



Valvira

Sosiaali- ja terveysalan
lupa- ja valvontavirasto

Toimintatavat talousveden laadun turvaamiseksi

Radioaktiiviset aineet

Ohje 4/2016

Dnro 1714/06.10.01/2016

4.4.2016

Sisällys

1. Johdanto	3
2. Laaja-alainen säteilyvaaratilanne ja talousvesi	3
3. Viranomaisten ja vesilaitosten vastuista	5
4. Talousveden toimenpiderajat säteilyvaaratilanteiden varalle	6
5. Ennalta varautuminen	7
5.1. Vesilaitoksen toimenpiteet säteilyvaaratilanteen varhaisvaiheessa	8
5.2. Vesilaitoksen toimenpiteet säteilyvaaratilanteen jälkivaiheessa	8
6. Paikallinen säteilyvaaratilanne ja talousvesi	10
7. Talousveden radioaktiivisuus normaalitilanteessa	10
8. Kirjallisuus	11

Dnro 1714/06.10.01/2016

4.4.2016

1. Johdanto

Ydinaseräjäytys tai vakava ydinvoimalaitosonnettomuus Suomessa tai lähialueella voi aiheuttaa maassamme laaja-alaisen vakavan säteilyvaaratilanteen. Paikallisen säteilyvaaran voi aiheuttaa esimerkiksi onnettomuus radioaktiivisten aineiden kuljetuksessa tai käytössä.

Ydinaseräjäytyksen tai vakavan ydinvoimalaitosonnettomuuden aiheuttamassa säteilyvaaratilanteessa pinta- ja pohjavedet voivat saastua laskeuman kautta, kun ilmasta siirtyy radioaktiivisia aineita pintaveteen, maahan ja myöhemmin pohjaveteen. Laskeumalla tarkoitetaan maahan tai veteen ilmasta laskeutuneita radioaktiivisia aineita. Laskeuma voi tulla joko sateen mukana, märkälasseumana, tai ilmassa olevien hiukkasten ja kaasun mukana kuivalasseumana.

Vesihuollon kannalta haitallisinta olisi laaja ja korkea-aktiivinen laskeuma, joka voisi aiheutua ydinaseiden käytöstä tai vakavasta ydinvoimalaitosonnettomuudesta. Tällöin pintavedet saastuisivat sulan veden aikaan, mutta pohjavedet olisivat hyvin turvassa. Suurin riski aiheutuisi sellaisista raakavesilähteistä, jotka olisivat matalia vesistöjä ja missä vesi vaihtuisi hitaasti.

Suomessa talousvesi ei ole saastunut keinotekoisilla radioaktiivisilla aineilla ydinvoimalaitosonnettomuuden seurauksena. Korkea-aktiivinen laskeuma ($>10 \text{ MBq/m}^2$) voisi saastuttaa pienten vesistöjen pintavedet siinä määrin, että vesi olisi juomavetenä käyttökelvotonta. Suurien vesistöjen, esimerkiksi Päijänteen, radioaktiivisuus nousisi, mutta ei todennäköisesti ylittäisi toimenpiderajoja. Myös vesitorneissa oleva vesi voisi saastua päästöpilvestä, jos vesitornin ilman sisäännotossa ei käytettäisi radioaktiivisen saastumisen poistamiseen soveltuvia suodattimia tai jos ilmanotto tapahtuisi hallitsemattomasti. Japanissa, Fukushiman ydinvoimalaitosonnettomuuden seurauksena, pintavedestä valmistettu talousvesi saastui radioaktiivisesta jodista (^{131}I) usean maakunnan alueella. Jodin aktiivisuuspitoisuus talousvedessä ylitti 100 Bq/l :ssa ja Japanin viranomaiset suosittelivat pienille lapsille veden käyttörajoitusta. Käyttörajoitus oli voimassa 1-2 kuukautta.

2. Laaja-alainen säteilyvaaratilanne ja talousvesi

Säteilyvaaratilanne voidaan jakaa varhaisvaiheeseen, jälkivaiheeseen ja toipumisvaiheeseen. Esimerkiksi ydinvoimalaitosonnettomuudessa varhaisvaihe käsittää radioaktiivisia aineita sisältävän päästöpilven alueella oloajan ja sitä edeltävän ajan. Jälkivaihe alkaa, kun radioaktiivisia aineita sisältävä pilvi poistuu alueelta. Toipumisvaiheessa yhteiskunnan toiminta sopeutetaan vallitsevaan säteilytilanteeseen eikä aktiivisia toimia talousveden turvallisuuden varmistamiseksi enää tarvita vaan keskitytään seuraamaan radioaktiivisten aineiden kulkeutumista mittauksin. Eri puolilla Suomea voitaisiin olla samaan aikaan eri vaiheissa päästöpilven kulkunepeuden- ja reitin mukaan.

