



Valvonnasta vapautettujen jätteiden jätehuolto

TYÖRYHMÄ

Eurajoki Tapani, Fortum Power and Heat Oy

Korhonen Marja-Riitta, ympäristöministeriö

Kuhmonen Venla, Säteilyturvakeskus

Kumpula Linda, työ- ja elinkeinoministeriö

Rinne Sami, ympäristöministeriö

Tuunanen Jari, Fortum Power and Heat Oy

Opas on laadittu kansallisen ydinjätehuollon yhteistyöryhmän (YETI) suosituksesta.

YETI-ryhmän tavoitteena on ollut selvittää ydinjätehuollon ja muun radioaktiivisen jätteen huollon turvallisuutta, kehitystoimenpiteitä ja ratkaisuvaihtoehtoja tästä hetkestä pitkälle tulevaisuuteen.

Kannen kuva: STUK

ISBN 978-952-309- 577-9 (pdf)

ISSN 1799-9472

Sisällys

1	VALVONNASTA VAPAUTETTUIEN JÄTTEIDEN JÄTEHUOLTO	4
2	PERIAATTEET JA SÄÄDÖKSET	6
3	SÄTEILYTOIMINNASTA SYNTYVÄ JÄTE	8
4	YDINLAITOKSILLA SYNTYVÄ HUOLTOJÄTE	11
5	VALVONNASTA VAPAUTETUN JÄTTEEN POLTTO	13
	VIITTEET	15

I Valvonnasta vapautettujen jätteiden jätehuolto

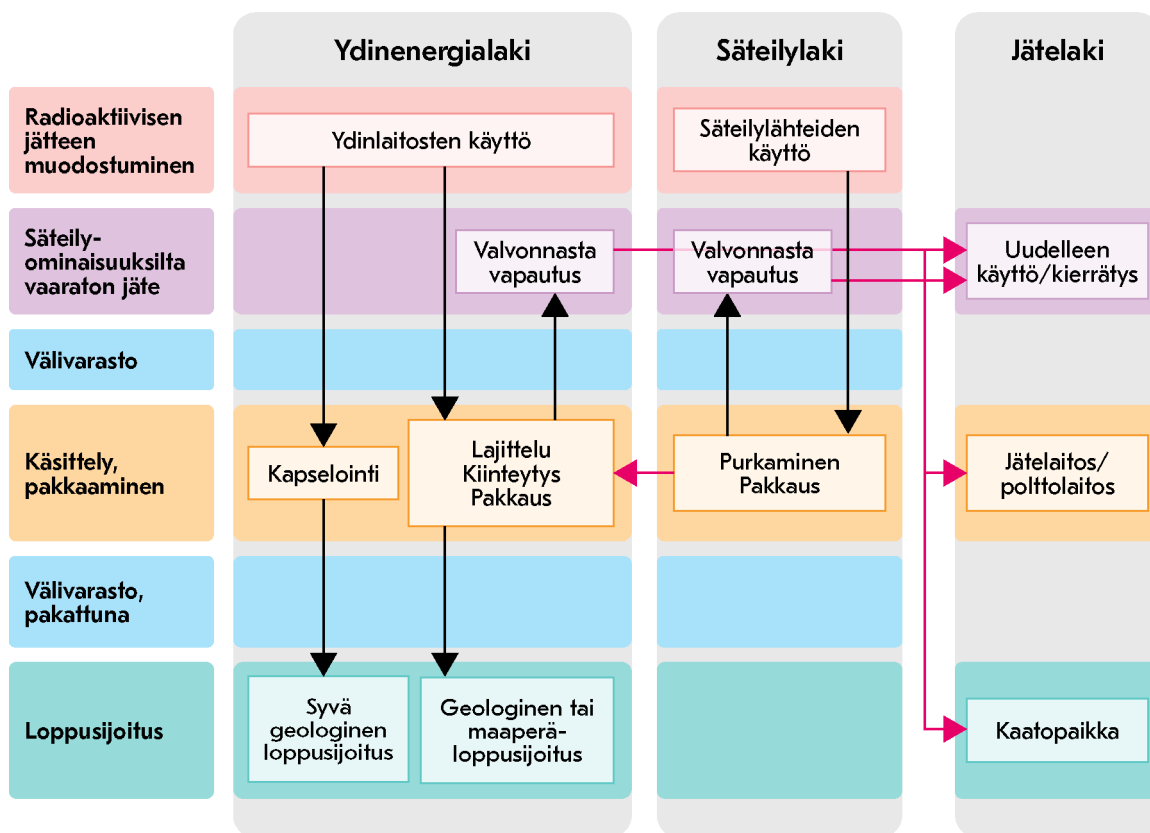
Ydinlaitosten valvonta- ja tarkkailualueilla sekä radioaktiivisia aineita käyttävissä toiminnoissa teollisuudessa, terveydenhuollossa sekä tutkimuksessa muodostuu jätteitä, joita kohdellaan alkuperänsä vuoksi radioaktiivisina.

