastuminen tapahtuu pääasiassa vasta jäiden ja lumen sulamisen jälkeen. Vesistöjen saastuminen ei välttämättä näy heti juomaveden saastumisena, sillä vesilaitoksilla on yleensä jonkin verran varastoituna vettä esimerkiksi vesitorneissa ja raakavesitunneleissa. Vedenkäsittelystä aiheutuu aina viive, ennen kuin saastunut vesi tulee jakeluun.

Lyhytikäiset radioaktiiviset aineet, kuten jodi 131, häviävät radioaktiivisen hajoamisen kautta ensimmäisten viikkojen ja kuukausien aikana itsestään. Pitkäikäisistä radioaktiivisista aineista esimerkiksi cesium poistuu nopeasti vedestä. Se sitoutuu vedessä olevaan kiintoainekseen ja laskeutuu sen mukana vesistön pohjalle. Merkittävä osa cesiumista poistuu myös tavanomaisessa vesilaitosten käsittelyssä alumiinisulfaattisakkaan. Liuenneena oleva osa strontium 90:sta sen sijaan pysyy vedessä eikä poistu siitä yhtä tehokkaasti kuin cesium. Veden virtaus- ja valumaolosuhteet muuttavat radioaktiivisten aineiden jakaumaa vesiympäristössä. Valuma- ja sulamisvesien mukana tulee radioaktiivisia aineita maalta vesistöihin, mutta määrät jäävät yleensä muutamaa prosenttiin valuma-alueelle tulleesta laskeumasta.

Juomavettä tehdään sekä pinta- että pohjavedestä. Pohjavesi on yleensä hyvin suojassa laskeuman välittömiltä vaikutuksilta. Radioaktiivisten aineiden kulkeutuminen pohjaveteen on vähäistä ja riippuu aineiden kemiallisesta luonteesta. Ainoastaan tritium, joka veden aineosana on mukana veden kiertokulussa luonnossa, kulkeutuu vähitellen myös pohjaveteen.

Laskeuman vaikutusten arviointi ja juomaveden kohdistuvat toimenpiteet

Puhtaan juomaveden saatavuudesta vastaavat vesilaitokset. Vesilaitosten kannalta oleellista normaalista poikkeavassa säteilytilanteessa on seurata tiedotusvälineiden

kautta viranomaisten antamia säteilytilannetietoja ja ohjeita. Veden radioaktiivisuuden mittaaminen vesilaitoksilla ei yleensä ole tarpeen. Laitteet, joilla saataisiin selville, mitä radioaktiivisia aineita näytteet sisältävät, eivät ole vesilaitoskäyttöön sopivia.

Juomavedessä olevista radioaktiivisista aineista saadaan sisäistä annosta eniten ensimmäisenä vuonna laskeuman leviämisen jälkeen, mutta juomaveden osuus laskeuman aiheuttamasta sisäisestä annoksesta on pieni verrattuna elintarvikkeista saatavaan annokseen. Juomavedestä aiheutuvia säteilyannoksia arvioitaessa on tunnettava, mitä radioaktiivisia aineita ja kuinka paljon kuluttajille menevä vesi sisältää. Juomaveden strontium 90 aiheuttaa suuremman sisäisen säteilyannoksen kuin sama pitoisuus cesium 137:ää. Strontiumin annoskerroin on suurempi kuin cesiumin ja strontiumin poistuminen vedestä luonnossa ja vesilaitoskäsittelyssä on vähäisempää kuin cesiumin, joten altistuminen strontiumille kestää pitempään.

Säteilyannosta voidaan tarvittaessa pienentää raakavesilähdettä vaihtamalla tai siirtymällä käyttämään pohjavettä juomavetenä. Useat vesilaitokset ovat varautuneet korvaamaan pintaveden pohjavedellä tilapäisesti. Ennen raakavesilähteen tilapäistykään vaihtamista pitää pintaveden laskeumasta aiheutuvaa annosta verrata pohjaveden luonnon radioaktiivisista aineista aiheutuvaan annokseen. Pohjavesi sisältää vaihtelevia määriä luonnon omia radioaktiivisia aineita, jotka ovat maa- ja kallioperässä olevan uraanin hajoamistuotteita. Korkeina pitoisuuksina luonnon radioaktiivisia aineita esiintyy ainoastaan pienessä osassa porakaivovesiä. Vesilaitosten jakaman veden sisältämät luonnon radioaktiiviset aineet saavat normaalisti aiheuttaa enintään 0,5 mSv:n vuosiannoksen henkeä kohden. Vastaavan vuosiannoksen aiheuttaa juomaveden cesium 137, jos sen pitoisuus on 50 Bq/l koko vuoden ajan tai strontium 90, jos sen pitoisuus on 20 Bq/l koko vuoden.

