



Työ- ja elinkeinoministeriö
Arbets- och näringsministeriet

Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huolto Suomessa

Sisällys

Esipuhe	3
1 Johdanto	5
2 Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huoltoa koskeva toimintapolitiikka.....	7
3 Väestön, ympäristön ja työntekijöiden turvallisuuden varmistaminen ionisoivan säteilyn aiheuttamilta vaaroilta	14
4 Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon kansallinen kehys.....	17
4.1 Suomalainen lainsäädäntöympäristö	17
4.2 Viranomaiset	19
4.3 Ydinenergialain ja säteilylain mukaiset lupaprosessit	20
4.4 Vastuu käytetystä ydinpolttoaineesta ja radioaktiivisista jätteistä.....	23
4.5 Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisten jätteiden luokittelu	24
5 Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen määrät ja arviot tulevista määristä.....	27
6 Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon periaatteet	30
6.1 Ydinlaitosten jätehuollon periaatteista tehdyt päätökset.....	31
6.2 Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen käsittelyn ja varastoinnin periaatteet.....	33
6.3 Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen loppusijoituksen periaatteet.....	35
7. Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon konseptit ja suunnitelmat sekä tekniset ratkaisut.....	37
7.1 Matala- ja keskiaktiivinen jäte.....	38
7.2 Käytetty ydinpolttoaine.....	41
7.3 Ydinlaitosten käytöstäpoistosta kertyvä radioaktiivinen jäte	44
7.4 Säteilytoiminnasta syntyvä radioaktiivinen jäte.....	45
8. Loppusijoituslaitosten sulkemisen jälkeistä aikaa koskevat konseptit ja suunnitelmat	47
9. Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon merkittävät virstanpylväät ja aikataulut.....	49
9.1 Käytetyn ydinpolttoaineen huollon virstanpylväät ja aikataulut	49
9.2 Ydinlaitoksissa syntyneen radioaktiivisen jätteen huollon virstanpylväät ja aikataulut	50
9.3 Käytetyn ydinpolttoaineen ja ydinlaitoksissa syntyneen radioaktiivisten jätteiden huollon kokonaisuikatauluun liittyy epävarmuuksia	51

9.4 Säteilytoiminnasta syntyvän radioaktiivisen jätteenhuollon virstanpylväät ja aikataulut.....	52
10. Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huoltoratkaisujen toteuttamiseksi tarvittava tutkimus- ja kehitystyö	54
10.1 Ydinenergian käytön toiminnanharjoittajien toteuttama tutkimus- ja kehitystyö	54
10.2 Valtion toteuttamat toimenpiteet tutkimus- ja kehitystyön edistämiseksi	55
10.3 Suomen osallistuminen kansainväliseen tutkimus- ja kehitystyöhön.....	56
10.4 Muu osaamisen säilyttämisen ja kehittäminen.....	56
11. Arvio kansallisen ohjelman kustannuksista sekä voimassa olevat rahoitusjärjestelyt	58
11.1 Käytetyn ydinpolttoaineen ja ydinenergian käytön yhteydessä syntyneen radioaktiivisen jätteen huollon kustannukset	58
11.2 Valtion varautumisjärjestelmä käytetyn ydinpolttoaineen ja ydinenergian käytön yhteydessä syntyneen radioaktiivisen jätteen huollon kustannuksiin.....	59
11.3 Muulla kuin ydinlaitoksissa syntyneiden radioaktiivisten jätteiden huollon kustannukset.....	60
12. Avoimuus ja yhteiskunnallinen hyväksyttävyyys käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollossa.....	62
12.1 Ydinenergian käytönoiminnanharjoittajan toiminnan avoimuus	62
12.2 Viranomaisen toiminnan avoimuus.....	63
12.3 Yhteiskunnallinen hyväksyttävyyys	65
13 Kansallisen ohjelman ympäristövaikutusten arviointi.....	66
14. Sopimukset jäsenvaltion tai kolmannen maan kanssa käytetyn ydinpolttoaineen tai radioaktiivisen jätteen huollosta tai loppusijoituslaitoksen käytöstä	67
15. Kansallisen ohjelman ylläpito ja kehittäminen sekä sen toteuttamista koskevat vastuut ja suorituskykyindikaattorit.....	68
15.1 Kansallisen ohjelman toteuttamista koskevat vastuut ja suorituskykyindikaattorit.....	68
15.2 Kansallisen ohjelman ylläpito ja kehittäminen.....	70
15.3 Kansallisen ohjelman ylläpitoa ja kehittämistä koskevat tavoitteet ja menetelmät.....	71
Lähteet.....	74
Liite 1 – Yhteenveto ensimmäisen kuulemisvaiheen lausunnoista ja mielipiteistä	77
Liite 2 – Yhteenveto toisen kuulemisvaiheen lausunnoista ja mielipiteistä.....	85

Esipuhe

Tämä asiakirja on käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen vastuullista ja turvallista huoltoa varten annetun Euroopan unionin neuvoston direktiivin (2011/70/Euratom) Suomen valtiolta edellyttämä käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huoltoa koskeva kokonaissuunnitelma eli kansallinen ohjelma. Tällä ohjelmalla annetaan tietoa viranomaisille, toiminnanharjoittajille, yhteisöille ja kansalaisille käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon tilanteesta ja suunnitelmista Suomessa. Nyt laadittu kansallinen ohjelma on järjestyksessään toinen. Ensimmäinen kansallinen ohjelma laadittiin vuonna 2015.

Kansallinen ohjelma täyttää edellä mainitun direktiivin 12 artiklan 1 kohdassa asetetut vaatimukset kansallisen ohjelman sisällöstä. Kansallisessa ohjelmassa käsitellään kuitenkin myös muita direktiivissä käsiteltyjä aiheita siten, että käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huoltoon liittyvistä aihealueista saa kokonaiskuvan. Lisäksi ohjelmassa esitetään kansallisen lainsäädännön eriytymisestä johtuvia eroavaisuuksia ydinlaitoksissa ja muualla syntyneiden radioaktiivisten jätteiden huollossa. Kansallisen ohjelman yhtenä keskeisenä tavoitteena on radioaktiivisten jätteiden huollon kehittäminen Suomessa.

Kansallisessa ohjelmassa noudatetaan pääosin direktiivin käyttämää terminologiaa, joka poikkeaa kansallisesti käytettävästä terminologiasta. Merkittävin ero on se, että kansallisessa lainsäädännössä käytetään käytetystä ydinpolttoaineesta ja ydinlaitoksissa syntyvistä radioaktiivisista jätteistä yhteistä termiä 'ydinjäte'. Direktiivissä vastaava termiä ei käytetä. Toisinaan kansallisessa ohjelmassa on tarpeen tarkentaa radioaktiivisen jätteen alkuperää, jolloin käytetään termejä 'ydinenergian käytöstä peräisin oleva radioaktiivinen jäte' ja 'säteilytoiminnasta peräisin oleva radioaktiivinen jäte'. Käytetystä ydinpolttoaineesta käytetään omaa termiä, vaikka käytetty ydinpolttoaine sisältääkin radioaktiivisia jätteitä.

Johdannon jälkeen luvussa 2 käsitellään käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon kansallista toimintapolitiikkaa (12 art.1. a). Luvussa 3 käsitellään väestön ja työntekijöiden turvallisuutta käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollossa sekä käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huoltoon liittyvää kansallista lainsäädäntöä. Luvussa 4 käsitellään muuta sääntelyä ja tärkeimpiä viranomaisorganisaatioita, eli direktiivin tarkoittamaa kansallista kehystä. Suomessa olevan käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen määriä sekä arvioita tulevista määristä käsitellään luvussa 5 (12 art.1. c).

Luvussa 6 edetään luvussa 2 käsitelystä kansallisesta toimintapolitiikasta kohti käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon periaatteita (luku 6) ja edelleen periaatteiden pohjalta laadittuja konsepteja, suunnitelmia ja teknisiä ratkaisuja käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon toteuttamiseksi jätteen syntymisestä sen loppusijoittamiseen saakka (luku 7, 12 art.1. d). Luvussa 8 käsitellään loppusijoituslaitosten sulkemisen jälkeistä aikaa koskevia konsepteja ja suunnitelmia (luku 8, 12 art.1. e).

Luvussa 9 käsitellään käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huoltoa koskevia päätavoitteita ja niihin liittyviä aikatauluja (12 art.1. b). Luvussa 10 käsitellään käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen edellä mainittujen ratkaisujen toteuttamiseksi tarvittavia tutkimus- ja kehitystoimia (12 art.1. f). Luvussa 11 esitetään arvio kansallisen ohjelman kustannuksista ja voimassa olevat rahoitusjärjestelyt (12 art.1. h).