Varhaisvaiheessa tehtävien suojelutoimien (ks. kappale 5.1.) tavoitteena on estää tai vähentää ulkoilmasta tuleva radioaktiivisten aineiden pääsy talousveteen eli toimilla ennaltaehkäistään ihmisten saamaa säteilyaltis-

Dnro 1714/06.10.01/2016

4.4.2016

tusta talousvedestä. Jälkivaiheessa pilvestä laskeutuneet radioaktiiviset aineet ovat maassa, vesistöissä ja erilaisilla pinnoilla. Jälkivaiheessa tehtävien toimien (ks. kappale 5.2.) tavoitteena on varmistaa talousveden turvallisuus ja vähentää työntekijöiden altistusta vesilaitoksilla.

Pohjavedet ovat paremmassa turvassa kuin pintavedet, sillä maaperään imeytyvästä vedestä pidättyy radioaktiivisia aineita maapartikkeleihin ja pohjavesikerrokseen saakka kulkeutuneet aineet laimenevat pohjavesesiintymän veteen. Jää- ja lumikerrokset suojaavat sekä pinta- että pohjavesiä. Pintavesistöjen ominaisuudet kuten vesitilavuus, viipymä ja kerrostuneisuus vaikuttavat radioaktiivisten aineiden laimentumiseen. Lyhytikäiset radioaktiiviset aineet, joiden puoliintumisaika on korkeintaan päiviä, häviävät laskeuman jälkeen parissa kuukaudessa. Osa pitkäikäisistä radioaktiivisista aineista (joilla on vuosien puoliintumisaika) sitoutuu hyvin kiintoainekseen, joten vedenkäsittely kuten esimerkiksi saostus, selkeytys, suodatus ja aktiivihilikkäsittely voivat vähentää talousveden radioaktiivisuutta. Osa radioaktiivisista aineista kulkeutuu veden mukana hyvin kuten esimerkiksi tritium ja liuenneena oleva strontium. Vaikka juoma- ja ruuanlaittovedelle annettaisiin käyttörajoituksia, samaa talousvettä voi käyttää pesuvetenä ja WC:n huuhtelussa.

Talousveden saastumisen kannalta keskeiset päästönuklidit ovat jodi (^{131}I), cesium ($^{134,137}\text{Cs}$), strontium ($^{89,90}\text{Sr}$) ja tritium (^3H), jotka kaikki ovat beetasäteilijöitä.

Jodi (^{131}I) on lyhytikäinen radioaktiivinen aine, jonka puoliintumisaika on 8 päivää. Radioaktiivista jodia (^{131}I) ei esiinny ympäristössä luonnostaan, vaan se on peräisin ydinvoimalaitoksesta tai radiolääkeaineita valmistavasta laitoksesta. Radioaktiivinen jodi voi olla ilmassa joko kaasumaisessa muodossa tai hiukkasiin sitoutuneena, josta se kulkeutuu helposti pinta- ja pohjavesiin. Vesilaitoksilla olevat vedenkäsittelyt esimerkiksi ilmastus voivat lisätä jodin aktiivisuuspitoisuutta vedessä, jos veteen johdetaan kontaminoitunutta ulkoilmaa.