Säteilyvaaratilanteissa raakavedenotto voidaan joutua hetkellisesti keskeyttämään. Tällöin tulee pyrkiä veden kulutuksen vähentämiseen tehokkaalla tiedottamisella tai katkaisemalla veden toimittaminen joillekin suurkuluttajille, joiden toiminnan jatkuminen kriisitilanteessa ei ole välttämätöntä.

- Vesilaitosten tuottama vesi on harvoin turvallisuusriski laskeumatilanteessa.
- Toimenpidesuositukset kannattaa perustaa valmiista talousvedestä tehtyihin mittauksiin, jotta epävarmuus veden puhdistusmenetelmien tehokkuudesta laskeuman radioaktiivisten aineiden poistamiseen ei vaikuttaisi päätöksiin.
- Sadeveden käyttöä ihmisten ja karjan juomavetenä tulee välttää ensi viikoina laskeuman leviämisen jälkeen.
- Juomavesilähteenä käytettävien rengaskaivojen suojauksesta tulee huolehtia jatkuvasti. Näin valumavesistä ei aiheudu haittaa säteilyvaaratilanteessakaan.

- Vesilaitosten raakaveden hankinnan tulisi olla järjestetty siten, että poikkeavissa tilanteissa voidaan ottaa käyttöön varavesilähde. Käytössä olevista lähteistä ainakin yhden tulisi olla hyvin suojassa olevaa pohjavettä.

Tshernobylin onnettomuus

Tshernobylin onnettomuuden seurauksena pintaveden ^{137}Cs -pitoisuudet olivat enimmillään $0,1 \text{ Bq/m}^3$ yksikkölaskuun (1 Bq/m^2) kohti. ^{137}Cs :n sitoutuminen vedessä olevaan kiintoainekseen ja laskeutuminen sen mukana vesistön pohjalle pienensi nopeasti vedessä olevan ^{137}Cs :n määrää. Merkittävä osa ^{137}Cs :sta poistui myös tavanomaisessa vesilaitosten käsittelyssä. Poistuminen tapahtui alumiinisulfaattisakkaan, joka muuttui tämän vuoksi radioaktiiviseksi. Sen säilyttämisestä ja varastoimisesta aiheutui ongelmia.

Vesistöihin tuli myös juomaveden kannalta hankalampaa pitkäikäistä radioaktiivista strontiumia, ^{90}Sr , mutta huomattavasti vähemmän kuin ^{137}Cs :ää. Vesistöön jouduttuaan pääosa ^{90}Sr :stä pysyy vedessä, ja siirtyminen pohjasedimenttiin on huomattavasti vähäisempää kuin ^{137}Cs :lla. Vesilaitosten käyttämät tavanomaiset käsittelyprosessit eivät myöskään poista liukoisessa muodossa olevaa ^{90}Sr :tä. Se saadaan poistettua ioninvaihto- tai käänteisosmoosimenetelmillä, jotka eivät kuulu tavanomaiseen pintaveden vesilaitoskäsittelyyn. Myös lyhyen puoliintumisajan omaavia radioaktiivisia aineita, kuten ^{131}I , esiintyi pintavedessä, mutta vain lyhyen aikaa. Altistumisaika juomaveden radioaktiivisille aineille jäi Tshernobylin onnettomuuden yhteydessä lyhyeksi ja säteilyannokset näin ollen pieniksi.

Jätteet

Laskeumatilanteessa radioaktiivisia aineita kertyy tavallista enemmän joihinkin kohteisiin, esimerkiksi katoilta tulevan sadeveden imeytymiskohtiin, vesilaitosten puhdistuslaitteisiin, turvetuhkaan ja ilmansuodattimiin. Vaaratilanteessa STUK antaa kohteita koskevia ohjeita ja ottaa kantaa esim. ilmansuodatinten ja vesilaitosten puhdistuslaitteiden vaihtoon ja käsittelyyn. Ohjeet annetaan sekä yleisen tiedotuksen että sen hallinnonalan kautta, jolle toiminta kuuluu. Esimerkiksi hylättävää laidunruohoa koskevia ohjeita antaa maa- ja metsätalousministeriö konsultoiden tarvittaessa STUKin kanssa.

LIITE 1

SÄTEILYN MITTAAMINEN

Säteilyvalvontaan osallistuvat STUK, sisäasiainministeriö (SM), Ilmatieteen laitos (IL) ja Puolustusvoimat (PV). Säteilyvaaratilanteessa kaikki mittaustulokset ja tapahtumatiedot kerätään keskitetysti STUKiin tilannekuvan muodostamista, tilanteen turvallisuusmerkityksen arviointia ja toimenpidesuosituksen valmistelua varten.

STUKin ylläpitämä valtakunnallinen säteilyvalvonta sisältää ulkoisen säteilyn, pintailman (hengitysilman), laskeuman, ympäristön, elintarvikkeiden ja ihmisen radioaktiivisuuden valvonnan.