Luvussa 12 käsitellään yhteiskunnallista hyväksyttävyyttä ja avoimuutta käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollossa (12 art.1. j). Luvussa 13 käsitellään käytetyn ydinpolttoaineen ja

radioaktiivisen jätteen huollon ympäristövaikutusten arviointia ja huomioon ottamista sekä yleisön tiedonsaantia ja osallistumismahdollisuuksia. Luvussa 14 käsitellään muiden jäsenvaltioiden tai kolmansien maiden kanssa tehtyjä mahdollisia sopimuksia käytetyn ydinpolttoaineen tai radioaktiivisen jätteen huollosta (12 art.1. k).

Lopuksi luvussa 15 käsitellään kansallisen ohjelman toteuttamista koskevia vastuita ja tärkeimpiä suorituskykyindikaattoreita, joilla kansallisen ohjelman edistymistä voidaan seurata (12 art.1. g). Lisäksi käsitellään kansallisen ohjelman ylläpitoa ja kehittämistä.

Suomessa käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon kansallisen ohjelman laativat työ- ja elinkeinoministeriö ja sosiaali- ja terveysministeriö yhteistyössä Säteilyturvakeskuksen kanssa. Käytännössä kansallista ohjelmaa laaditaan yhteistyössä toiminnanharjoittajien kanssa, ja toiminnanharjoittajat myös keskeisiltä osin toteuttavat kansallisen ohjelman toimintaa koskevan lainsäädännön mukaisesti.

Työ- ja elinkeinoministeriö

Sosiaali- ja terveysministeriö

Säteilyturvakeskus

Helsingissä, xxxkuussa 2021

1 Johdanto

Kansallinen ohjelma koskee kaikkea Suomessa syntynyttä käytettyä ydinpolttoainetta ja radioaktiivista jätettä. Suomessa käytettyä ydinpolttoainetta ja radioaktiivista jätettä syntyy pääosin normaaleissa käyttötilanteissa, mutta radioaktiivisia jätteitä voi syntyä myös mahdollisissa häiriö- ja onnettomuustilanteissa. Kansallisen ohjelman ensisijaisena tavoitetavoitteena on, että kaikesta Suomessa syntyvästä käytetystä ydinpolttoaineesta ja radioaktiivisesta jätteestä huolehditaan turvallisesti ja siten, että kaikki jätehuollon toimenpiteet jätteen syntymisestä sen loppusijoitukseen toteutetaan ilman aiheetonta viivytystä.

Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon kansallisen ohjelman laativat ja tarvittaessa päivittävät työ- ja elinkeinoministeriö ja sosiaali- ja terveysministeriö yhdessä Säteilyturvakeskuksen kanssa. Kansallinen ohjelma kuvaa käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon tavoitteet, viranomaisten asettamat turvallisuustavoitteet sekä pääosin toiminnanharjoittajilta saadut tiedot, suunnitelmat ja raportit jätehuollon toteuttamisesta ja niihin liittyvistä ratkaisuista. Toiminnanharjoittajat myös käytännössä keskeisiltä osin toteuttavat kansallisen ohjelman, sillä jokaisella toiminnanharjoittajalla on lakisääteinen vastuu oman toiminnan yhteydessä tai seurauksena syntyneen käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollosta.

Suomessa syntyneen käytetyn ydinpolttoaineen ja ydinenergian käytöstä peräisin olevan radioaktiivisen jätteen huoltoa ohjattiin aluksi pelkästään ydinvoimalaitosten käyttö lupiin asetetuilla lupaehdoilla, kunnes valtioneuvosto vuonna 1983 laati käytetyn ydinpolttoaineen ja ydinenergian käytöstä peräisin olevan radioaktiivisen jätteen huollon periaatteellisen ohjelman aikataulutavoitteineen (21/813/83 KTM, 28.11.1983) [1]. Tällä valtioneuvoston päätöksellä onkin ollut merkittävä ohjaava vaikutus käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisten jätteiden huollon tutkimus-, selvitys- ja suunnittelutyössä. Vuonna 1991 kauppa- ja teollisuusministeriö (nyk. työ- ja elinkeinoministeriö) [2] täsmensi vuoden 1983 valtioneuvoston päätöstä mm. käytetyn ydinpolttoaineen kotimaisen loppusijoitusratkaisun kehittämisestä, mutta säilytti tältä osin vuoden 1983 päätöksen aikataulutavoitteen.

Käytetyn ydinpolttoaineen ja ydinenergian käytöstä peräisin olevan radioaktiivisen jätteen huollon ohjaukseen ovat vuosien varrella vaikuttaneet myös useat lainsäädäntöön tehdyt muutokset, joista merkittävimpana voidaan pitää vuonna 1994 tehtyä muutosta, joka päätti käytetyn ydinpolttoaineen viennin ulkomaille vuoden 1996 jälkeen, mikä kiihdytti käytetyn ydinpolttoaineen kotimaisen loppusijoitusratkaisun kehittämistä. Suomen EU-jäsenyyden ja vuonna 2011 voimaan tulleen Euroopan unionin neuvoston direktiivin 2011/70/Euratom (jäljempänä direktiivi) myötä Suomessa valmistui kesällä 2015 ensimmäinen nykymuotoinen kansallinen ohjelma [3].

Tällä kansallisella ohjelmalla jatketaan edellä mainituissa päätöksissä ja ohjelmissa alkanutta tavoitteiden asettamista ja toteuttamista. Kansalliseen ohjelmaan sisältyvät kaikki ne aiemmissa päätöksissä ja ohjelmissa kuvatut toimenpiteet, joita ei vielä ole toteutettu. Toimenpiteistä on käytännössä toteuttamatta vain käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitustoiminnan aloittaminen. Lisäksi ydinvoimalaitosten käytöstäpoistaminen ja loppusijoituslaitosten laajentaminen käytöstäpoistossa ja purkamisessa syntyvälle radioaktiiviselle jätteelle ei ole tullut vielä ajankohtaiseksi. Tarkoituksena on, että kaikki käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huoltoon liittyvät tämänhetkiset tavoitteet ja periaatteet sisältyvät tähän ohjelmaan, eikä aiempiin asiakirjoihin tarvitse enää viitata. Lisäksi kansallisessa ohjelmassa asetetaan uusia tavoitteita tulevaisuuteen.

Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon kansallinen ohjelma voi muuttua toimintaympäristön muuttuessa, minkä vuoksi kansallista ohjelmaa on pidettävä aktiivisesti yllä. Kansalliseen ohjelmaan vaikuttavat pääosin käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon kehittyminen Suomessa, mutta myös muissa valtioissa tapahtuvilla muutoksilla voi olla vaikutusta

Suomen käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon kansalliseen ohjelmaan. Ohjelmaa kehitetään myös vastaamaan kansainvälisten sopimusten ja direktiivien velvoitteita.

Suomessa suurimpia ydinenergian tuottajia ovat Fortum Power and Heat Oy (Fortum), jolla on käynnissä oleva ydinvoimalaitos Loviisan Hästholmenilla ja Teollisuuden Voima Oyj (TVO), jolla on käynnissä oleva ydinvoimalaitos Eurajoen Olkiluodossa. Ydinvoimalaitokset tuottavat myös valtaosan Suomessa syntyvästä käytetystä ydinpolttoaineesta ja radioaktiivisesta jätteestä. Olkiluodossa sijaitsee myös TVO:n ja Fortumin vuonna 1995 perustama Posiva Oy (Posiva), jonka tehtävänä on suunnitella ja toteuttaa omistajiensa käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus.

Suomeen on suunnitteilla myös kolmas ydinvoimalaitos, jota Fennovoima Oy (Fennovoima) suunnittelee Pyhäjoen Hanhikivenniemelle. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:n (VTT) Espoon Otaniemessä sijaitsevaa tutkimusreaktoria käytettiin pitkään pääosin tutkimus- ja koulutustarkoituksiin, mutta reaktori on lopullisesti suljettu, sen käytetty ydinpolttoaine on jo poistettu ja VTT on siirtymässä tutkimusreaktorin purkamiseen.

VTT on myös merkittävä säteilyn käyttäjä Suomessa. VTT:llä on Espoon Otaniemessä Ydinturvallisuustalo, jonne VTT on keskittänyt aktiivisten materiaalien tutkimuslaboratorionsa. Säteilytoimintaa on lisäksi teollisuudessa, tutkimuslaitoksissa, yliopistoissa ja terveydenhuollossa. Radioaktiivisia aineita sisältäviä umpilähteitä on käytössä teollisuudessa toiminnanharjoittajilla noin 6000 kappaletta. Umpilähteellä tarkoitetaan radioaktiivisia nuklideja sisältävää säteilylähdettä, jonka rakenne tai ominaisuudet estävät radioaktiivisen aineen leviämisen ympäristöön. Umpilähteistä tulee radioaktiivista jätettä niiden käytön päätyttyä.