Cesium (^{137}Cs) on pitkäikäinen radioaktiivinen aine, jonka puoliintumisaika on 30 vuotta. ^{137}Cs säteilee beeta-säteilyä ja siihen liittyen gammasäteilyä. Cesiumilla on myös lyhytikäisempi isotooppi, ^{134}Cs , jonka puoliintumisaika on kaksi vuotta ja joka käyttäytyy samalla tavalla kuin ^{137}Cs . Pintavedet voivat saastua suoraan laskeumasta. Maaperässä cesium pidättyy hyvin maaperän savikerrokseen ja vedessä olevaan kiintoainekseen eikä siten kulkeudu helposti maakerrosten läpi pohjavedeen. Kulkeutumiseen vaikuttaa mm. kasvillisuus, humus- ja maannoskerroksen laatu ja paksuus, maalaji ja maaperän rakenne. Cesiumia ei esiinny ympäristössä luonnostaan. Cesiumia vapautui ympäristöön vuonna 1986 tapahtuneesta Tšernobylin ydinvoimalaitosonnettomuudesta. Lisäksi sitä on päässyt ympäristöön ilmakehässä 1950- ja 1960-luvuilla tehtyjen ydinpommikokeiden seurauksena. Tšernobylin ydinturman jälkeen tutkittiin suomalaisen vesilaitoksen käyttämää raakavettä ja talousvettä. Tutkimuksissa havaittiin, että 30–70 prosenttia radioaktiivisesta cesiumista kulkeutui vedenkäsittelyssä käytettyyn alumiinisulfaattisakkaan. Cesiumin poistaminen vedestä muilla vedenkäsittelymenetelmillä vaihtelee käsittelymenetelmästä riippuen nol-lan ja sadan prosentin välillä. Ioninvaihto on tehokas tapa cesiumin pois-

Dnro 1714/06.10.01/2016

4.4.2016

tamiseen. Perinteiset koagulointi- ja hiekkasuodatusmenetelmät poistavat cesiumista enintään puolet (Taulukko 1).

Strontium (^{90}Sr) on pitkäikäinen radioaktiivinen aine, jonka puoliintumisaika on 29 vuotta. Strontiumilla on myös lyhytikäisempi isotooppi, ^{89}Sr , jonka puoliintumisaika on 50 päivää ja joka käyttäytyy samalla tavalla kuin ^{90}Sr . Strontiumia ei esiinny ympäristössä luonnostaan. Strontiumia (^{90}Sr) esiintyy ympäristössä pääosin ilmakehässä tehtyjen pommikokeiden seurauksena. Hyvin pieniä määriä strontiumia vapautui myös Tshernobylin onnettomuudesta. Pintavedet voivat saastua suoraan laskeumasta. Maaperässä strontiumin liikkuvuuteen ympäristössä vaikuttaa eniten ympäristön olosuhteet ja strontiumin kemiallinen muoto. Ympäristössä strontium on suhteellisen liikkuva, se ei pidäty maaperän savikerrokseen tai kiinnity vedessä olevaan kiintoainekseen yhtä tiukasti kuin esimerkiksi cesium, ja voi siten helpommin kulkeutua maakerrosten läpi pohjaveteen. Kulkeutumisenopeus riippuu maaperän laadusta ja paksuudesta. Pohjavedessä merkittävin strontiumin liikkuvuuteen vaikuttava ympäristötekijä on veden suolaisuus. Strontium on sitä liikkuvampaa, mitä suolaisempaa pohjavesi on. Jos pohjavedestä valmistetaan talousvettä, voi siinä olla strontiumia. Talousvedestä strontiumin poistaminen ei ole helppoa. Strontiumin poistotehokkuus eri vedenkäsittelymenetelmillä vaihtelee käsittelymenetelmästä riippuen 0 – 100 % välillä. Tehokkaimpia menetelmiä ovat ionivaihto ja kalvosuodattimet. Perinteiset koagulointi- ja hiekkasuodatusmenetelmät poistavat strontiumista 10 – 40 % (Taulukko 1).

Tritium (^3H) on vedyn radioaktiivinen isotooppi, jonka puoliintumisaika on 12 vuotta. Tritiumia syntyy jatkuvasti ylemmässä ilmakehässä kosmisen säteilyn tuottamana. Muita lähteitä ympäristössä esiintyvälle tritiumille ovat ydinvoimalaitokset. Luonnossa esiintyy myös vähäisiä määriä 1960-luvulle asti jatkuneista ilmakehässä tehdyistä ydinasekokeista peräisin olevaa tritiumia. Luonnossa tritium kulkeutuu veden mukana. Veden aineosana tritium osallistuu veden hydrologiseen kiertoon ja kulkeutuu helposti pohjaveteen. Kulkeutumisenopeus riippuu maaperän laadusta, paksuudesta ja sääolosuhteista. Tritiumin aktiivisuuspitoisuus ei vähene talousveden käsittelyssä.

Taulukko 1. Erilaisten vedenkäsittelymenetelmien vaikutus cesiumin ja strontiumin aktiivisuuspitoisuuksiin talousvedessä.