Jätteet voidaan vapauttaa radioaktiivisuuteen liittyvästä valvonnasta ja käsitellä vaarattoman jätteen tavoin, mikäli radioaktiivisten aineiden määrä jätteessä on riittävän alhainen.

Radioaktiivisuus määritetään mittauksilla ja mittausten tulosten avulla voidaan todentaa, ettei jäte edellytä erityistoimenpiteitä radioaktiivisuutensa vuoksi. Radioaktiiviselle materiaalille on asetettu aktiivisuuteen perustuvat vapauttamisrajat.

Ydinvoimalaitoksilla syntyvä valvonnasta vapautettava jäte on pääosin laitoksen käyttö- ja kunnossapitotoimissa syntyvää huoltojätettä, kuten metalleja, eristemateriaaleja, työvaatteita, suojarusteita ja muoveja. Radioaktiivisten aineiden käytössä esimerkiksi terveydenhuollossa ja tutkimustoiminnassa muodostuu vastaavatyyppejä jätteitä, mutta huomattavasti vähäisempiä määriä. Näitä ovat esimerkiksi suojavaatteet ja muut kertakäyttöiset työvälineet sekä pakkausmateriaalit. Valtaosa polttokelpoisesta valvonnasta vapautettavasta jätteestä voitaisiin hyödyntää energiana, mutta jätteen alkuperä on herättänyt huolta jätehuollon toimijoissa. Kuitenkin kaikki polttoaineet sisältävät luonnon radioaktiivisia aineita. Valvonnasta vapautetun jätteen polton tuhkan radioaktiivisuus ei merkittävästi eroa muiden polttoaineiden, esimerkiksi yhdyskuntajätteen, kivihiilen, turpeen ja puun polton tuhkan luonnollisesta radioaktiivisuudesta.

Kaikkialla ympäristössämme ja jopa omassa kehossamme on radioaktiivisuutta. Lisäksi me suomalaiset altistumme ionisoivalle säteilylle kotonamme, liikkuessamme ulkona, matkustaessamme lentokoneella tai terveydenhuollossa röntgen- tai isotooppitutkimuksissa. Suomalaisten keskimääräinen vuosittainen säteilyannos näistä säteilylähteistä on noin 6 millisievertiä (mSv). Lähtökohtana radioaktiivisten jätteiden vapauttamisessa valvonnasta on, että jätteistä aiheutuva vuotuinen säteilyannos on alle 0,01 mSv. Tämä on korkeintaan noin 0,2 % suomalaisten keskimääräisestä vuosittaisesta säteilyannoksesta.



KUVA 1. Radioaktiivista jätettä muodostuu ydinlaitoksilla ja säteilyn käytön seurauksena. Säteilylain tarkoittamille radioaktiivisille jätteille ei ole Suomessa omaa loppusijoituslaitosta, mutta jätteitä voidaan käsitellä, välivarastoida ja loppusijoittaa ydinlaitoksilla niiden käyttöluvien sallimissa rajoissa. Punaiset nuolet kuvaavat jätteen siirtymistä yhden lain soveltamisalasta toisen lain soveltamisalaan. Lähde: Kansallisen ydinjätehuollon yhteistyöryhmän loppuraportti.