ULKOINEN SÄTEILY:

Ulkoisen säteilyn mittaamiseen STUK ylläpitää valvontaverkkoa, johon kuuluu noin 300 jatkuvatoimista automaattista mittausasemaa. Mittaustulokset tallentuvat valtakunnalliseen tietojärjestelmään, jossa ne ovat lähes reaaliajassa säteilyvalvonnasta vastaavien viranomaisten käytettävissä. Järjestelmään saadaan ulkoisen säteilyn mittaustulokset myös muista Pohjoismaista ja Sosnovyi Borin alueelle asennetusta noin 30 automaattiasemaa käsittävästä valvontaverkosta. Meneillään on projekti vastaavan automaattiverkon perustamiseksi Kuolan ydinvoimalaitoksen ympäristöön. STUK saa hälytyksen Suomen ja Sosnovyi Borin alueen valvontaverkoista välittömästi, kun säteily ylittää ilmoitusrajan.

Automaattiasemien lisäksi ulkoista säteilyä seurataan paikallisesti noin sadalla paikallisten palo- ja pelastusviranomaisten ja noin sadalla puolustusvoimien manuaalisella mittausasemalla. Lisäksi Suomessa on tuhansia kannettavia annosnopeusmittareita. Näillä on tärkeä asema sekä automaattisen verkon täydentäjinä että varmistusmittauksissa. Kannettavia mittareita on mm. palo- ja pelastusviranomaisilla, puolustusvoimilla sekä tulli- ja rajavalvontaviranomaisilla.

HENGITYSILMA:

Säteilytilanteen vakavuuden ja terveysvaikutusten arvioimiseksi on tiedettävä, mitä radioaktiivisia aineita ja kuinka paljon hengitysilma sisältää. Tämä edellyttää hiukkaskeräyslaitteistoilla kerättyjen näytteiden laboratorioanalyysjä. Pintailman radioaktiivisuuden seuraamiseksi ja selvittämiseksi hiukkaskeräyslaitteistoja on 20 paikkakunnalla: STUKilla on 8 keräyslaitteistoa, Ilmatieteen laitoksella (IL) 14, Puolustusvoimilla (PV) 1 ja lisäksi kummankin kotimaisen ydinvoimalaitoksen ympärillä 4 keräijää. Menetelmällä havaitaan erittäin pienet muutokset säteilytilanteessa. Näytteiden mittaamiseen tarvittavat laitteet ovat kalliita ja vaikeasti ylläpidettäviä eivätkä ne sovellu esimerkiksi paikallislaboratoriokäyttöön.

IL:n keräyslaitteistot ja STUKin 4 suurtehokerääjää ovat varustettu hälytysjärjestelmällä, josta saadaan hälytys, jos suodattimelle kertyvä aktiivisuus ylittää tietyn ennalta asetetun arvon. Lisäksi STUKilla on muutamia siirrettäviä kerääjiä ja STUKin valmiusauton varustukseen kuuluu kaksi hiukkaskeräyslaitteistoa. Ylemmistä ilmakerroksista voidaan tarvittaessa ottaa näytteitä puolustusvoimien lentokoneella. Näytteet analysoidaan joko STUKin Helsingin tai Rovaniemen laboratorioissa tai Puolustusvoimien Teknillisen tutkimuslaitoksen (PvTeknTL) laboratoriossa Ylöjärvellä.

LASKEUMA:

Laskeumalla tarkoitetaan pölynä tai sadeveden mukana maahan ja veteen laskeutuneita radioaktiivisia aineita. Laskeuman määrittämiseksi voidaan käyttää erityisiä laskeumakerääjiä tai ottaa maanäytteitä. Laskeumanäytteitä kerätään jatkuvasti 9 paikkakunnalla. Näytteet analysoidaan STUKin laboratorioissa.

Akuuttivaiheen laskeumatilanteen kartoittamiseksi näytteiden keräys ja analysointi on varsin hidasta toimintaa. Nopein ja laajin alueellinen kattavuus saavutetaan lentomittauksin. PvTeknTL:lla on helikopteriin tai lentokoneeseen asennettavat spektrometrilaitteistot, jotka on kehitetty erityisesti laskeuman kartoittamiseen ja radioaktiivisten kappaleiden etsintään. Geologisen tutkimuskeskuksen malminetsintäkoneeseen asennettua laitteistoa voidaan käyttää varsinkin laskeuman myöhäisemmässä kartoituksessa ja radioaktiivisten kappaleiden etsinnässä. STUKin valmiusautolla voidaan ulkoisen annosnopeus- ja ilman pitoisuusmittausten lisäksi kartoittaa laskeumaa. Valmiusautoon tarkoitettu spektrometrilaitteisto soveltuu myös lentomittauksiin ja sitä voidaan käyttää Puolustusvoimien tai Rajavartiolaitoksen lentoaluksissa.