Menetelmä / Nuklidi	Koagulointi	Hiekkasuodatus	Aktiivihiekkasuodatus	Ioninvaihto	Kalkkikivi	Kääteisosmoosi
Cesium	10–40 %	10–40 %	0–10 %	40–70 %	10–40 %	>70 %
Strontium	10–40 %	10–40 %	0–10 %	40–70 %	>70 %	>70 %

3. Viranomaisten ja vesilaitosten vastuista

Säteilyvaaratilanteessa (esimerkiksi ydinvoimalaitosonnettomuus)

- [Säteilyturvakeskus](#) muodostaa tilannekuvan onnettomuudesta ja säteilyasioista, arvioi tilanteen aiheuttamat säteilyvaikutukset väestölle, ympäristölle ja yhteiskunnalle sekä antaa vastuuviranomaisille suosituksia säteilyaltistuksen vähentämiseen tähtäävistä toimenpiteistä

Dnro 1714/06.10.01/2016

4.4.2016

Vastuuviranomaiset antavat määräyksiä ja tiedottavat toimenpiteistä sekä terveyshaitasta:

- **STM** johtaa hallinnonalan toimintaa ja koordinoi tiedottamista
- **Valvira** antaa terveydensuojelulain 52 §:n mukaisia yleisiä määräyksiä, jotka sitovat viranomaisia, vesilaitoksia ja veden käyttäjiä.
- **Kunnan terveydensuojeluviranomainen** antaa määräyksiä vesilaitoksille talousveden laadun turvaamiseksi tehtävistä suojelutoimista ja ajankohdista sekä suojelutoimien purkamisesta ja puhdistustoimista, ottaa näytteitä, tiedottaa talousveden laadusta ja antaa mahdolliset käyttörajoitukset.
- **Vesilaitokset** toteuttavat suojelutoimet. Vesilaitosten varautumissuunnitelmissa on oltava kuvattuna säteilyvaaratilanteessa tehtävät toimenpiteet ja ne on osattava suorittaa tarpeen vaatiessa viivytyksettä.

Vesilaitoksilla tehtävät suojelutoimet ovat tärkeitä. Varhaisvaiheen toimet (ks. kappale 5.1.) on aloitettava ennen radioaktiivisen pilven saapumista, jos ulkoisen säteilyn annosnopeuden ennakoidaan olevan suurempi kuin 10 mikroSv/h tai se on suurempi kuin 10 mikroSv/h (ohjeellinen toimenpidesot) ja viimeistään silloin, kun alueen väestöä kehoitetaan suojautumaan sisälle. Tulevasta sisälle suojautumisen tarpeesta pyritään varoittamaan muutamia tunteja ennen radioaktiivisen pilven saapumista alueelle, joten vesilaitoksilla tehtäviin toimiin on käytettävissä tämä aika. Sisälle suojautuminen voi kestää 1-2 vuorokautta. Sisälle suojautumisesta ilmoitetaan vaaratiedotteella. STUK:n valmiusohjeessa, [VAL 1](#), toimenpidetosit on esitetty myös ilmapitoisuuksina.

Puhdistustoimet alkavat radioaktiivisen päästöpilven ohitettua alueen. Talousveden laatua seurataan raakavedestä ja lähtevästä vedestä, jotta voidaan arvioida vedenkäsittelyn puhdistustehokkuutta ja talousveden turvallisuutta. Pilven ohikulun jälkeen STUK antaa suosituksia, millä alueella tarvitaan sisätilojen puhdistusta. Sisätilojen puhdistus koskee myös vesilaitosten sisätiloja. Terveydensuojeluviranomainen määrää tarvittavista puhdistustoimenpiteistä, kuten laitoksen pintojen pesusta ja suodattimien vaihtamisesta. Jälkivaiheen toimia on kuvattu kappaleessa 5.2.

Suomessa on noin 30 paikallista elintarvike- ja ympäristölaboratoriota, joilla on vesinäytteiden radioaktiivisuuden mittaamiseen soveltuvia laitteita (lista [paikallislaboratorioista STUK:n verkkosivuilla](#)). Säteilyvaaratilanteessa laboratoriot mittaavat talousveden lisäksi elintarvike- ja rehunäytteitä. Talousvesinäytteiden tutkimisessa etusijalla on pintavedestä valmistettu talousvesi.