Muita toiminnanharjoittajia, joilla on laajamittaisempaa säteilyn käyttöä ja joiden toiminnasta ja erityisesti toiminnan päättyessä voi aiheutua radioaktiivisia jätteitä, on esimerkiksi Jyväskylän yliopiston kiihdytinlaboratorio, Helsingin yliopiston fysiikan osaston kiihdytinlaboratorio ja kemian osaston radiokemian tutkimusryhmien käytössä olevat tilat, etenkin hiukkaskiihdytin. Turussa Åbo Akademiella hiukkaskiihdytin, jonka käyttö on päättymässä. Radiolääkkeiden valmistukseen käytettäviä radionuklideja tuotetaan syklotroneilla Turussa toimivassa valtakunnallisessa PET-keskuksessa, Pohjois-Savon sairaanhoitopiirin kuntayhtymän Kuopion Yliopistollisessa sairaalassa, Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin kuntayhtymän syklotroniyksikössä Helsingissä ja MAP Medical Technologies Oy:lla (Curium Pharma) Helsingissä. HUS:lla on Helsingissä käytössä boorineutronikaappaushoitoon soveltuva neutronikiihdytin ja hoitoihin käytettävät tilat. Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiirin kuntayhtymällä on aikaisemmin sädehoidossa käytettyjä korkea-aktiivisia koboltilähteitä, jotka odottavat käytöstä poistoa.

2 Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huoltoa koskeva toimintapolitiikka

Suomessa syntyy käytettyä ydinpolttoainetta ydinvoimalaitosten käytön yhteydessä. Radioaktiivisia jätteitä syntyy ydinvoimalaitosten ja muiden ydinlaitosten käytössä sekä vähäisempiä määriä myös teollisuudessa, terveydenhuollossa ja tutkimuslaitoksissa. Kansallisessa ohjelmassa **radioaktiivisena jätteenä** pidetään ydinenergian ja säteilyn käytössä tai muussa säteilytoiminnassa syntynyttä jätettä, jonka sisältämä radioaktiivisen aineen määrä ylittää asetetun vapauttamisrajan ja jota ei ole vapautettu valvonnasta. Lisäksi käytetystä ydinpolttoaineesta käytetään omaa termiä, vaikka käytetty ydinpolttoaine sisältääkin radioaktiivisia jätteitä.

Nykyisten suunnitelmien mukaan Suomessa ydinlaitosten käyttö jatkuu vielä vuosikymmeniä. Myös radioaktiivisia aineita sisältävien säteilylähteiden käyttö teollisuudessa, terveydenhuollossa ja tutkimuslaitoksissa jatkuu. Käytettyä ydinpolttoainetta ja radioaktiivisia jätteitä syntyy Suomessa merkittäviä määriä siis myös tulevana vuosikymmeninä.

Käytettyä ydinpolttoainetta ja radioaktiivista jätettä syntyy pääosin **normaaleissa käyttötilanteissa**. Kansallinen ohjelma kattaa myös mahdolliset erilaisissa **häiriötilanteissa ja onnettomuuksissa** syntyneet radioaktiiviset jätteet. Näiden jätteiden osalta on oleellista, että Suomessa on varauduttu erilaisissa tilanteissa syntyviin radioaktiivisiin jätteisiin ja niiden käsittelyyn, varastointiin ja loppusijoittamiseen on olemassa vähintään yleispiirteiset suunnitelmat.

Syntyvän radioaktiivisen jätteen määrään voidaan vaikuttaa. Jätehuollon johtavan periaatteen mukaan käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen **määrä on pidettävä niin pienenä kuin kohtuudella käytännöllisin toimenpitein on mahdollista**. Periaate koskee sekä käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen määrää että sen aktiivisuutta. Jättemäärän minimointi ei kuitenkaan saa vaarantaa toiminnan turvallisuutta.

Suomessa syntyneestä käytetystä ydinpolttoaineesta ja radioaktiivisesta jätteestä on **huolehdittava Suomessa**. Valtiolla on kuitenkin muutamissa erityistapauksissa mahdollisuus poiketa tästä periaatteesta silloin, kun käytetyn ydinpolttoaineen tai radioaktiivisen jätteen määrä on vähäinen ja siitä voidaan huolehtia ulkomailla hyväksyttäväksi arvioidulla tavalla. Suomeen ei saa tuoda ulkomailta käytettyä ydinpolttoainetta tai radioaktiivista jätettä käsiteltäväksi, varastoitavaksi tai loppusijoitettavaksi. Suomesta saa kuitenkin viedä käytöstä poistetun säteilylähteen (esimerkiksi umpilähteen palautus valmistajalle), mutta säteilylähdettä, joka on valmistettu muualla kuin Suomessa, ei saa tuoda tai siirtää Suomeen radioaktiiviseksi jätteeksi.

Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon **perimmäinen tavoite** on suojella väestöä ja ympäristöä ionisoivan säteilyn aiheuttamilta vaaroilta. Tämän vuoksi käytetty ydinpolttoaine ja radioaktiivinen jäte eristetään ihmisten elinympäristöstä niin pitkäksi aikaa, ettei se enää aiheuta vaaraa. Jätehuollon vaikutuksia väestölle ja ympäristölle arvioidaan säännöllisesti ja merkittäviä ympäristövaikutuksia pyritään ehkäisemään ja lieventämään. Jätehuollon toimenpiteet toteutetaan siten, että väestöä ja työntekijöitä suojellaan ionisoivalta säteilyltä säteilysuojelun yleisten periaatteiden mukaisesti luvussa 3 esitetyllä tavalla.

Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen **eristäminen elinympäristöstä** toteutetaan loppusijoittamalla käytetty ydinpolttoaine ja radioaktiivinen jäte. Ennen loppusijoitusta käytettyä ydinpolttoainetta ja radioaktiivista jätettä käsitellään ja varastoidaan laitospaikoilla. Radioaktiivisen jätteen varastoinnilla ja erilaisilla käsittelymenetelmillä voidaan pienentää loppusijoitettavien jätteiden

tilavuutta ja aktiivisuutta. Loppusijoitettavat radioaktiiviset jätteet pyritään loppusijoittamaan mahdollisimman nopeasti. Loppusijoitus suunnitellaan ja toteutetaan siten, että loppusijoituksen jälkeen käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen turvallisuus toteutuu ilman aktiivisia toimenpiteitä eli passiivisesti.

Suomessa käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon menetelmien kehitys ja toteutus on päätetty toteuttaa pääosin jätettä **tuottavien sukupolvien aikana**. Radioaktiivisen jätteen loppusijoitusta on tehty Suomessa jo vuosikymmeniä, ja Suomella on ratkaisu myös käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamiseen. Näin ollen kohtuutonta rasiitetta ei jätetä tuleville sukupolville, vaikka loppusijoitustoiminta jatkuukin vielä useiden sukupolvien ajan johtuen ydinennergian käytön jatkumisesta ja käytetyn ydinpolttoaineen jäähdyttämisen vaatimista pitkistä väliarastointiajoista.

Käytetyn ydinpolttoaineen ja ydinennergian käytöstä syntyvän radioaktiivisen jätteen huollon ja rahoituksen vastuut asetettiin jo vuonna 1978 tehdyssä valtioneuvoston päätöksessä [4]. Suomen valtiolla on **perimmäinen vastuu** Suomessa syntyneen käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollosta. Suomen valtiolla ei kuitenkaan ole jätehuolto-organisaatiota, vaan **ensisijainen vastuu** käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollosta on sillä, jonka toiminnassa käytettyä ydinpolttoainetta tai radioaktiivista jätettä syntyy. Kukin toiminnanharjoittaja huolehtii käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen loppusijoittamisesta itse tai yhteistyössä muiden toiminnanharjoittajien kanssa. Säteilyn käytössä syntyneen radioaktiivisen jätteen osalta valtio ja TVO ovat sopineet radioaktiivisen jätteen loppusijoittamisesta ydinvoimayhtiön voimalaitosalueella olevaan radioaktiivisen jätteen loppusijoituslaitokseen. Myös käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitushankkeen taustalla on Fortumin ja TVO:n välinen yhteistyö.

Valtion perimmäisen vastuun vuoksi valtio ohjaa ja valvoo käytettyä ydinpolttoainetta ja radioaktiivisia jätteitä tuottavia toimintoja sekä huoltoa koko niiden elinkaaren ajan. Valtio, eli valtioneuvosto tai muut viranomaiset, myöntää **luvat** käytettyä ydinpolttoainetta ja radioaktiivista jätettä aiheuttavaan toimintaan sekä niiden hallussapitoon, käsittelyyn, varastointiin ja loppusijoittamiseen. Valtio päättää myös käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon periaatteista. Valtio edellyttää ydinennergian käyttöä harjoittavalta toiminnanharjoittajalta määrävällein periaatteiden mukaisia **suunnitelmia**. Valtio valvoo toimintaa ja suunnitelmien toteutumista.

Toiminnanharjoittaja huolehtii kaikista käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon toimenpiteistä ja niiden asianmukaisesta valmistelemisestä. Lisäksi toiminnanharjoittaja vastaa ydinennergian käytöstä peräisin olevan radioaktiivisen jätteen loppusijoittamisesta aina loppusijoituslaitoksen sulkemiseen saakka. Loppusijoituslaitoksen sulkemisen jälkeen vastuu loppusijoitetusta käytetystä ydinpolttoaineesta ja radioaktiivisesta jätteestä siirtyy valtiolle.