YMPÄRISTÖ JA ELINTARVIKKEET:

STUK seuraa jatkuvasti myös ympäristön ja elintarvikkeiden radioaktiivisuutta. Seurantanäytteet mitataan STUKin laboratoriossa. Säteilyvaaratilanteessa hyödynnetään 50 paikallislaboratorion verkkoa, joka tällöin toimii STUKin ohjeiden mukaisesti ja huolehtii alueellisesta näytteiden otosta ja analysoinnista.

IHMINEN:

Ihmisen kehoon joutuneita radioaktiivisia aineita havaitaan *kokokehomittauksilla*. STUKilla on mittauksiin kaksi laitteistoa, joista toinen on kiinteä ja toinen erityisajoneuvoon asennettu.

LIITE 2

YDINLAITOSTAPAHTUMIEN KANSAINVÄLINEN VAKAVUUSASTEIKKO

Ydinlaitostapahtumien kansainvälisellä vakavuusasteikolla havainnollistetaan tapahtumien ydin- ja säteilyturvallisuusmerkitystä. Vakavuusasteikolla on seitsemän luokkaa, joista alimmilla 1 -3 luokilla kuvataan turvallisuutta heikentäneitä tapahtumia ja ylimmillä 4 - 7 onnettomuuksia. Lisäksi asteikolla on luokka 0, joka osoittaa, että tapahtumalla ei ole ydin- eikä säteilyturvallisuusmerkitystä. Seuraavassa on tapahtumien luokitteluperusteet.

TAPAHTUMAT

Poikkeuksellinen tapahtuma

0 Poikkeuksellinen tapahtuma

Tapahtumalla ei ole merkitystä ydin- eikä säteilyturvallisuuden kannalta. Tapahtuma hallitaan asianmukaisesti käytettävissä oleviin ohjeisiin ja suunnitelmiin tukeutuen.

Turvallisuutta heikentänyt tapahtuma

1 Poikkeuksellinen turvallisuuteen vaikuttava tapahtuma

Olennaisesti normaalista poikkeava tapahtuma tai laitoksen käyttötila, joka voi olla seurausta laiteviasta, käyttövirheestä tai puutteellisista menettelytavoista.

2 Merkittävä turvallisuuteen vaikuttava tapahtuma

Tapahtumat, joissa on merkittävä puute turvallisuuteen vaikuttavissa tekijöissä, mutta joissa turvallisuus on edelleen varmistettu mahdollisesta lisäviasta huolimatta.

Tapahtuma, josta aiheutuu työntekijälle annosrajan ylittävä säteilyannos tai tapahtuma, joka johtaa radioaktiivisten aineiden merkittävään vapautumiseen laitoksen sisätiloissa alueille, joihin niiden ei ole suunniteltu pääsevän. Saastuneet tilat vaativat puhdistuksen ennen käyttöönottoa.

3 Vakava turvallisuuteen vaikuttava tapahtuma

Radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön ylittävät viranomaisten hyväksymät päästörajat. Päästöt ympäristöön aiheuttavat laitoksen ympäristössä asuvalle henkilölle vajaan millisievertin säteilyannoksen. Laitoksen ulkopuolisia vastatoimenpiteitä ei tarvita.

Tapahtuma, josta seuraa työntekijöille välittömiä terveyshaittoja aiheuttavia säteilyannoksia tai tapahtuman seurauksena huomattava määrä radioaktiivisia aineita (aktiivisuus muutamia tuhansia terabecquerelejä) leviää laitoksen sisätiloihin siten, että ne voidaan ottaa talteen ja varastoida jätteenä.

Tapahtumat, joissa yksittäinen turvajärjestelmän lisävika saattaisi johtaa onnettomuuteen tai tarvittavat turvajärjestelmät olisivat häiriötilanteen seurauksena toimintakyvyttömiä estämään onnettomuuden. Radioaktiivisten aineiden leviämisesteet ovat heikentyneet merkittävästi.

ONNETTOMUUDET

4 Laitosonnettomuus

Radioaktiivisten aineiden päästö ympäristöön aiheuttaa laitoksen ympäristössä asuvalle, eniten altistuneelle henkilölle yli millisievertin suuruusluokkaa olevan säteilyannoksen. Tällainen päästö saattaa aiheuttaa tarvetta joihinkin laitoksen ulkopuolisiin vastatoimenpiteisiin kuten paikallisten elintarvikkeiden valvontaan.

Merkittäviä vaurioita ydinlaitoksessa. Esimerkki tällaisesta onnettomuudesta on ydinvoimalaitoksen reaktorin osittainen sulaminen tai vastaava tapahtuma muilla ydinlaitoksilla. Onnettomuus saattaa aiheuttaa pitkäaikaisen keskeytyksen laitoksen käyttöön.