4. Talousveden toimenpiderajat säteilyvaaratilanteiden varalle

Säteilyvaaratilanteissa kaikkien suojelutoimien tavoitteena on, että väestön altistus jää mahdollisimman pieneksi, tilanteesta aiheutuvat muut haitat minimoidaan ja palautetaan ihmisten elinolosuhteet ja yhteiskunnan toiminta mahdollisimman normaaleiksi. Tavoitteena on, että säteilyvaaratilanteesta ei aiheudu säteilyaltistuksen enimmäistason, 20 milliSv, ylittävää annosta ensimmäisen vuoden aikana, kun huomioidaan kaikki altistusreitit.

Dnro 1714/06.10.01/2016

4.4.2016

EU on asettanut säteilyvaaratilanteiden varalle talousveden radionuklideille enimmäisaktiivisuuspitoisuudet, jotka otetaan käyttöön EU-neuvoston esityksestä komission päätöksellä (Taulukko 2). Juomavetenä ja ruuan valmistamisessa ei pidä käyttää sellaista vettä, minkä aktiivisuuspitoisuus on suurempi kuin taulukossa 2 esitetyt enimmäisaktiivisuuspitoisuudet. Veden soveltuminen pesuvedeksi arvioidaan tarvittaessa erikseen.

Taulukko 2. Talousveden enimmäisaktiivisuuspitoisuus.*

Radionuklidit ¹⁾	Aktiivisuuspitoisuus, Bq / kg
Strontium-isotoopit yhteensä	125
Jodi-isotoopit yhteensä	500
Plutonium- ja transplutonium-isotoopit yhteensä	20
Yhteensä muut radionuklidit ²⁾ , joiden puoliintumisaika on yli 10 vrk, esim. cesium-134 ja cesium 137	1000

* Neuvoston asetukset (Euratom) N:o 3954/87 ja (Euratom) N:o 2218/89, neuvoston asetus (ETY) N:o 2219/89

1) Eri radionuklidiryhmille määritellyt aktiivisuuspitoisuudet eivät ole toisistaan riippuvaisia. Kutakin sovelletaan erikseen.

2) Ei koske hiili-14, kalium-40 ja tritiumia.

Talousvesiasetuksessa (1352/2015) säädetyt enimmäisarvot pohjautuvat ennalta asetettuun turvallisuustavoitteeseen talousveden sisältämistä radioaktiivisista aineista aiheutuvan säteilyaltistuksen rajoittamiseksi. Turvallisuustavoitteena on, että talousveden radioaktiivisuudesta aiheutuva efektiivinen säteilyannos saa olla enintään 0,5 mSv vuodessa.

5. Ennalta varautuminen

Vesilaitoksen on ennalta varauduttava

- varhaisvaiheessa tehtäviin suojelutoimiin, joita on esitetty kappaleessa 5.1.
- jälkivaiheessa tehtäviin suojelutoimiin, joita on esitetty kappaleessa 5.2.
- kouluttamalla henkilökunta toimimaan säteilyvaaratilanteessa ja harjoittelemalla toimintaa.

Terveysuojeluviranomaisen on selvitettävä etukäteen:

- Millaisissa tilanteissa talousvesi voi saastua
- Milloin vesilaitoksella pitää tehdä suojelutoimia
- Miten vesilaitos saa tiedon säteilyvaaratilanteesta
- Yhdessä vesilaitoksen kanssa, mitä suojelutoimia vesilaitoksella voidaan tehdä, jotta talousveden kontaminaatio olisi mahdollisimman vähäistä
- Onko suojelutoimet kirjattu vesilaitoksen varautumissuunnitelmaan
- Miten talousveden laadusta tiedotetaan veden käyttäjille
- Miten näytteenotto järjestetään (+ suojavaatetus, näytteiden käsittely)
- Missä näytteet tutkitaan ja onko tutkimisesta sopimus laboratorion kanssa
- Mistä saadaan mittalaitteet laitostilojen puhtauden varmistamiseen

Dnro 1714/06.10.01/2016

4.4.2016

- Milloin talousvedelle pitää asettaa käyttörajoituksia

5.1. Vesilaitoksen toimenpiteet säteilyvaaratilanteen varhaisvaiheessa

Vesilaitoksen on varauduttava varhaisvaiheessa tehtäviin suojelutoimiin, jotka toteutetaan ennen radioaktiivisten aineiden alueelle saapumista. Suojelutoimiin tulee ryhtyä viimeistään siinä vaiheissa, kun vaaratiedotteella kehoitetaan alueen väestöä suojautumaan sisätiloihin. Aikaa suojelutoimenpiteille voi olla vain muutamia tunteja. Suojelutoimia voivat olla esimerkiksi:

- Ulkoilman pääsyn estäminen laitostiloihin kuten ikkunoiden, ovien ja tuloilmaventtiilien sulkeminen.
- Laitostilojen ilmastoinnin katkaiseminen, ellei ilmanottoaukoissa ole aktiivihillisuodattimia.
- Ylipaineen pitäminen laitoksen sisätiloissa, jos ilmanottoaukoissa on aktiivihillisuodattimet.
- Vesitornien ohittaminen vedenjakelussa, jos vesitornien ilmanottoaukoissa ei ole aktiivihillisuodattimia. Myös vesitornin vedenpinnan korkeuden säilyttäminen samalla tasolla vähentää ilman kulkeutumista veteen, jos vesitorneja ei voi ohittaa eikä ilmanottoaukoissa ole suodattimia.
- Jos vedenkäsittelyssä on ilmastus- tai flotaatioaltaita ja altaisiin johdettavan ilman ilmanottoaukoissa ei ole aktiivihillisuodattimia, ilmaa ei voi johtaa ulkoa altaisiin (vesi kontaminoituu). Ilmaa voidaan johtaa laitoksen sisätiloista tai vaihtoehtoisesti käsittely lopetetaan.
- Tekopohjavesilaitoksilla pintaveden imeyttämisen lopettaminen tai altaiden peittäminen.
- Hidassuodatusalueiden peittäminen.
- Kaivojen lähiympäristön peittäminen pressuilla tai muovilla.
- Pintaveden käytön lopettaminen tai sen osuuden vähentäminen laimentamalla pohjavedellä.
- Kulutuksen vähentäminen ja esim. veden toimittamisen katkaiseminen joltakin suurkuluttajalta, jonka toiminnan jatkuminen tilanteessa ei ole välttämätöntä.
- Vedenkäsittelyn tehostaminen esim. käyttämällä tavallista enemmän kemikaaleja, ottamalla käyttöön täysi kapasiteetti tai, jos mahdollista, syöttämällä prosessiin aktiivihillitä.¹
- Vesisäiliöiden täyttäminen, jos säteilyvaaran lisäksi uhkana ovat sähkökatkot.

5.2. Vesilaitoksen toimenpiteet säteilyvaaratilanteen jälkivaiheessa

Radioaktiivisia aineita on laskeutunut kaikille pinnoille ja vesistöihin pilven kulkureitille. Vesilaitoksen on varauduttava jälkivaiheessa talousveden turvallisuuden varmistamiseksi tehtäviin suojelutoimiin. Suojelutoimia voivat olla esimerkiksi:

- Lähtevän veden radioaktiivisuuden tutkiminen
- Pintaveden käytön lopettaminen tai sen osuuden vähentäminen laimentamalla pohjavedellä
- Vedenottokohdan vaihtaminen

¹ Lyhytikäiset radioaktiiviset aineet häviävät laskeuman jälkeen itsestään parissa kuukaudessa. Pitkäikäisistä aineista osa sitoutuu kiintoaineksen kanssa, joten saostuksen, selkeytyksen ja suodatuksen tehostaminen voi vähentää radioaktiivisuutta.