2 Periaatteet ja säädökset

Ydinenergian käytössä ydinvoimalaitoksilla syntyvää jätettä säätää ydinenergilaki (990/1987) ja sen nojalla annetut asetukset, määräykset ja ohjeet. Teollisuudessa, terveydenhuollossa ja tutkimustoiminnassa tapahtuvassa säteilyn käytössä syntyviin radioaktiivisiin jätteisiin sovelletaan säteilylakia (859/2018) ja sen nojalla annettuja asetuksia ja määräyksiä. Molempien lakien mukainen johtava periaate on, että jätteen määrä sekä sen radioaktiivisuus tulee pitää niin pienenä kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista saavuttaa vaarantamatta yleisiä työntekijöiden ja väestön säteilysuojelua koskevia periaatteita.

Toiminnanharjoittajan on vastattava radioaktiivisten jätteidensä jätehuollon suunnittelusta ja toteuttamisesta sekä niiden kustannuksista. Radioaktiivisten aineiden jätehuolto on ydinenergilain ja säteilylain mukaan luvanvaraista, ja sen tarkoituksena on käsitellä, eristää ja sijoittaa radioaktiiviset jätteet siten, ettei niistä aiheudu haittaa ihmisille tai ympäristölle.

Ydinenergilain mukaisen käyttöluvan myöntämisen edellytyksenä on, että luvanhaltijan käytettävissä olevat menetelmät ydinjätehuollon järjestämiseksi ovat riittävät ja asianmukaiset. Ydinlaitoksen kaikissa lupavaiheissa, ja myös niitä edeltävässä periaatepäätös vaiheessa, arvioidaan luvanhakijan esittämiä selvityksiä ja suunnitelmia käytettävissä olevista menetelmistä ydinjätehuollon järjestämiseksi. Lisäksi ydinlaitosten lupiin sisällytetään tyypillisesti ydinjätehuollon järjestämistä koskevia lupaehtoja. Säteilylain mukaisen turvallisuuslupan alaisessa toiminnassa syntyvien radioaktiivisten jätteiden käsittelyn suunnitelmat tulee esittää jo turvallisuuslupaa haettaessa. Turvallisuuslupaan on haettava etukäteen muutosta, mikäli toiminta muuttuu niin että syntyvän jätteen määrä, laatu tai muut järjestelyt muuttuvat turvallisuusluvassa hyväksytystä.

Radioaktiivisen jätteen valvonnasta vapauttaminen perustuu ydinenergia- ja säteilylain nojalla annettuihin yksityiskohtaisiin kriteereihin. Valvonnasta vapautetut jätteet ovat ydinenergilain tai säteilylain mukaisesti todettu säteilyominaisuuksiensa perusteella vaarattomiksi, eikä jäte vapauttamisen jälkeen enää kuulu näiden lakien soveltamisalaan. Radioaktiivisen jätteen käsittelystä ja vapauttamisesta valvonnasta vastaa toiminnanharjoittaja, jonka toimien seurauksena jätettä syntyy. Toiminnanharjoittajan on velvollisuus pitää kirjaa toiminnassaan syntyvistä radioaktiivisista jätteistä ja valvonnasta vapautetuista jätteistä kuten niiden määristä ja aktiivisuuksista. Jätehuoltoa (ml. valvonnasta vapauttaminen) valvoo Säteilyturvakeskus osana toiminnanharjoittajien toiminnanaikaista valvontaa.

Valvonnasta vapauttamisen toteuttamisessa on erilaisia menettelytapoja sen mukaan, miten materiaalia tai jätettä on tarkoitus käyttää tai käsitellä. Valvonnasta vapauttamisen raja-arvot voidaan asettaa siten, että materiaalin käytölle ei ole mitään rajoituksia. Vaihtoehtoisesti Säteilyturvakeskus voi hyväksyä jonkin verran korkeammat raja-arvot valvonnasta vapautukselle ja samalla rajata materiaalin käyttöä tai käsittelytapoja.

Riippumatta menettelytavasta valvonnasta vapautettu jäte voidaan hyödyntää energiana tai sijoittaa kaatopaikalle jätelainsäädännön niin salliessa. Radioaktiivista jätettä tai ydinjätettä ei saa tarkoituksellisesti laimentaa sen vapauttamiseksi valvonnasta.