Suomessa käytettyä ydinpolttoainetta ja radioaktiivista jätettä toimintansa yhteydessä tuottava toiminnanharjoittaja vastaa jätehuollon toimenpiteiden **kustannuksista** täysimääräisesti. Valtion tehtävänä on varmistaa, että käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huoltoon on käytettävissä asianmukainen rahoitus. Valtio varmistuu tästä keräämällä käytetyn ydinpolttoaineen ja ydinennergian käytössä syntyneen radioaktiivisen jätteen osalta varoja Valtion ydinjätehuoltorahastoon. Muiden radioaktiivisten jätteiden osalta toiminnanharjoittaja asettaa tarvittaessa vakuuden.

Suomen ydinlaitoksia koskeva **lupajärjestelmä on vaiheittainen**, ja hankkeen suunnitelmien edellytetään kehittyvän lupavaiheiden edetessä. Luvanhakijan on jokaisessa lupavaiheessa esitettävä suunnitelma

käytetyn ydinpolttoaineen ja ydinenergian käytössä syntyvän radioaktiivisen jätteen huollosta. Lupa voidaan myöntää vain, jos lainsäädännössä asetetut luvan myöntämisen edellytykset täyttyvät.

Jos lupa-asia koskee yleiseltä merkitykseltään huomattavan ydinlaitoksen, esimerkiksi loppusijoituslaitoksen rakentamista, päätetään ensimmäisessä vaiheessa laitoksen tarpeellisuudesta perustuen yhteiskunnan kokonaisuuteen (**periaatepäätös**). Laitoksen sijaintikunnan myönteinen lausunto on ehdoton edellytys periaatepäätöksen tekemiselle. Periaatepäätöstä ei myöskään voida tehdä, jos esiin on tullut seikkoja, jotka osoittavat, ettei ole riittäviä edellytyksiä rakentaa laitosta turvallisesti. Valtioneuvoston periaatepäätös, jossa hankkeen katsotaan olevan yhteiskunnan kokonaisedun mukainen, saatetaan eduskunnan käsiteltäväksi, joka voi kumota päätöksen tai jättää sen kumoamatta.

Jos laitoksen rakentaminen on nähty yhteiskunnan kokonaisedun mukaiseksi, arvioidaan seuraavassa vaiheessa rakentamistoiminnan edellytyksiä ja mahdollisuuksia rakentaa laitos turvallisesti (**rakentamislupa**). Tämän jälkeen arvioidaan laitoksen käyttötoiminnan edellytyksiä ja laitoksen käytön turvallisuutta (**käyttölupa**). Käyttötoiminnan viimeisinä vuosina arvioidaan laitoksen käytöstä poistamisen tai sulkemisen edellytyksiä ja turvallisuutta (**käytöstäpoistolupa tai sulkeminen käyttöluvalla**).

Ydinlaitosten lupamenettelyt toteutetaan käyttäen **näyttöön perustuvaa ja dokumentoitua päätöksentekoprosessia**. Lupapäätökset tehdään perustuen luvanhakijan hakemukseen ja hakemuksesta saatuihin lausuntoihin. Käytetyn ydinpolttoaineen ja ydinenergian käytössä syntyneen radioaktiivisen jätteen käsittelyn, varastoinnin ja loppusijoituksen osalta päätöksentekoprosessin laajuus ja turvallisuuden arviointi toteutetaan suhteessa käsiteltävän jätteen turvallisuusmerkitykseen (graded approach). Valvovan turvallisuusviranomaisen päätökset ja lausunnot perustuvat turvallisuusarvioinnin tuloksiin, tietoihin kyseisen arvioinnin varmuudesta ja luotettavuudesta sekä jatkuvan valvonnan havaintoihin.

Suomessa on ohjattu käytetyn ydinpolttoaineen ja ydinenergian käytöstä syntyneen radioaktiivisen jätteen huoltoa lisäämällä ydinvoimalaitosten käyttöluviin **lupaehtoja**. Valtio asetti jo ensimmäisissä vuoden 1978 ydinvoimalaitosten käyttöluvissa ehtoja radioaktiivisen jätteen huollon suunnittelulle [4]. Myös valtioneuvoston vuoden 1983 päätös käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon tutkimus-, selvitys- ja suunnittelutyön tavoitteista ja aikatauluista sisällytettiin samana vuonna myönnettyihin käyttöluviin. Ydinvoimalaitosten käyttöluvut olivat aluksi vain muutamien vuosien pituisia, sillä valtio piti tärkeänä käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon kehittämistä jo toiminnan alkuvuosikymmenistä alkaen.

Valtioneuvoston vuoden 1983 päätöksellä käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon tutkimus-, selvitys- ja suunnittelutyön tavoitteista ja aikatauluista on ollut merkittävä ohjaava vaikutus käytetyn ydinpolttoaineen ja ydinenergian käytössä syntyvien radioaktiivisten jätteiden huollon kehittymiseen Suomessa. Päätöksen aikataulua on noudatettu hyvin, vaikka samalla ydinvoimalaitoshankkeita, uudenlaista käytettyä ydinpolttoainetta ja radioaktiivista jätettä on tullut lisää huolehdittavaksi.

Valtioneuvoston vuoden 1983 päätöksessä esitettiin käytetyn ydinpolttoaineen huollon osalta kaksi vaihtoehtoa. Ensimmäisenä vaihtoehtona oli hyödyntää kansainvälisiä, keskitettyjä loppusijoitusratkaisuja ja sellaisia sopimusjärjestelyjä, joilla jälleenkäsittelyjätteet tai käytetty ydinpolttoaine sellaisenaan olisi voitu sijoittaa peruuttamattomasti ulkomaille. Jos tämä ei onnistuisi, ydinvoimayhtiöiden oli varauduttava Suomessa tapahtuvaan, turvallisuus- ja

ympäristönsuojeluvaatimukset täyttävään käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamiseen noin vuodesta 2020 lähtien.

Käytetyn ydinpolttoaineen vienti pois Suomesta kiellettiin ydinenergialain muutoksella vuonna 1994, ja vienti päättyi vuonna 1996. Tapahtumat johtivat ydinvoimayhtiöiden yhteisen käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusyhtiön perustamiseen vuonna 1995. Yhtiön tehtäväksi asetettiin kotimaisen loppusijoitusratkaisun kehittäminen ja toteuttaminen. Kotimaisen loppusijoitusratkaisun osalta valtioneuvoston vuoden 1983 päätöksen mukaan ydinvoimayhtiöiden tuli selvittää ja valita käytetyille ydinpolttoaineelle loppusijoituspaikka Suomesta vuoden 2000 loppuun mennessä. Lisäksi oli varauduttava esittämään tarvittavat suunnitelmat kapselointilaitoksesta ja loppusijoitustiloista niiden rakentamista varten. Rakentamissuunnitelmien laatimisaikataulua täsmennettiin vuonna 2003 siten, että ne tuli esittää vuoden 2012 loppuun mennessä [5].

Valtioneuvoston vuoden 1983 päätöksessä asetettiin ydinenergian käytössä syntyvän radioaktiivisen jätteen huollon lähtökohdaksi, että jätteet käsitellään, varastoidaan ja **loppusijoitetaan Suomessa**. Tavoitteeksi asetettiin, että voimalaitosjätteen loppusijoituslaitokset voidaan tarvittaessa ottaa käyttöön vuoden 1992 loppuun mennessä. Myös ydinlaitosten purkamisesta syntyvä radioaktiivinen jäte oli varauduttava sijoittamaan rakennettaviin loppusijoitustiloihin.

Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollossa on Suomessa tehty joitakin **kansainvälisten direktiivien ja sopimusten mahdollistamia kansallisia valintoja**. Yksi merkittävimmistä valinnoista on polttoainekiertoa koskeva toimintamalli: Suomessa käytettyä ydinpolttoainetta pidetään radioaktiivisena jätteenä, joka loppusijoitetaan Suomeen. Suomen lainsäädännössä kielletään käytetyn ydinpolttoaineen vienti ja vastaavasti tuonti, jolloin käytetyn ydinpolttoaineen lähettäminen ulkomaille esimerkiksi jälleenkäsiteltäväksi ei ole mahdollista. Poikkeuksen muodostaa tutkimuskäyttöön tarkoitettu käytetty ydinpolttoaine, jonka määrä on ollut hyvin vähäinen.

Suomessa tulee myöhemmin harkittavaksi, tarvitaanko yhteiskunnan kokonaisedun kannalta useampaa kuin yhtä käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitosta. Suomella on kuitenkin olemassa **loppusijoitusmenetelmä**, jota voidaan hyödyntää mahdollisissa myöhemmin rakennettavissa käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksissa.