Dnro 1714/06.10.01/2016

4.4.2016

- Veden johtaminen toiselta laitokselta
- Kulutuksen vähentäminen ja esim. veden toimittamisen katkaisu-
minen joltakin suurkuluttajalta, jonka toiminnan jatkuminen tilan-
teessa ei ole välttämätöntä.
- Vedenkäsittelyn tehostaminen esim. käyttämällä tavallista enem-
män kemikaaleja, ottamalla käyttöön täysi kapasiteetti tai, jos
mahdollista, syöttämällä prosessiin aktiivihiiltä.²
- Suodatusmassojen tai esim. aktiivihiilen vaihtaminen
- Tekopohjavesilaitosten altaiden pintamassojen poistaminen
- Lisäpuhdistusmenetelmien, esimerkiksi ioninvaihdon tai kään-
teisosmoosin, hankkiminen.
- Varavedenjakelu.
- Kaikki sellaiset rakenteet ja laitteet on puhdistettava, joista radioak-
tiiviset aineet voivat kulkeutua talousveteen. Pakatuista tavaroista
voidaan poistaa uloin pakkauskerros.
- Laitostilojen puhdistus:
 - Ilmansuodattimien vaihtaminen tai puhdistaminen mahdolli-
simman nopeasti pilven ylikulun jälkeen niissä tiloissa, joissa
ilmanvaihto on ollut päällä saastepilven ylikulun aikana (este-
tään suodattimiin tarttuneiden radioaktiivisten aineiden irtoami-
nen ja kulkeutuminen laitostiloihin). Likaiset suodattimet sulje-
taan tiiviiseen pussiin ja toimitetaan kunnan ympäristönsuojelu-
viranomaisen osoittamaan keräyspisteeseen.
 - Tuuletus ja puhdistus kuten kotien perusteellisessa siivoukses-
sa (imurointi, pyyhkiminen, pesu). Imurin pölypussit suljetaan
tiiviseen pussiin ja toimitetaan kunnan ympäristönsuojeluviran-
omaisen osoittamaan keräyspisteeseen. Puhdistuksessa, sii-
vouksessa ja pölyvässä työssä on käytettävä tarvittaessa suo-
javaatetusta ja hengityssuojainta.
 - Tilojen puhtaus voidaan mitata ja tarvittaessa tehdä puhdistus-
toimet uudestaan.
 - Ulkovaatteiden ja jalkineiden jättäminen eteiseen ulkoa sisälle
tullessa sekä peseytyminen ja vaatteiden vaihtaminen vähen-
tävät laitostilojen uudelleen saastumista.
 - Rakennusten, kulkuväylien ja pihojen puhdistus (pihojen ja kul-
kuväylien vesipesu, ruohon leikkuu ja lumen poisto).
- Kulkuvälineet ja työkonet:
 - Puhdistetaan vesipesulla. Työkoneissa aktiivisuutta kertyy eri-
tyisesti lokasuojiin, alustaan ja renkaisiin ajettaessa saastuneel-
la alueella.
 - Puhdistuksen toistaminen saastuneella alueella liikkumisen tai
käytön jälkeen.
- Puhdistuksessa syntyvien jätteiden käsittely ja hävittäminen:
 - Pesuvedet johdetaan viemäriverkkoon.
 - Veden käsittelyssä syntyvien, radioaktiivisia aineita sisältävien
ainesten, kuten lietteen tai suodatinmassojen sijoittaminen
kunnan ympäristönsuojeluviranomaisen osoittamaan keräyspis-
teeseen. Työturvallisuus on huomioitava lietteitä ja suodatin-
massoja käsiteltäessä ja kuljetettaessa sijoituksen yhteydessä.

² Lyhytikäiset radioaktiiviset aineet häviävät laskeuman jälkeen itsestään parissa kuukaudessa. Pitkäikäisistä aineista osa sitoutuu kiintoaineen kanssa, joten saostuksen, selkeytyksen ja suodatuksen tehostaminen voi vähentää radioaktiivisuutta.

Dnro 1714/06.10.01/2016

4.4.2016

6. Paikallinen säteilyvaaratilanne ja talousvesi

Radioaktiivisia aineita käytetään sairaaloissa, tutkimuslaitoksissa tai teollisuudessa. On epätodennäköistä, että radioaktiivisten aineiden käyttöön tai kuljetukseen liittyvä onnettomuus tai esimerkiksi tulipalo käyttöpaikalla saastuttaisi talousveden niin, että pitäisi ryhtyä muihin suojelutoimiin kuin turvallisuudesta tiedottamiseen ja talousveden tutkimiseen liittyviin toimenpiteisiin.

Onnettomuuden vaikutukset jäävät pahimmassakin tapauksessa paikalliseksi, ulottuen enintään muutamien satojen metrien etäisyydelle onnettomuuspaikasta. Radioaktiivisten aineiden kuljetuksissa ei radioaktiivisia aineita ole levinnyt haitallisessa määrin ympäristöön missään päin maailmaa.