Valvonnasta vapautetut jätteet kuuluvat jätelain (646/2011) soveltamisalaan. Jätelain tarkoituksena on edistää kiertotaloutta ja luonnonvarojen käytön kestävyyttä, vähentää jätteen määrää ja haitallisuutta, ehkäistä jätteistä ja jätehuollosta aiheutuvaa vaaraa ja haittaa terveydelle ja ympäristölle, varmistaa toimiva jätehuolto sekä ehkäistä roskaantumista. Jätelain mukaisen jätehuollon periaatteena on niin sanottu etusijajärjestys. Ensisijaisesti on pyrittävä välttämään jätteen syntymistä. Jos jätettä syntyy, se on valmistettava uudelleenkäyttöä varten tai uudelleenkäytettävä. Ellei uudelleenkäyttö ole mahdollista, jäte on ensisijaisesti kierrätettävä ja toissijaisesti jäte voidaan hyödyntää energiana. Kaatopaikoille jäte voidaan sijoittaa vain, jos sen hyödyntäminen ei ole teknisesti tai taloudellisesti muuten mahdollista ja se soveltuu kaatopaikalle sijoitettavaksi.

3 Säteilytoiminnasta syntyvä jäte

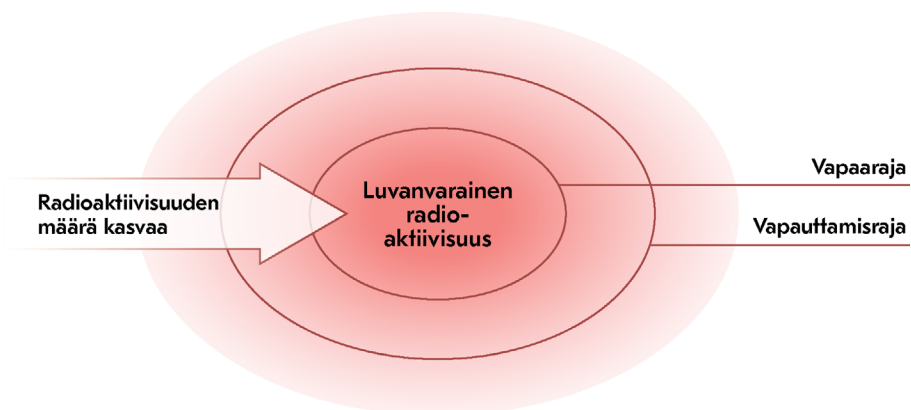
Radioaktiivisia aineita käytetään radiolääkkeinä, merkkiaineina ja säteilylähteinä esimerkiksi terveydenhuollossa, yliopistoissa, tutkimuslaitoksissa ja teollisuudessa. Toiminnan seurauksena voi syntyä vähäisiä määriä radioaktiivisuutta sisältävää jätettä, kuten käytettyjä suojavaatteita ja -käsineitä, ruiskuja, pipettejä, suojapapereita, pakkausmateriaaleja ja siivousliinoja. Jäte vastaa ominaisuuksiltaan ydinvoimalaitoksilla syntyvää huoltojätettä, mutta sitä syntyy huomattavasti pienempiä määriä. Jätteen vaatimustenmukaisesta käsittelystä vastaa toiminnanharjoittaja, jonka toiminnan seurauksena jätettä syntyy. Radioaktiivisia aineita käsiteltäessä toiminta on järjestettävä ja suunniteltava siten, että radioaktiivista jätettä syntyy mahdollisimman vähän. Tätä voi olla työn kuluessa esimerkiksi radioaktiivisen ja tavallisen jätteen erottaminen toisistaan.

Muodostuva radioaktiivinen jäte kuuluu säteilylain alaiseen valvontaan, josta se on mahdollista vapauttaa jätelain piiriin, mikäli jäte alittaa aktiivisuudelle asetetun radionuklidikohtaisen vapauttamisrajan aktiivisuuspitoisuudessa eli aktiivisuutena painoyksikköä kohti (Bq/g). Vapauttamisrajat perustuvat kansainvälisiin suosituksiin ja määritelmiin. Ne on esitetty Säteilyturvakeskuksen määräyksessä vapaarajoista ja vapauttamisrajoista STUK SY/1/2018. Vapauttamisrajat radionuklideille on asetettu niin että väestön ja työntekijöiden säteilyaltistus on vähäistä eikä se edellytä seurantaa, eikä materiaalin kuten jätteen käsittelyssä ole tarpeen noudattaa erityisiä toimenpiteitä. Valvonnasta vapauttamisen jälkeen jätettä ei katsota radioaktiiviseksi, minkä johdosta se siirtyy jätelain alaisuuteen. Vapauttamisrajan alittaneet jätteet voidaan tarpeen mukaan uudelleenkäyttää, kierrättää, hyödyntää materiaalina tai energiana tai loppukäsitellä. Vapauttamisrajoja voidaan käyttää kiinteille materiaaleille määrästä riippumatta.