Suomessa käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollossa korostuu **turvallisuuden ensisijaisuus**. Ydinlaitosten turvallisuutta, jätehuolto mukaan lukien, arvioidaan rakentamis- ja käyttöluopua haettaessa, laitosmuutosten yhteydessä sekä määräaikaisten turvallisuusarviointien yhteydessä. Turvallisuusarvioinnissa on osoitettava, että ydinlaitos on suunniteltu ja toteutettu turvallisuusvaatimusten mukaisesti. Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen loppusijoituksen osalta arvioidaan myös sen pitkäaikaisturvallisuutta. Pitkäaikaisturvallisuutta koskeva arviointi esitetään turvallisuusperustelussa, jossa arvioidaan loppusijoituslaitoksen sulkemisen jälkeisiä loppusijoitusjärjestelmän kehityskulkuja ja niihin liittyvien radioaktiivisten aineiden päästöjä laskennallisilla analyyseillä sekä muilla täydentävillä tarkasteluilla. Turvallisuusviranomaiset toteuttavat turvallisuuden jatkuvaa valvontaa.

Ydinlaitosten käytön päättyessä laitoksen radioaktiiviset rakenteet, järjestelmät ja laitteet puretaan ja syntyvät radioaktiiviset jätteet loppusijoitetaan. Jo **laitoksen suunnittelussa on varauduttava laitoksen käytöstä poistamiseen**, jolloin suunnitteluratkaisuissa voidaan ottaa huomioon käyttövaiheen vaikutukset järjestelmiin, laitteisiin ja rakenteisiin, esimerkiksi välttämällä voimakkaasti radioaktiivisiksi

muuttuvia materiaaleja, ja siten vähentämään syntyvien radioaktiivisten jätteiden määrää tai aktiivisuutta.

Ydinlaitoksen käytöstäpoisto voi Suomessa perustua joko **välittömään tai viivästettyyn käytöstäpoistostrategiaan**. Välittömässä käytöstäpoistossa ydinlaitoksen purkaminen aloitetaan mahdollisimman pian laitoksen lopullisen sulkemisen jälkeen. Viivästetyssä käytöstäpoistossa ydinlaitosta säilytetään pysyvässä sammutustilassa pitkiä aikoja, jopa kymmeniä vuosia, ennen purkamisen aloittamista. Suomessa ydinenergialainsäädännön näkökulmasta käytöstäpoisto kohdistuu vain ydinlaitoksen radioaktiivisten rakenteiden, järjestelmien ja laitteiden purkamiseen, jolloin käytöstäpoiston lopputuloksena ydinlaitoksen alueelle jää rakennuksia (ns. brownfield-periaate). Rakennukset voidaan ottaa käytöstäpoiston jälkeen muuhun toimintaan, esimerkiksi teollisuus- ja varastointikäyttöön. Toisena vaihtoehtona on purkaa kaikki laitosalueen rakennukset ja rakenteet ja siten saattaa laitosalue vastaamaan luonnontilaa (ns. greenfield-periaate).

Toiminnanharjoittaja valitsee ydinlaitoksilleen sen toimintaan parhaiten soveltuvan käytöstäpoistostrategian. Koska käytetyn polttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon toimenpiteitä ei saa tarpeettomasti viivästyttää, on **viivästetyn käytöstäpoistostrategian** valinnalle oltava perusteet. Perusteena voivat olla esimerkiksi purkutyöstä aiheutuvan säteilyannoksen pienentäminen, yhteisten jätehuoltoratkaisujen käyttäminen tai peräkkäin toteutettavien purkuhankkeiden hyödyt osaamisen ja kokemusten hyödyntämisessä.

Suomessa on valittu, että ydinlaitosten purkamisen yhteydessä syntyvät radioaktiiviset jätteet loppusijoitetaan käytön aikana syntyneiden radioaktiivisten jätteiden kanssa **samaan loppusijoituslaitokseen**. Tämä tarkoittaa käyttövaiheen aikaisen loppusijoituslaitoksen laajentamista, sillä kalliotiloja on tarkoituksenmukaista rakentaa vain kullakin hetkellä tarvittava määrä.

Suomessa lainsäädäntö mahdollista myös hyvin matala-aktiivisen jätteen loppusijoittamisen **maaperään** rakennettavaan loppusijoituslaitokseen. Tällainen maaperäloppusijoitusratkaisu voi toteutuessaan vähentää kallioperään loppusijoittavan radioaktiivisen jätteen määrää ja siten pienentää kallioperään rakennettavan loppusijoituslaitoksen tilavuutta merkittävästi.

Suomessa radioaktiivista jätettä voidaan myös **vapauttaa valvonnasta**, jos sen aktiivisuus tai aktiivisuuspitoisuus on alle asetetun vapauttamisrajan. Tällöin jätettä käsitellään kuten muutakin tavanomaista jätettä, ja se mahdollisuuksien mukaan käytetään uudelleen, kierrätetään tai hyödynnetään muulla tavoin, esimerkiksi polttamalla, tai viimeisenä vaihtoehtona sijoitetaan kaatopaikalle. Menettelyllä on merkitystä, sillä oikein mitoitetuilla käsittelyratkaisulla ja jätteiden luokittelulla säästetään resursseja radioaktiivisten jätteiden turvalliseen käsittelyyn, varastointiin ja loppusijoittamiseen.

Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huolto vaatii merkittävää asiantuntemusta. **Osaamisen ylläpitäminen ja kehittäminen** ovat olennainen osa korkean turvallisuustason varmistamista. Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon kannalta keskeinen osaaminen tulee säilyttää Suomessa. Keskeisten osaamisalueiden tunnistaminen ja olemassa olevan osaamisen kartoittaminen ovat viranomaisen tehtäviä. Vastuu ydinlaitosten henkilöstön osaamisen ylläpidosta ja kehittämisestä on kuitenkin toiminnanharjoittajalla.

Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon osaamista on laajasti myös teknisissä tukiorganisaatioissa, yliopistoissa, korkeakouluissa ja suunnittelu- ja kehitystehtäviä tekevissä yrityksissä. Osaamisen ylläpidon ja kehittämisen keinot voivat olla erilaisia, esimerkiksi osallistumista tutkimus- ja kehityshankkeisiin kansallisesti tai kansainvälisesti, kansallisen osaamisen tuotteistamista ja myyntiä sekä

osallistumista erilaisiin yhteistyöhankkeisiin. Myös viranomaisten osaamisen ylläpitäminen ja kehittäminen on tärkeää.

Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon toteuttamisen edellytys on toiminnan **yhteiskunnallinen hyväksyttävyy**s. Yhteiskunnallinen hyväksyttävyy on monitahoinen käsite, joista yksi keskeisimmistä aiheista liittyy toiminnan turvallisuuteen. Yhteiskunnalliseen hyväksyttävyyteen liittyy myös toiminnanharjoittajan ja viranomaisten toiminnan avoimuus. Avoimuutta on esimerkiksi toimiva viestintä yleisölle. Viranomaistoiminnassa avoimuutta on myös kaikkien asianosaisten sidosryhmien, paikallisviranomaisten ja kansalaisten mahdollisuudet osallistua päätöksentekoprosesseihin kansallisten ja kansainvälisten säännösten mukaisesti.

Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollossa on Suomessa myös **haasteita**. Samalla kun edellä mainittu vuonna 1983 tehty päätös ohjasi käynnissä olevien ydinvoimalaitosten tutkimus-, selvitys- ja suunnittelutyötä, se myös eriytti ydinvoimalaitoshankkeet erilleen Suomessa syntyvän radioaktiivisen jätteen huollon kokonaisuudesta. Terveysturvallisuudessa, tutkimuslaitoksissa ja teollisuudessa syntyvien radioaktiivisten jätteiden huollolle ei kuitenkaan laadittu vastaavaa tutkimus-, selvitys- ja suunnittelutyötä koskevaa päätöstä.

Säteilytoiminnassa syntyvä radioaktiivinen jäte, jota ei voida vapauttaa valvonnasta, **varastoidaan valtion hallinnoimassa pienjätevarastossa** Olkiluodossa ja loppusijoitetaan Olkiluodon matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoituslaitokseen. Suurin osa pienjätevarastoon toimitettavista umpilähteistä voidaan loppusijoittaa Olkiluodossa. Mukana on kuitenkin joitakin korkea-aktiivisia lähteitä, tiettyjä radionuklideja sisältäviä jätteitä tai muutoin ominaisuuksiltaan haasteellisia jätteitä, joiden loppusijoittaminen Olkiluotoon voimalaitosjätteen joukkoon ei ole mahdollista. Jätteitä säilytetään, kunnes niille on olemassa soveltuva loppusijoitusratkaisu.

Vaikka vastuu näiden radioaktiivisten jätteiden huollosta ja loppusijoittamisesta on ensisijaisesti jätettä tuottavalla toiminnanharjoittajalla, kunkin toimijan oman loppusijoituslaitoksen perustaminen ei ole tarkoituksenmukaista eikä kustannustehokasta, sillä tällaisen radioaktiivisen jätteen määrät ovat vähäisiä. Tavoitteena voidaankin pitää ensisijaisesti radioaktiivisen jätteen loppusijoitusratkaisujen kehittämistä ja loppusijoittamista yhteistyönä ydinenergian käytön toiminnanharjoittajien kanssa.