Yhden tai useamman laitoksen työntekijän saamat säteilyannokset, jotka voivat johtaa kuolemaan muutamassa viikossa.

5 Ympäristölle vaaraa aiheuttava onnettomuus

Radioaktiivisten aineiden vapautuminen ympäristöön (jodi 131 -ekvivalentteina¹ suuruusluokkaa sadoista tuhansiin terabecquereleihin). Tällainen päästö johtaisi vastatoimenpiteiden osittaiseen käynnistämiseen terveyshaittojen todennäköisyyden välttämiseksi.

Vakavia vaurioita ydinlaitoksessa. Kysymykseen voi tulla ydinvoimalaitoksen reaktorin laaja vaurio, suuri kriittisyysonnettomuus, tulipalo tai räjähdys, jonka seurauksena merkittävä määrä radioaktiivisia aineita leviää laitoksen tiloihin.

6 Vakava onnettomuus

Radioaktiivisten aineiden vapautuminen ympäristöön (jodi 131 -ekvivalentteina suuruusluokkaa tuhansista kymmeneen tuhansiin terabecquereihin). Tällainen päästö johtaa todennäköisesti vastatoimenpiteiden käynnistämiseen täydessä laajuudessaan vakavien terveyshaittojen rajoittamiseksi.

7 Erittäin vakava onnettomuus

Suuressa ydinvoimalaitoksessa olevien radioaktiivisten aineiden merkittävä vapautuminen ympäristöön. Tyypillistä tällaiselle päästölle on, että se sisältää sekä lyhyt- että pitkäikäisiä fissiotuotteita (jodi 131 -ekvivalentteina suuruusluokkaa yli kymmeniä tuhansia terabecquereleja). Tällainen päästö saattaa aiheuttaa välittömiä terveyshaittoja lähialueilla, myöhemmin ilmeneviä terveyshaittoja laajoilla alueilla, jopa useissa maissa, sekä pitkäikäisiä ympäristövaikutuksia.

¹⁾ Jodi 131 -ekvivalentilla tarkoitetaan jodi-isotooppien laskennallista painotettua summaa, jossa jodi 131:n kerroin on 1 ja muiden isotooppien kerroin määräytyy niiden suhteellisen haitallisuuden mukaan.

LIITE 3

ESIMERKKEJÄ YDINVOIMALAITOSONNETTOMUUDEN VAKAVUUDEN JA ETÄISYYDEN VAIKUTUKSESTA SÄTEILYTILANTEEN VAKAVUUTEEN

Erittäin vakava luokan 7 ydinvoimalaitosonnettomuus, johon liittyy hyvin suuri radioaktiivisten aineiden päästö ympäristöön

Alle 20 kilometrin etäisyydellä

Suojautumaton henkilö voi onnettomuuspaikan läheisyydessä saada välittömään säteilysairauteen johtavan annoksen.

Ihmiset siirretään ennen päästöä onnettomuuden uhatessa nopeasti noin viiden kilometrin säteeltä onnettomuuslaitoksesta ja väestönsiirtoa harkitaan 20-30 kilometriin asti ainakin tuulen alapuolella. Tällöin on varmistuttava, että väestön siirtoon on riittävästi aikaa ennen päästön alkamista. Tuotantoeläinten hoito järjestetään suojaväistön ajaksi.

Muilla alle 20 kilometrin etäisyydellä sijaitsevilla alueilla tulee väestön suojautua sisätiloihin pilven ylikulun ajaksi. Joditabletit kehoitetaan nauttimaan ainakin tuulen alapuolella. Ihmisten pääsyä alueelle rajoitetaan määrääjäksi. Pääsy alueelle sallitaan vain pelastus- ja palauttamistoihin osallistuville. Väestölle annetaan ohjeita sisälle suojautumisesta ja sen kestosta, ulkona liikkumisesta ja joditablettien nauttimisesta. Päästöpilven mentyä ohi annetaan ohjeita mm. sisätilojen puhdistamisesta ja tuuletamisesta.

Kun päästö on päättynyt ja radioaktiivinen pilvi on kulkeutunut tuulen mukana ohi, kartoitetaan laskeuma ja päätetään, miltä alueilta tilapäinen väestön siirto on tarpeen. Samoin tehdään suunnitelma tarvittavista puhdistustoimista.

Kunnissa, jotka sijaitsevat alle 20 kilometrin etäisyydellä voimalaitoksesta on erilliset ydinvoimalaitosonnettomuutta koskevat pelastussuunnitelmat ja toimintaa harjoitellaan säännöllisesti.