Jätteen radioaktiivisuus voidaan määrittää mittaamalla radioaktiivisuuden synnyttämää säteilyä sopivilla säteilymittareilla tai laskennallisesti tuntemalla esim. työmenetelmän perusteella jätteeseen päätyvä aktiivisuus. Jätteiden radioaktiivisuusmittauksista on vastuussa toiminnanharjoittaja, jonka toiminnasta jätteet ovat peräisin.

Rajatuille erille jätteitä voidaan soveltaa radionuklidikohtaisia vapaarajoja. Vapaarajat ovat korkeampia kuin vapauttamisrajat. Kun sovelletaan vapaarajoja, säteilyn käytön käyttöpaikasta syntyvän ja jätteen käsittelyyn toimitettavan vapautettavan jätteen määrää on rajoitettu. Kuukauden aikana voidaan toimittaa korkeintaan 10 vapaarajan sisältävän aktiivisuuden suuruista erää jätteeksi. Vapaarajoissa tulee huomioida kaikki jätteen sisältämät radionuklidit. Vapaarajan alittaneet jätteet voidaan valvonnasta vapauttamisen jälkeen hyödyntää joko energiana tai loppukäsitellä. Vapaarajan alittavaa jätettä ei siis ole mahdollista uudelleen käyttää, hyödyntää materiaalina tai kierrättää. Koska tällä menettelyllä käsiteltävien säteilyn

käytössä syntyvien jätteiden määrät ovat vähäisiä ja loppukäsittelyyn toimitettavien jätteiden lukumäärää rajataan, valvonnasta vapauttaminen ei edellytä erityistä seuranta jätteen käsittelyssä.



KUVA 2. Säteilylain alaisesta säteilyn käytöstä syntyvän jätteen valvonnasta vapauttamista säädellään vapauttamis- ja vapaarajojen avulla. Rajat on esitetty Säteilyturvakeskuksen määräyksessä vapaarajoista ja vapauttamisrajoista STUK SY/1/2018.



KUVA 3. Laatikollinen valvonnasta vapautettavia radioaktiivisella C-14:llä impregnoituja kiviä Helsingin yliopistolta. Kivet ovat peräisin ydinjätteen loppusijoitukseen liittyvistä kallioperän huokoisuustutkimuksista. Kuva: Helsingin yliopisto.



KUVA 4. Yleiskuva VTT Oy:n tutkimuslaboratoriosta valvonnasta vapautetuista jätteistä aidatulla alueella, odottamassa toimitusta Kuusakoski Oy:lle. Kuva: VTT Oy

4 Ydinlaitoksilla syntyvä huoltojäte

Ydinlaitoksella jätettä syntyy sekä valvonta-alueella että sen ulkopuolella. Valvonta- ja tarkkailualueilla olevissa laitteissa, järjestelmissä tai rakenteissa voi esiintyä radioaktiivisuutta ja niillä toteutetaan säteilysuojelutoimenpiteitä. Valvonta- ja tarkkailualueilla muodostuva jäte kuuluu ydinenergialain piiriin, kunnes se on vapautettu valvonnasta. Tämän jälkeen sitä koskevat jätelain säädökset.