Vuonna 2018 voimaan tullessa uudessa säteilylaissa otettiin huomioon myös jätteet, jotka eivät ole radioaktiivista jätettä, mutta jonka jätehuollossa säteilyturvallisuus on tarpeen huomioida. Tällaista jätettä voi syntyä esimerkiksi laaja-alaisen laskeumatilanteen jälkeisessä ympäristön puhdistuksessa. Tällaisia jätteitä voi syntyä myös esimerkiksi kaivos- ja rikastustoiminnassa, jossa malmi, sivukivi tai rikastusjätteet sisältävät tavanomaista suurempia määriä luonnon radioaktiivisia aineita. Tällaisia luonnon radioaktiivisia aineita sisältäviä jätteitä kutsutaan vakiintuneesti myös nimellä **NORM-jäte** (Naturally Occuring Radioactive Material).

Muut kuin radioaktiiviset jätteet loppukäsittellään ensisijaisesti jäte- ja ympäristönlainsäädännön vaatimusten perusteella, eli jätteen luokittelu ja perusmäärittely, esikäsittely- ja loppukäsittelytapa sekä jätealueen luokka määritetään ensisijaisesti niiden mukaisesti. Jätteille, jotka eivät ole säteilylain mukaista radioaktiivista jätettä, mutta joiden jätehuollossa pitää huomioida säteilyturvallisuus (luonnonsäteilylle altistavassa toiminnassa ja suojelutoimien toteuttamisessa syntynyt jäte, jonka aktiivisuuspitoisuus on suurempi kuin säteilylaissa tarkoitettu vapauttamisraja), tulee em. loppukäsittelytavalle olla lisäksi Säteilyturvakeskuksen (STUK) hyväksyntä. Loppukäsittelytapa hyväksytään, jos siitä aiheutuva laskennallinen säteilyaltistus on vähäistä, eli altistus on viitearvoja pienempää.

Tällaista jätettä muodostavan tahon tulee tehdä säteilyaltistuksen arviointi ennen jätteen loppukäsittelyä. Altistuksen arvioinnilla osoitetaan, että valittu loppukäsittelytapa on säteilyturvallinen. Jätteen loppukäsittelyä koskevassa altistuksen arvioinnissa tulee huomioida jätteen vaatima esikäsittely ja kuljetus, jätealueen työntekijöiden altistus loppukäsittelyn aikana ja väestön potentiaalinen altistus jätealueen sulkemisen jälkeen. Mikäli altistuksen arviointi osoittaa, että jäte voi aiheuttaa viitearvoja suurempaa altistusta, tulee jätteen ominaisuuksia tai loppukäsittelytapaa ensisijaisesti muuttaa sellaiseksi, että altistus jää viitearvoja pienemmäksi. Kyseeseen voi tulla esimerkiksi jätteen sijoittaminen vaarallisen jätteen kaatopaikalle pysyvän jätteen jätealueen tai tavanomaisen jätteen kaatopaikan sijasta, jätteen radioaktiivisten aineiden kemialliseen muotoon vaikuttava jätteen esikäsittely tai teollisuusprosessin muuttaminen siten, että jätteen ominaisuudet muuttuvat.

Radioaktiivisen jätteen huollossa tulee jatkossa mahdollistaa entistä paremmin **alan toiminnanharjoittajien välistä yhteistyötä**: tarkoituksenmukaista on, että säteilytoiminnassa syntyvän radioaktiivisen jätteen käsittely, varastointi ja loppusijoittaminen toteutettaisiin pääosin jo olemassa olevalla tai rakennettavilla ydinlaitoksilla.

Radioaktiivisen jätteen huollossa tulee lisäksi pystyä kohtuudella varautumaan pitkäjänteisestä suunnittelusta huolimatta mahdollisesti esiintyviin **uusiin tilanteisiin** ja niissä syntyviin radioaktiivisiin jätteisiin. Erilaisten häiriö-, poikkeama- ja onnettomuustilanteiden aiheuttamien radioaktiivisten jätevirtojen huolto tuo haasteita, sillä jätteiden mahdollisesti erilaiset ominaisuudet tai jätteen määrän merkittävä lisääntyminen haastavat valittuja jätehuollon ratkaisuja tai niiden riittävyttä.

3 Väestön, ympäristön ja työntekijöiden turvallisuuden varmistaminen ionisoivan säteilyn aiheuttamilta vaaroilta

Väestöä, ympäristöä ja työntekijöitä suojellaan ionisoivan säteilyn aiheuttamilta vaaroilta. Säteilysuojelun yleisiä periaatteita noudatetaan ydinlaitosten ja säteilyn käyttöön osallistuvan henkilöstön suojelussa ja säteilytoiminnan turvallisuuden arvioinnissa. Säteilyn käyttöä ja muuta säteilytoimintaa arvioidaan siitä saavutettavan kokonaishyödyn kautta. Säteilytoiminta on oikeutettua, kun kokonaishyöty on aiheutuvia haittoja suurempi (oikeutusperiaate). Ionisoivan säteilyn työntekijöille ja väestölle aiheuttama altistus on säteilysuojelun keinoilla optimoitava niin vähäiseksi kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista (optimointiperiaate). Työntekijälle ja väestölle aiheutuva säteilyannos ei saa olla määritettyjä annosrajoja suurempi (yksilönsuojaperiaate).

Säteilyn käytössä ja ydinlaitoksissa työntekijät tulee luokitella säteilytyöntekijöiksi työstä aiheutuvan säteilyaltistuksen sekä mahdollisista poikkeavista tilanteista aiheutuvan potentiaalisen altistuksen perusteella. Säteilytyöntekijät jaetaan luokkaan A tai B, joista luokassa A säteilyaltistus voi olla suurempi. Mikäli työstä aiheutuva säteilyaltistus jää väestölle asetettua annosrajaa pienemmäksi työntekijää ei tarvitse luokitella säteilytyöntekijäksi. Luokittelu on tehtävä ennen säteilytyön aloittamista ja altistusolosuhteita työssä on tarkkailtava säännöllisesti. Luokassa A olevalla säteilytyöntekijällä tulee olla henkilökohtainen annostarkkailu, joka perustuu annosmittauspalvelun suorittamiin mittauksiin.

Ydinlaitosten työntekijöiden ja väestön turvallisuuden varmistamiseksi käytetyn ydinpolttoaineen kapselointilaitoksen, radioaktiivisen jätteen käsittelyyn tarkoitettujen ydinlaitosten sekä loppusijoituslaitosten käytölle on määrätty säteilyn vuosiannoksen rajoitus. Näiden laitoksen normaalista käytöstä ja suunnitelman mukaisesta käytöstäpoistosta sekä ydinvoimalaitoksen käytöstäpoistosta väestön yksilön saaman vuosiannoksen rajoitus on 0,01 millisieverttiä. Odotettavissa olevan käyttöhäiriön seurauksena väestön yksilön saaman vuosiannoksen rajoitus on 0.1 millisieverttiä.

Lisäksi loppusijoituslaitoksen sulkemisen jälkeisenä tarkastelujaksona, jonka pituuden on oltava vähintään usean tuhannen vuoden mittainen, on eniten altistuvien ihmisten saaman vuosiannoksen jäätävä alle arvon 0,1 millisieverttiä ja muiden ihmisten saamien keskimääräisten vuosiannosten jäätävä merkityksettömän pieniksi. Edellä mainitun usean tuhannen vuoden ajanjakson jälkeisinä tarkasteluajanjaksoina loppusijoitetuista käytetystä ydinpolttoaineesta ja ydinenergian käytön seurauksena syntyneestä radioaktiivisesta peräisin olevien elinympäristöön vapautuvien radioaktiivisten aineiden määrien pitkän ajan keskiarvojen on alitettava enimmäisarvot, jotka Säteilyturvakeskus vahvistaa kunkin radionuklidin osalta erikseen. Enimmäisarvot asetetaan siten, että loppusijoituksesta aiheutuvat säteilyvaikutukset voivat olla enimmillään vastaavansuuruiset kuin maankamarassa olevista luonnon radioaktiivisista aineista aiheutuvat säteilyvaikutukset ja laaja-alaiset säteilyvaikutukset jäävät merkityksettömän pieniksi.

Suomen lainsäädännön mukaan ydinlaitosten käyttö on pidettävä niin turvallisena kuin se käytännöllisin toimenpitein on mahdollista. Ydinlaitosten turvallisuutta on kehitettävä käyttökokemusten ja turvallisuustutkimuksen perusteella sekä tieteen ja tekniikan kehittymisen seurauksena. Rakentamis- ja käyttöilupaa haettaessa toiminnanharjoittajan on turvallisuusarvioinnissa osoitettava ydinlaitosten turvallisuutta koskevien vaatimusten täyttyminen luotettavasti. Sen jälkeen toiminnanharjoittajan on arvioitava ydinlaitoksen turvallisuutta määrääjain.