20 - 200 kilometrin etäisyydellä

Onnettomuus voi aiheuttaa erittäin vakavan säteilytilanteen ja hyvin merkittävän radioaktiivisen laskeumatilanteen 20 - 200 kilometrin etäisyydellä. Säteilytaso ei kuitenkaan nouse sellaiselle tasolle, josta voisi suojautumattomalle henkilölle seurata akuutteja terveysvaikutuksia. Syöpätapausten määrän lisääntyminen saatetaan havaita tarkoilla tutkimuksilla.

Syöpäriskin pienentämiseksi on päästöpilven kulkureitillä aiheellista pysytellä sisätiloissa kunnes radioaktiivinen pilvi on poistunut paikkakunnalta. Väestölle annetaan ohjeita sisälle suojautumisesta ja sen kestosta, ulkona liikkumisesta, joditablettien nauttimisesta sekä koko valtakuntaa koskien tietoja säätilasta ja radioaktiivisen pilven kulkeutumisesta. Päästöpilven mentyä ohi annetaan ohjeita mm. sisätilojen puhdistamisesta ja tuulettamisesta. Säteilytilannetta seurataan tarkasti.

Laskeumatilanne kartoitetaan pilven mentyä ohi. Alkuvaiheen suojautumisen jälkeen voidaan väestöä väliaikaisesti joutua siirtämään vähemmän saastuneelle alueelle. Alueelliset oleskelu- ja kulkurajoitukset ovat todennäköisiä.

Satokaudella saapuva laskeuma voi saastuttaa sadon pahoin. Tällöin joudutaan antamaan elintarvikkeille käyttörajoituksia ja -kieltoja. Talvikauden laskeuman haittavaikutukset olisivat pienemmät, mutta tilanne vaatisi tällöinkin pitkäikäisten radioaktiivisten aineiden valvontaa tulevien satokausien tuotteista. Saastuneempia elintarvikkeita voidaan korvata puhtaammilla. Elintarviketuotantoa muuttamalla ja suuntaamalla uudelleen voidaan radioaktiivisten aineiden määrää elintarvikkeissa vähentää.

200 - 500 kilometrin etäisyydellä

Onnettomuus voi aiheuttaa vakavan säteilytilanteen ja merkittävän laskeuman vielä yli 200 kilometrin etäisyydellä. Onnettomuudesta aiheutuva säteilyannos ei kuitenkaan ylitä suojautumattomallekaan henkilölle välittömään sairastumiseen johtavaa arvoa. Syövän saamisen riski kasvaa hieman, mutta syöpäsairauksien yleistä lisääntymistä väestön keskuudessa ei havaita.

Alkuvaiheessa joudutaan todennäköisesti antamaan alueellisia ohjeita sisälle suojautumisesta ja sen kestosta, ulkona liikkumisesta, joditablettien nauttimisesta sekä koko valtakuntaa koskien tietoja säätilasta ja radioaktiivisen pilven kulkeutumisesta. Myöhemmin annetaan ohjeita mm. sisätilojen puhdistamisesta ja tuulettamisesta.

Satokaudella saapuva laskeuma voi saastuttaa sadon pahoin. Tällöin joudutaan antamaan elintarvikkeille käyttörajoituksia ja -kieltoja. Talvikauden laskeuman haittavaikutukset olisivat pienemmät, mutta tilanne vaatisi tällöinkin pitkäikäisten radioaktiivisten aineiden valvontaa tulevien satokausien tuotteista.

500 - 1000 kilometrin etäisyydellä

Yli 500 km:n etäisyydellä laskeuma on pahimmillaankin lievä. Satokaudella laidunruoho, viljelykasvit, marjat, sienet yms. ovat alttiina lievällekin laskeumalle. Joillekin elintarvikkeille kuten maito, lehtivihannekset ja sienet annetaan tarvittaessa käyttö- ja käsittelyohjeita radioaktiivisten aineiden vähentämiseksi.

Jos laskeuma tulee talvikaudella, tarvittavat elintarvikkeita koskevat ohjeet annetaan seuraavana satokautena.

Yli 1000 kilometrin etäisyydellä

Epäedullisissa sääolosuhteissa onnettomuus havaitaan, mutta pitoisuudet ovat niin pieniä, ettei niistä aiheudu toimenpiteitä. Jos erikoislaatuiset olosuhteet, kuten suuri tulipalo, nostavat päästön yli kilometrin korkeuteen voi siitä aiheutua lievä laskeuma. Tällöin elintarvikkeiden tuotannosta ja käytöstä annetaan tarvittaessa suosituksia ja ohjeita.

Luokan 5 ympäristölle vaaraa aiheuttava onnettomuus, jonka seurauksena leviää radioaktiivisia aineita ympäristöön.