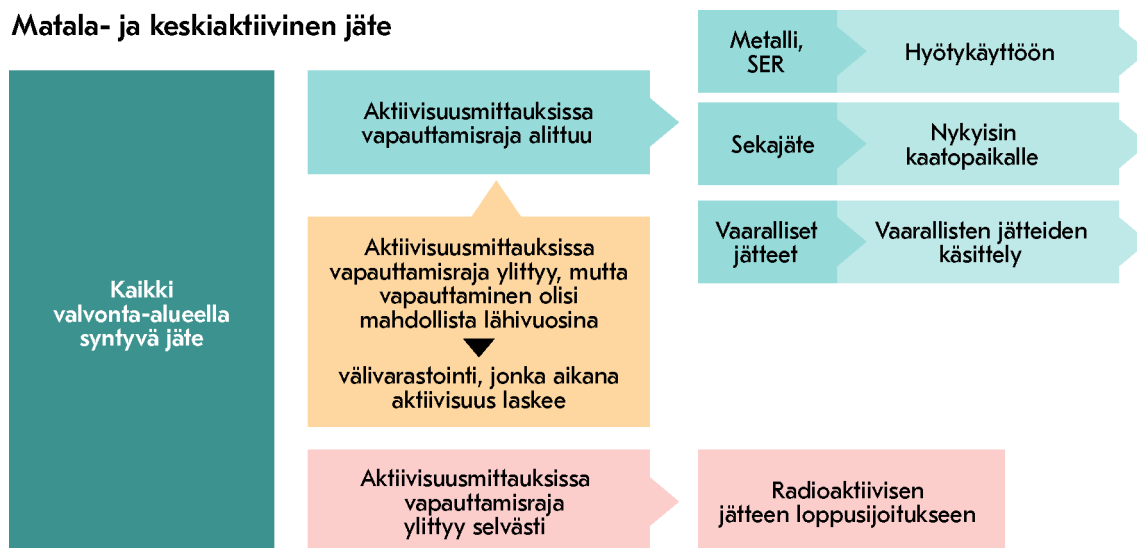
Valvonta- ja tarkkailualueiden ulkopuolinen alue on radioaktiivisuuden ja säteilyaltistuksen kannalta tavanomaista voimalaitos- ja teollisuuslaitosympäristöä, jossa syntyvää jätettä hyödynnetään ja kierrätetään samojen periaatteiden mukaan kuin muuallakin teollisuudessa. Valtaosa ydinlaitoksella syntyvästä jätteestä kuuluu tähän ryhmään.

Suurin osa ydinlaitoksen valvonta- ja tarkkailualueella syntyvästä jätteestä on matala-aktiivista. Tämä jäte koostuu pääosin metalliromusta ja polttokelpoisesta huoltojätteestä. Jätteet esilajitellaan syntykohteessaan. Metalliromun, joka esilajittelun perusteella arvioidaan voitavan vapauttaa valvonnasta, radioaktiivisuus tarkistetaan usealla peräkkäisellä kontaminaatiomittauksella. Muut jätteet (ml. polttokelpoinen huoltojäte) lajitellaan erillisissä jätteenkäsittelytiloissa ja pakataan 200 litran terästynnyreihin. Tynnyrien radioaktiivisuus mitataan gammaspektrometrilla. Aktiivisuussisällön perusteella tynnyreihin pakatut huoltojätteet joko loppusijoitetaan niitä varten rakennettuihin loppusijoitustiloihin tai vapautetaan ydinenergialain mukaisesta valvonnasta. Säteilyturvakeskuksen ydinturvallisuusohjeessa D.4 esitetään vapautettavan jätteen radioaktiivisuudelle asetetut raja-arvot, vapauttamisraja. Valvonnasta vapauttamisen jälkeen jätettä koskevat jätelain säädökset.

Esimerkiksi Loviisan ydinvoimalaitoksen valvonta-alueella syntyvästä huoltojätteestä vain pieni osa päätyy loppusijoitettavaksi. Metalliromusta yli 90 % vapautetaan valvonnasta ja toimitetaan kierrätykseen. Muusta huoltojätteestä noin 75 % vapautetaan valvonnasta, ja se sijoitetaan tällä hetkellä kaatopaikoille poikkeusluvilla, koska jätteitä ei ole saatu toimitettua esimerkiksi energiahyödyntämiseen.

Kaiken kaikkiaan valvonta-alueella muodostuva jäte on vain pieni osa ydinvoimalaitoksella muodostuvasta jätteestä. Suurin osa ydinvoimalaitoksella syntyvästä jätteestä on muuta kuin radioaktiivista jätettä, joka hyödynnetään materiaalina tai energiana, taikka toimitetaan vaarallisten jätteiden käsittelyyn.