Kuljetusonnettomuuksissa tai muissa paikallisissa onnettomuuksissa (esimerkiksi tulipalo) pelastustoiminnan johtamisesta vastaa pelastuslaitos. Jos onnettomuuteen voi liittyä säteilyvaara, pelastuslaitoksen on

- ilmoitettava terveydensuojeluviranomaiselle
- tiedotettava alueen asukkaille ja annettava heille tarpeelliset suojautumisohjeet

Jos paikallisen onnettomuuden vuoksi radioaktiivisia aineita on päässyt ympäristöön, terveydensuojeluviranomaisen on

- tehtävä yhteistyötä STUKin kanssa. STUK arvioi säteilyasiantuntijana onnettomuuden haittavaikutuksia, jos päästöön liittyy talousveden saastumisen vaara
- ilmoitettava välittömästi vesilaitokselle ja yksityisten kaivojen omistajille, jos talousveden saastumisen vaara on olemassa
- määrättävä talousveden turvallisuuteen liittyvistä suojelutoimista
- valmistauduttava ottamaan vesinäytteitä radioaktiivisuuden tutkimuksia varten
- tiedotettava talousveden laadusta
- annettava käyttörajoituksia, jos tarpeen

7. Talousveden radioaktiivisuus normaalitilanteessa

Talousvedessä esiintyy luonnostaan luonnon radioaktiivisia aineita, jotka ovat peräisin maa- ja kallioperästä. Radioaktiiviset aineet liukenevat maankuoren mineraaleista veteen. Luonnon radioaktiivisten aineiden pitoisuudet pohjavedessä ovat huomattavasti suurempia kuin pintavedessä, koska pohjavesi on pidempään kosketuksissa maa- ja kallioperän kanssa. Vesilaitosten käyttämästä pohjavedestä vain pieni osa on peräisin kalliopohjavedestä, jossa luonnon radioaktiivisten aineiden pitoisuudet ovat suurimpia.

Talousveden kannalta merkittävimmät luonnon radioaktiiviset aineet kuuluvat uraanisarjaan. Alfasäteilyä lähettävä radon (^{222}Rn) on merkittävin säteilyaltistaja Suomessa. Muita tärkeitä uraanisarjan radionuklideja ovat pitkäikäiset ^{238}U (uraani), ^{234}U , ^{226}Ra (radium) ja ^{210}Po (polonium) sekä beetasäteilyä lähettävä ^{210}Pb (lyijy). Luonnon toriumsarjan radionuklideista beetasäteilyä lähettävä ^{228}Ra on tärkein. Luonnon radioaktiivisuus vedessä voi lisääntyä myös ihmisen toiminnan seurauksena. Yleensä nämä lisäykset ovat hyvin vähäisiä.

Dnro 1714/06.10.01/2016

4.4.2016

Toimenpiteitä radioaktiivisten aineiden poistamiseksi talousvedestä voidaan tarvita silloin, kun talousvettä valmistetaan pohjavedestä, etenkin kalliopohjavedestä. Talousvesiasetuksessa (1352/2015) on säädetty talousveden radioaktiivisuudelle enimmäisarvot. Valviran verkkosivuilla on julkaistu [talousvesiasetuksen soveltamisohje](#).

8. Kirjallisuus

Brown J, Hammond D and Kwakman P. Generic handbook for assisting in the management of contaminated drinking water in Europe following a radiological emergency. EURANOS(CAT1)-TN(06)-09-02. 2009.

Aakko K. & M. Malmelin. (toim.) [Jätehuolto säteilyvaaratilanteessa ja sen jälkeen](#): radioaktiivisia aineita sisältävät jätteet ja niiden käsittely. Ympäristöministeriön raportteja 1796-170X; 6/2009.

Rantavaara A, Saxén R, Puhakainen M, Hatva T, Ahoilta P, Tenhunen J. Radioaktiivisen laskeuman vaikutukset vesihuoltoon. STUK-A122. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 1995. (Ei verkkojulkaisuna)

[STUK VAL2](#). Suojelutoimet säteilyvaaratilanteen jälkivaiheessa. Ohje VAL 2/5.10.2012. Säteilyturvakeskus, Helsinki 2013.

[STUK VAL1](#). Suojelutoimet säteilyvaaratilanteen varhaisvaiheessa. Ohje VAL 1/5.10.2012. Säteilyturvakeskus, Helsinki 2013.

Säteilyvaaratilanteet - toimijoiden vastuut ja tehtävät. Opas. Sisäinen turvallisuus. Sisäasiainministeriön julkaisuja 38/2012. [Säteilyvaaratilanteet – toimijoiden vastuut ja tehtävät](#)

Saxén R. & I. Outola. [Vesistöjen ja juomaveden 137Cs, 90Sr ja 3H sekä pitoisuuksien arviointi valmiustilanteessa](#). STUK-A241. Helsinki: Säteilyturvakeskus; 2009.