Onnettomuus voi aiheuttaa alle 200 km etäisyydellä onnettomuuspaikasta normaalia poikkeavan säteilytilanteen ja radioaktiivisen laskeuman rajoitetulle alueelle. Tapahtumasta voi ensimmäisen vuoden aikana aiheutua luonnon säteilytaustaan verrattavissa oleva lisäys säteilyaltistukseen. Siitä ei aiheudu esiin tulevia terveyshaittoja.

Väestöä saatetaan kehottaa suojautumaan sisätiloihin ja nauttimaan joditabletit rajoitetulla alueella päästön määrästä ja koostumuksesta riippuen. Onnettomuustilanteesta riippuen saatetaan lyhytaikaisesti suositella hengityssuojainten ja suojavaatetuksen käyttöä ulkona sekä välttämään turhaa ulkona oloa silloin, kun päästöpilvi on paikkakunnalla.

Jos laskeuma tulee satokaudella, sato voi saastua rajoitetulla alueella. Tästä voi aiheutua paikallisia elintarvikkeiden käyttösuosituksia ja -rajoituksia.

Luokan 3 tapahtuma Suomen tai sen lähialueen ydinlaitoksessa, josta aiheutuu vähäinen radioaktiivinen päästö ympäristöön.

Väestön ei tarvitse onnettomuuspaikan läheisyydessäkään ryhtyä mihinkään toimenpiteisiin. Tapahtumasta aiheutuva säteilyannos on enintään samaa suuruusluokkaa kuin päivittäin saatava annos luonnon taustasäteilystä.

Tilanne selvitetään, sää- ja säteilytilanne tarkistetaan. Eri paikkakunnilta kerätyt ilmanäytteet mitataan, ja niissä saatetaan havaita hyvin pieniä määriä radioaktiivisia aineita. Tapahtumasta kerrotaan tiedotusvälineissä ja STUKin tiedotteissa.

LIITE 4

ESIMERKKEJÄ SÄTEILYANNOKSISTA JA SÄTEILYN ANNOSNOPEUKSISTA

Suomalaiset saavat vuodessa keskimäärin 4 mSv säteilyannoksen, joka muodostuu karkeasti jakaen seuraavista:

- 2 mSv rakennusten hengitysilmassa oleva radonkaasu
- 1 mSv luonnosta saatava muu säteily
- 1 mSv lääketieteellisiin tarkoituksiin annettu säteily

Säteilyannos näistä lähteistä vaihtelee suuresti: jotkut saattavat selvitä koko vuoden yhteensä 1 mSv säteilyannoksella, mutta tuhansien suomalaisten vuotuinen säteilyannos ylittää 10 mSv rakennusten hengitysilmassa olevasta radonkaasusta johtuen. Ilmakehässä vuoteen 1962 asti tehtyjen ydinasekokeiden seurauksena kertyvä kokonaisannos juuri ennen kokeiden alkua syntyneelle suomalaiselle koko hänen elinaikanaan on suuruusluokkaa 1 mSv ja vastaavasti Tshernobylin onnettomuudesta kertyvä 2 mSv.

Säteilyannos

6000	mSv	äkillisesti saadusta annoksesta aiheutuu todennäköisesti henkilön kuolema
1000	mSv	säteily sairauden oireita (esim. väsymys, pahoinvointi) alkaa esiintyä, jos henkilö saa annoksen alle vuorokaudessa
100	mSv	säteilytyötä tekevän kokonaisannoksen ei pidä ylittää kyseistä arvoa viiden vuoden aikana
14	mSv	asukkaan saama annos vuodessa kun huoneilman radonpitoisuus on 800 Bq/m ³ (Suomessa on noin 20 000 taloa, joissa ko. pitoisuus on suurempi kuin 800 Bq/m ³)
4	mSv	suomalaiselle säteilystä aiheutuva keskimääräinen annos vuodessa
2 – 4	mSv	annos, jonka lentohenkilöstöön kuuluva saa kosmisesta säteilystä vuodessa
1	mSv	keskimääräinen annos, jonka Suomen ydinvoimalaitoksella työskentelevä saa vuoden aikana
0,5	mSv	keskimääräinen annos, jonka suomalainen saa maaperän ulkoisesta säteilystä vuoden aikana

0,3	mSv	keskimääräinen annos, joka aiheutuu kehossa olevista luonnon radioaktiivisista aineista vuoden aikana
0,1	mSv	keuhkojen röntgenkuvauksesta potilaalle aiheutuva annos
0,04	mSv	keskimääräinen annos, jonka suomalainen saa Tshernobylin onnettomuudesta aiheutuneesta laskeumasta vuoden aikana
0,01	mSv	hammasröntgenkuvauksesta potilaalle aiheutuva annos