Matala- ja keskiaktiivinen jäte



KUVA 5. Loviisan voimalaitoksella valvonta- ja tarkkailualueelta peräisin olevan jätteen jakautuminen eri käsittelytapoihin. Kaatopaikalle päätyvä jäte voitaisiin hyödyntää energiana. Lähde: Fortum, Loviisan voimalaitos.



KUVA 6. Loviisan ydinvoimalaitoksella käytössä oleva tynnyrimittauslaite. Laitteella saadaan määritettyä tynnyreihin pakattujen jätteiden eri radionuklidien aktiivisuudet. Kuva: Fortum, Loviisan voimalaitos.

5 Valvonnasta vapautetun jätteen poltto

Polttoprosessissa syntyy erilaisia tuhkia, kuonia ja savukaasujen puhdistusjätteitä, joilla on erilaisia jatkokäyttökohteita. Poltettavassa jätteessä olevat radioaktiiviset aineet eivät häviä poltossa, vaan ne päätyvät aineesta riippuen pääasiassa pohjakuonaan ja -tuhkaan tai lentotuhkaan. Jonkin verran niitä päätyy kattilatuhkaan sekä savukaasujen puhdistusjätteisiin. Merkityksettömän pieni osa vapautuu ilmakehään puhdistettujen savukaasujen mukana.

Valvonnasta vapautetun jätteen polton tuhkan radioaktiivisuus ei merkittävästi eroa muiden polttoaineiden, esimerkiksi yhdyskuntajätteen, kivihiilen, turpeen ja puun polton tuhkan luonnollisesta radioaktiivisuudesta. Polttoprosesseissa syntyvää tuhkaa ja kuonaa voidaan käyttää mm. rakennus- ja maanrakennusteollisuudessa, maisemointiin tai metsälannoitteen raaka-aineena, mikäli luonnonsäteilyä koskevat ehdot täyttyvät. Säteilyturvakeskus on asettanut raja-arvot rakennusmateriaalien radioaktiivisuudelle säteilylaissa ja Säteilyturvakeskuksen määräyksessä luonnonsäteilylle altistavassa toiminnassa STUK S/6/2022. Lisäksi materiaalien jatkokäytön osalta tulee huomioida mahdolliset muut haitta-aineet kuten raskasmetallit ja niitä koskeva lainsäädäntö.

Erilaisissa polttoaineissa olevien radioaktiivisten aineiden – joko luonnosta peräisin olevien tai keinotekoisien – vaikutuksia on arvioitu laskennallisesti. Laskelmissa on arvioitu säteilyaltistusta useissa vaihtoehtoisissa altistustavoissa, ja aktiivisuusrajat on asetettu niin, että pahimmassakaan tapauksessa valvonnasta vapautettavan jätteen tai sen polton tuhkan radioaktiivisuus ei aiheuta sitä käsitteleville työntekijöille tai väestölle 0,01 mSv ylittävää vuotuista säteilyannosta. Tämä vastaa noin kuudessadasosaa suomalaisen keskimääräisestä vuotuisesta säteilyannoksesta eli on merkityksetön ihmisten säteilyaltistuksen kannalta.

Edellä mainittuja laskelmia on esitetty lähdeluettelon dokumenteissa ja niiden perusteella on asetettu raja-arvoja kansainvälisiin standardeihin ja eri maiden kansallisiin säteilyturvallisuussäädöksiin.

Valvonnasta vapautettua polttokelpoista jätettä muodostuu Suomessa käytössä olevilta ydinlaitoksilta yhteensä tyypillisesti alle 100 tonnia vuodessa. Yhdyskuntajätettä poltetaan Suomessa vuosittain noin 1,9 miljoonaa tonnia. Valvonnasta vapautetun jätteen vaikutus yksittäisen polttolaitoksen tuhkan kokonaisradioaktiivisuuteen on hyvin pieni. Valvonnasta vapautetun jätteen poltto osana muun jätteen polttoa ei vaikuta tuhkan käyttömahdollisuuksiin.