Käytetyn ydinpolttoaineen ja ydinlaitoksissa syntyvien radioaktiivisten jätteiden loppusijoituslaitosten määräaikainen turvallisuusarviointi on tehtävä vähintään 15 vuoden välein ja toimitettava Säteilyturvakeskukselle hyväksyttäväksi. Määräaikaisessa turvallisuusarvioinnissa on esitettävä arvio ydinlaitoksen turvallisuuden tilasta, mahdollisista kehityskohteista sekä turvallisuuden säilyttämisestä. Lisäksi käytetyn ydinpolttoaineen ja ydinlaitoksissa syntyvien radioaktiivisten jätteiden loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuutta on arvioitava loppusijoituspaikkaa valittaessa, periaatepäätöstä haettaessa ja kaikissa ydinenergiain mukaisissa lupavaiheissa sekä määräaikaisen turvallisuusarvioinnin yhteydessä.

Sulkemisen jälkeisen ajanjakson turvallisuusarviointi esitetään turvallisuusperustelussa. Turvallisuusperustelun on katettava koko laitoksen sulkemisen jälkeinen ajanjakso, joka vaaditaan loppusijoituksen turvallisuuden varmistamiseksi. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen turvallisuusperustelu ulottuu noin miljoonan vuoden päähän, kun taas matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoitustilojen osalta tyyppinen tarkastelujakso on noin satatuhatta vuotta.

Toiminnanharjoittajan on varauduttava ydinlaitoksen suunnittelussa käyttöhäiriöiden ja onnettomuuksien mahdollisuuteen. Ensisijainen tavoite on onnettomuuksien estäminen. Toissijainen tavoite on onnettomuuksien hallinta, jolloin seurausten lieventämiseksi on tehtävä tarpeelliset käytännön toimenpiteet. Käyttöhäiriöiden ja onnettomuuksien varalta on erikseen asetettu vuosiannosta koskevia rajoituksia. Toiminnanharjoittajan on arvioitava radioaktiivisten aineiden päästöjä ja säteilyannoksia laskennallisesti ja otettava huomioon normaalit käyttötilanteet, mahdolliset käyttöhäiriöt ja onnettomuustilanteet. Mahdollisten käyttöhäiriöiden ja onnettomuustilanteiden aiheuttamat päästöt ja säteilyvaikutukset on selvitettävä kattavasti. Näiden perusteella on suunniteltava tarvittavat valmiustoimenpiteet. Valmiustoimintaa on harjoitettava säännöllisesti.

Loppusijoituslaitosten turvallisuuden on perustuttava tosiaan tukeviin luonnollisiin ja teknisiin vapautumisesteisiin (moniesteperiaate) sekä ensisijaisesti passiivisesti toimiviin järjestelmiin. Moniesteperiaatteen mukaan yhden vapautumisesteen toiminnan vajavaisuus ei saa vaarantaa loppusijoitusratkaisun turvallisuutta. Mitä radioaktiivisempaa loppusijoitettava jäte on, sitä enemmän vapautumisesteiden toimintakyvyltä vaaditaan. Lisäksi tarvittavien vapautumisesteiden määrä lisääntyy jätteen radioaktiivisuuden kasvaessa siten, että käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksessa vapautumisesteiden määrä on suurin.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituskonseptissa peräkkäiset toisistaan riippumattomat tekniset vapautumisesteen (jättematriisi, jäteastia, jätepakkauksia ympäröivä puskuri, loppusijoitustilojen täyttö ja sulkemisarakeet) varmistavat yhdessä loppusijoituskallion kanssa loppusijoitusratkaisun turvallisuuden. Teknisten vapautumisesteiden suunnittelussa on huomioitava loppusijoitettavan jätteen ominaisuudet ja niiden on oltava ominaisuuksiltaan sellaisia, että ne estävät tehokkaasti radioaktiivisten aineiden pääsyn loppusijoitustiloja ympäröivään kallioperään tai elinympäristöön. Luonnollisena vapautumisesteenä toimii kallioperä. Loppusijoituskallion turvallisuuden kannalta suotuisia ominaisuuksia ovat kallion vakaus ja tiiveys, pohjaveden vähäinen virtaus, suotuisa pohjavesikemia, radioaktiivisten aineiden pidättyminen kallioon sekä suoja ihmisen toimia ja luonnonilmiöitä vastaan. Jos yksi vapautumiseste vaurioituu tai pettää kokonaan, turvallisuus taataan jäljelle jäävien vapautumisesteiden ominaisuuksilla ja toimintakyvyllä.

Käytetyn ydinpolttoaineen kapselointilaitoksia, radioaktiivisen jätteen käsittelyyn tarkoitettuja ydinlaitoksia sekä loppusijoituslaitoksia on suojattava niihin mahdollisesti kohdistuvilta uhkatilanteilta turvajärjestelyin. Niiden on perustuttava ajantasaisiin ydinlaitoksiin kohdistuviin uhkakuviin ja

suojaustarvetta koskeviin analyysiin. Turvajärjestelyillä varmistetaan se, että kukaan ei tarkoituksellisesti pääse vahingoittamaan ydinlaitoksia siten, että vahingoittamisen seurauksena syntyisi säteilyvaaraa ympäristölle tai ihmisille.

Käytetyn ydinpolttoaineen kapselointilaitokselle, radioaktiivisen jätteen käsittelyyn tarkoitettulle ydinlaitokselle sekä loppusijoituslaitokselle on nimettävä Säteilyturvakeskuksen hyväksymä vastuullinen johtaja. Vastuullisen johtajana tehtävänä on varmistaa, että ydinenergian käytön turvallisuutta, turva- ja valmiusjärjestelyjä ja ydinmateriaalivalvontaa koskevia säännöksiä, lupaehtoja ja Säteilyturvakeskuksen määräyksiä noudatetaan.

Lisäksi toiminnanharjoittajalla on oltava riittävä ja tehtäviinsä soveltuva, ammattitaitoinen henkilökunta. Toiminnanharjoittajan on erikseen nimettävä turva- ja valmiusjärjestelyjen sekä ydinmateriaalivalvonnan vastuuhenkilöt ja näille varahenkilöt. Kyseisten henkilöiden tulee olla Säteilyturvakeskuksen hyväksymiä. Toiminnanharjoittajan on järjestettävä riittävä koulutus ydinturvallisuuteen liittyvän henkilöstönsä asiantuntemuksen ylläpitämiseksi ja kehittämiseksi. Lisäksi ydinlaitoksella on oltava johtamisjärjestelmä, jossa kuvataan järjestelmälliset toimintatavat ja niiden säännöllinen arvioiminen ja kehittäminen.

Suomessa huomioidaan myös kansainväliset käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen turvallisuutta koskevat sopimukset. Käytetyn polttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon turvallisuutta koskeva yleissopimus (SopS 36/2001) on IAEA:n alla solmittu yleissopimus. Sopimuksen tavoitteena on saavuttaa ja ylläpitää käytetyn polttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollossa korkea turvallisuustaso maailmanlaajuisesti kehittämällä kansallisia toimenpiteitä ja kansainvälistä yhteistyötä (ml. tekninen yhteistyö). Sopimus sisältää määräyksiä sekä käytetyn ydinpolttoaineen että radioaktiivisen jätteen huollon turvallisuudesta. Sopimuksessa edellytetään kolmen vuoden välein laadittavaa selontekoa sopimuksen velvoitteiden täyttämisestä. Viimeisin Suomen arviointiraportti on laadittu vuonna 2020 [6]. Arviointiraportteja käsitellään arviointikokouksissa, jossa muilla sopimukseen kuuluvilla valtiolla on mahdollisuus esittää arvioita Suomen käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon sopimuksenmukaisuudesta. Arviointi tuottaa tietoa myös käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisten jätteiden huollon mahdollisista kehityskohteista.

Säteilyn käytössä on tavoitteena, että turvallisuuslupaa edellyttävät säteilylähteet ovat valvontaviranomaisen valvonnassa säteilylähteen koko elinkaaren ajan. Toiminnanharjoittaja, jolla on turvallisuuslupa säteilyn käyttöön vastaa hallussaan olevien säteilylähteiden turvallisesta käytöstä ja säilytyksestä siten että henkilökunnan ja väestön turvallisuus huomioidaan. Säteilylähteiden käyttö tulee rajata työntekijöihin, joilla on asianmukainen perehdytys tai koulutus tehtäviin.

4 Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon kansallinen kehys

Direktiivin 2011/70/Euratom mukaan jäsenvaltioiden on luotava käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huoltoa koskeva kansallinen kehys, johon kuuluvat kansallinen lainsäädäntö- ja sääntelykehys sekä organisatorinen kehys, sekä pidettävä tätä kansallista kehystä yllä. Tämän kansallisen kehysten avulla jaetaan vastuu käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollosta ja huolehditaan asianomaisten toimivaltaisten viranomaisten välisestä koordinoinnista.