Säteilyn annosnopeus

1000	$\mu\text{Sv/h}$	Kotimaisten ydinvoimalaitosten tilat, joissa ulkoisen säteilyn annosnopeus ylittää kyseisen arvon, ovat nk. punaisia tiloja. Tilat pidetään lukittuina ja töitä tehdään vähän tai ei lainkaan. Punainen tila on esim. Olkiluodon turbiinihalli voimalaitoksen käytön aikana.
100	$\mu\text{Sv/h}$	onnettomuustilanteessa suojaustoimet (sisälle suojautuminen ym.) ovat tarpeen
30	$\mu\text{Sv/h}$	isotooppihoitoa saanut potilas voidaan kotiuttaa, kun annosnopeus 1 metrin etäisyydellä potilaasta on korkeintaan $30 \mu\text{Sv/h}$
5	$\mu\text{Sv/h}$	Tshernobylin onnettomuuden aikana suurin mitattu annosnopeus Suomessa
5	$\mu\text{Sv/h}$	tyypillinen annosnopeus, kun lennetään 10 km:n korkeudessa
0,7	$\mu\text{Sv/h}$	tulli ilmoittaa STUK:een kaikki poikkeavat säteilyhavainnot, jotka ylittävät kyseisen arvon
0,04- 0,30	$\mu\text{Sv/h}$	luonnon taustasäteily Suomessa

LIITE 5

KÄSITTEITÄ JA LYHENTEITÄ

Aktiivisuus	Aktiivisuus kertoo radioaktiivisen aineen lähettämän säteilyn määrän. Sen yksikkö on becquerel (Bq). Yksi becquerel tarkoittaa, että radioaktiivisessa aineessa tapahtuu yksi hajoaminen sekunnissa.
Säteilyannos	Säteilyannos kuvaa säteilyn haitallisia vaikutuksia ihmiseen. Sen yksikkö on sievert (Sv). Sievert on hyvin suuri yksikkö, yleensä käytetään millisievertiä (1 Sv = 1000 millisievertiä) tai mikrosievertiä (1 Sv = 1 000 000 mikrosievertiä).
Annosnopeus	Annosnopeus ilmaisee, kuinka suuren säteilyannoksen ihminen saa tiettyinä aikana. Sen yksikkö on sievertiä tunnissa (Sv/h), yleensä käytetään yksikköä mikrosievertiä tunnissa ($\mu\text{Sv/h}$).
Säteily	Radioaktiiviset aineet säteilevät ionisoivaa säteilyä. Eri säteilylajeja ovat alfa-, beeta- tai gammasäteily. <i>Alfasäteily</i> on hiukkassäteilyä. Atomin hajoamisessa ytimestä lähtee alfahiukkanen, joka muodostuu kahdesta protonista ja kahdesta neutronista. Alfahiukkanen ei kulje kovin pitkälle eikä läpäise edes paperia. Alfasäteily on vaarallista, jos sitä lähettäviä radioaktiivisia aineita joutuu elimistöön esim. hengitysilman mukana. <i>Beetasäteily</i> on hiukkassäteilyä. Atomin hajoamisessa ytimestä lähtee beetahiukkanen eli elektroni. Beetahiukkaset ovat kevyempiä kuin alfahiukkaset ja näin nopeampia ja läpäisykykyisempiä. Beetasäteilyä lähettävät aineet ovat vaarallisia iholla tai päästessään elimistöön. <i>Gammasäteily</i> on aineetonta sähkömagneettista säteilyä. Gamma-säteily on hyvin läpitunkevaa ja se kantaa kauas. Gammasäteilyn vaimentamiseksi tarvitaan paksu betoniseinä, terästä, lyijyä tai hyvin suuri etäisyys säteilylähteestä.
Taustasäteily	Taustasäteily koostuu luonnon radioaktiivisista aineista peräisin olevasta säteilystä ja kosmisesta säteilystä. Normaali taustasäteily Suomessa vaihtelee välillä 0,04 - 0,30 $\mu\text{Sv/h}$.

Hajoamistuotteet	Atomiytimen halkeamisessa eli fissiona syntyviä atomiytimiä sanotaan hajoamistuotteiksi.
Ulkoinen annos	Ulkoinen altistus aiheutuu säteilylähteestä ihmisen ulkopuolella. Altistus loppuu, kun lähde poistuu. Ihminen ei säteile, vaikka hän on altistunut ulkoiselle säteilylle.
Sisäinen annos	Sisäinen altistus aiheutuu siitä, kun ihminen saa kehoonsa radioaktiivista ainetta syömällä, hengittämällä tai haavan kautta. Altistus jatkuu, kunnes aine on hajonnut tai poistunut elimistöstä.

Yksiköiden etuliitteitä:

n	nano	10^{-9}	0,000 000 001
μ	mikro	10^{-6}	0,000 001
m	milli	10^{-3}	0,001
k	kilo	10^3	1000
M	mega	10^6	1 000 000
G	giga	10^9	1 000 000 000
T	tera	10^{12}	1 000 000 000 000