Valvonnasta vapautetut jätteet kuuluvat jätelain soveltamisalaan. Säteilyturvakeskus valvoo niitä menettelyjä, joilla toiminnanharjoittajat vapauttavat jätteitä valvonnasta. Aktiivisuusrajat, joiden mukaan jätettä voi vapauttaa valvonnasta, perustuvat kattaviin laskelmiin siitä, millaista säteilyaltistusta valvonnasta vapautetussa jätteessä oleva vähäinen radioaktiivisuus voisi aiheuttaa erilaisissa tilanteissa, kun jätettä hyödynnetään tai loppukäsitellään. Jätteiden valvonnasta vapauttamisesta aiheutuva vuotuinen säteilyannos on alle 0,01 mSv eli murto-osa kansalaisten vuotuisesta säteilyaltistuksesta.



KUVA 7. Valvonnasta vapautettua puutavaraa odottamassa toimittamista jätteenkäsittelyyn.

Viitteet

Kansallisen ydinjätehuollon yhteistyöryhmän (YETI) loppuraportti, Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja, Energia 2019:39.
<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161762>

Säädöstö:

- Ydinenergialaki 990/1987
<https://www.stuklex.fi/fi/ls/19870990>
- Ydinenergia-asetus 161/1988
<https://www.stuklex.fi/fi/ls/19880161>
- Säteilylaki 859/2018, 11. luku Radioaktiiviset jätteet
<https://www.stuklex.fi/fi/ls/20180859>
- Jätelaki 646/2011
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110646>
- Valtioneuvoston asetus ionisoivasta säteilystä 1034/2018, 6. luku Jätteet ja päästöt
<https://www.stuklex.fi/fi/ls/20181034>
- Säteilyturvakeskuksen määräys vapaarajoista ja vapauttamisrajoista STUK SY/1/2018
<https://www.stuklex.fi/fi/maarays/stuk-sy-1-2018>
- Säteilyturvakeskuksen määräys radioaktiivisista jätteistä ja radioaktiivisten aineiden päästöistä avolähteiden käytössä STUK S/2/2019
<https://www.stuklex.fi/fi/maarays/stuk-s-2-2019>
- Säteilyturvakeskuksen määräys luonnonsäteilylle altistavasta toiminnasta STUK S/6/2022
<https://www.stuklex.fi/fi/maarays/stuk-s-6-2022>
- Ydinturvallisuusohje YVL-ohje D.4 Matala- ja keskiaktiivisten ydinjätteiden käsittely ja ydinlaitoksen käytöstäpoisto
<https://www.stuklex.fi/fi/ohje/YVLD-4>
- Ydinturvallisuusohje YVL-ohje C.2 Ydinlaitoksen työntekijöiden säteilysuojelu ja säteilyaltistuksen seuranta
<https://www.stuklex.fi/fi/ohje/YVLC-2>
- Valtioneuvoston asetus kaatopaikoista 331/2013
<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130331>

Artikkelit ja julkaisut

European Commission: Practical use of the concepts of clearance and exemption, Radiation Protection No. 122, Luxemburg, 1999

International Atomic Energy Agency: Application of the concept of Exclusion, Exemption and Clearance, IAEA Safety Standards Series No. RS-G-1.7.

International Atomic Energy Agency: Derivation of Activity Concentration Values for Exclusion, Exemption and Clearance. Safety Reports Series No. 44.

Artmann, A. et al.: Freigabekonzepte einer neuen Strahlenschutzverordnung nach Euratom- Grundnormen 2013 in der Anwendung GRS - 506

Kämäräinen Meerit, Kallio Antti, Turunen Jani: Bioenergian tuotannossa syntyvän tuhkan radioaktiivisuus, STUK, 2018

Kallio Antti, Virtanen Sinikka, Leikoski Niina, Iloniemi Eeva, Kämäräinen Meerit, Hildén Timo, Mattila Aleks. Radioactivity of residues from waste incineration facilities in Finland. Journal of Radiological Protection 2023, Volume 43, Number 2, 021502.
<https://doi.org/10.1088/1361-6498/acc596>



ISBN 978-952-309- 577-9 (pdf)
ISSN 1799-9472



STUK

Säteilyturvakeskus

Strålsäkerhetscentralen

Radiation and Nuclear Safety Authority

Jokiniemenkuja 1

01370 Vantaa

Puh. (09) 759 881

www.stuk.fi