4.1 Suomalainen lainsäädäntöympäristö

Suomessa kansalliseen kehykseen katsotaan kuuluvan ydinenergiainlaki (990/1987) ja säteilylaki (859/2018) sekä niiden perusteella annetut ydinenergia-asetus (161/1988), valtioneuvoston asetus ionisoivasta säteilystä (1034/2018) ja sosiaali- ja terveysministeriön asetus ionisoivasta säteilystä (1044/2018). Lisäksi kehykseen katsotaan kuuluvan jätelaki (646/2011). Asetuksilla täsmennetään laeissa asetettuja vaatimuksia.

Tarkempia käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huoltoa koskevia vaatimuksia asetetaan Säteilyturvakeskuksen määräyksissä ja ohjeissa. Näin ollen kansalliseen kehykseen kuuluvat myös Säteilyturvakeskuksen määräykset ydinenergiain lain nojalla ydinvoimalaitoksen turvallisuudesta (Y/1/2018), ydinvoimalaitoksen valmiusjärjestelyistä (Y/2/2018), ydinenergian käytön turvajärjestelyistä (Y/3/2020), ydinjätteiden loppusijoituksen turvallisuudesta (Y/4/2018) sekä uraanin tai toriumin tuottamiseksi harjoitettavan kaivostoiminnan ja malminrikastustoiminnan turvallisuudesta (Y/5/2016) sekä säteilylain ja ydinenergiain lain nojalla annettu määräys vapaarajoista ja vapauttamisrajoista (SY/1/2018).

Lisäksi kehykseen kuuluvat säteilylain nojalla annetut Säteilyturvakeskuksen määräykset työperäisen altistuksen selvittämisestä, arvioinnista ja seurannasta (S/1/2018), suunnitelmasta säteilyturvallisuuspoikkeamien varalle sekä toimista säteilyturvallisuuspoikkeamien aikana ja niiden jälkeen (S/2/2018), radioaktiivisista jätteistä ja radioaktiivisten aineiden päästöistä avolähteiden käytössä (S/2/2019), luonnonsäteilylle altistavasta toiminnasta (S/3/2019), säteilylähteiden käytön aikaisesta säteilyturvallisuudesta ja säteilylähteiden ja käyttötilojen poistamisesta käytöstä (S/5/2019), turvallisuuslupaa edellyttävästä toiminnasta (S/6/2019), ionisoivan säteilyn mittauksista (S/7/2021) ja turvallisuuslupaa edellyttävien säteilylähteiden turvajärjestelyistä (S/9/2021). Säteilyturvakeskuksen määräyksissä esitetyt vaatimukset ovat velvoittavia.

Kehykseen katsotaan kuuluvan myös Säteilyturvakeskuksen ydinvoimalaitosohjeet (YVL-ohjeet), Säteilyturvakeskuksesta annetut laki (1069/1983) ja asetus (618/1997), sekä soveltuvin osin hallintolaki (434/2003), ympäristövaikutusten arviointimenettelyistä annetut laki (252/2017) ja asetus (277/2017) sekä laki viranomaisten toiminnan julkisuudesta (621/1999). Säteilyturvakeskuksen ohjeista voi perustellusti poiketa, jos esitettyllä ratkaisulla saavutetaan ohjeissa esitettyjä ratkaisuja vastaava turvallisuustaso.

Ydinenergian käytön seurauksena syntyvän käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huoltoa koskevat vaatimukset sisältyvät ydinenergiainlakiin ja säteilyn käytön seurauksena syntyvän radioaktiivisen jätteen huoltoa koskevat vaatimukset säteilylakiin. Direktiivin (2011/70/Euratom) vaatimukset ovat täytäntöönpantu ydinenergiailailla ja säteilylailla. Säteilylailla on lisäksi pantu täytäntöön BSS-direktiivin

(ns. Basic Safety Standards, 2013/59/EURATOM) vaatimukset. Säteilylain vaatimuksia sovelletaan myös ydinenergialain mukaiseen toimintaan esimerkiksi säteilytyön osalta.

Ydinenergian käytön yhteydessä tai seurauksena syntyneelle radioaktiiviselle jätteelle ja käytetylle ydinpolttoaineelle käytetään ydinenergialaissa termiä ydinjäte. Säteilylaissa käytetään radioaktiivisen jätteen määritelmää säteilytoiminnan seurauksena syntyneelle jätteelle. Ydinjätteen määritelmä aiheuttaa haasteita ydinenergialain ja säteilylain välille. Kansainvälisesti ydinjätettä ei ole määritelmällisesti erotettu muusta radioaktiivisesta jätteestä. Käytettyä polttoainetta käsitellään kansainvälisesti omana kokonaisuutenaan, eikä se kuulu radioaktiivisen jätteen määritelmän sisään. Kansallisesti omaksuttu määrittely ei ole ristiriidassa kansainvälisten määritelmien kanssa, mutta käytännössä se tekee lainsäädännöstä epäyhtenäistä ja siitä voi seurata tulkintavaikeuksia. Lainsäädäntöä onkin tarpeen uudistaa siten, että radioaktiivisen jätteen huoltoa koskeva sääntely olisi kattavaa ja yhdenmukaista jätteen syntypaikasta riippumatta.

Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huoltoa koskevat myös eräät muut kansalliset ja EU-tasoiset säädökset. Esimerkkeinä muusta lainsäädännöstä ovat tiettyjen julkisten ja yksityisten hankkeiden ympäristövaikutusten arvioinnista annettu direktiivi (2011/92/EU, muutettuna direktiivillä 2014/52/EU, ns. YVA-direktiivi) sekä ydinlaitosten ydinturvallisuutta koskevan yhteisön kehityksen perustamisesta annettu neuvoston direktiivi (2009/71/Euratom, muutettuna direktiivillä 2009/71/Euratom).

Suomessa seurataan ydin- ja säteilyturvallisuuden kansainvälisiä suosituksia, ja huomioidaan muutokset lainsäädännössä, määräyksissä ja ohjeissa asianmukaisella tavalla. Ydin- ja säteilyturvallisuutta koskevat vaatimukset ja toimenpiteet mitoitetaan ja kohdennetaan ydinenergian ja säteilyn käytön riskeihin suhteellisuusperiaatteen mukaan (graded approach), ottaen huomioon normaali toiminta sekä mahdolliset häiriöt ja onnettomuudet. Ydinturvallisuusvaatimukset perustuvat muun muassa kansainvälisen atomienergiajärjestön (International Atomic Energy Agency, IAEA) ja Länsi-Euroopan ydinturvallisuusviranomaisten (Western European Nuclear Regulators' Association, WENRA) suosituksiin.

Säteilyturvallisuusvaatimukset perustuvat EU:n säteilysuojeludirektiiveihin sekä IAEA:n suosituksiin. Niissä on huomioitu kansainvälisen säteilysuojelutoimikunnan (International Commission on Radiological Protection, ICRP) antamat säteilysuojelun periaatteet.

Käytetyn ydinpolttoaineen huollossa on huomioitava myös ydinmateriaalivalvontaan (safeguards) liittyvät kansainväliset ja kansalliset velvoitteet. Ydinmateriaalivalvonnalla eli ydinaseiden leviämisen estämiseksi tarkoitettulla valvonnalla varmistetaan siitä, että ydinaineet ja muut ydinalan tuotteet pysyvät rauhanomaisessa, lupien ja ilmoitusten mukaisessa käytössä ja että ydinlaitoksia ja alan tekniikkaa käytetään vain rauhanomaisiin tarkoituksiin.

Ydinmateriaalivalvonnan perustana on kansainvälinen ydinsulkusopimus vuodelta 1970 (Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons, SopS 10/1970). Kansainvälisten velvoitteiden ja kansallisten tavoitteiden täyttymiseksi asetetut ydinmateriaalivalvontaa koskevat yleiset vaatimukset on esitetty ydinenergialaissa ja ydinenergia-asetuksessa sekä STUK:n ohjeessa. Lisäksi Suomi on tehnyt IAEA:n kanssa ydinsulkusopimuksen mukaisen valvontasopimuksen vuonna 1971. Ydinmateriaalivalvontaa koskevaa sääntelyä sisältyy myös Euroopan atomienergia-yhteisö Euratomin perustamissopimukseen ja komission safeguards-asetukseen (Euratom/302/2005).

4.2 Viranomaiset

Työ- ja elinkeinoministeriö (TEM)

Ydinenergia-alan ylin johto ja valvonta kuuluvat työ- ja elinkeinoministeriölle. Työ- ja elinkeinoministeriö luo siis yleiset lainsäädännölliset ja hallinnolliset puitteet ydinenergia-alan toiminnalle. Siten myös ydinlaitoksissa syntyvän käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huoltoon liittyvät viranomaistehtävät kuuluvat työ- ja elinkeinoministeriön vastuulle. Työ- ja elinkeinoministeriö valmistelee ydinenergialain mukaisten ydinlaitosten rakentamisen ja käytön edellyttämät lupapäätökset Suomessa valtioneuvoston päätettäväksi. Ministeriö ohjaa ja valvoo huoltotoimenpiteiden suunnittelua ja toteutusta sekä varmistaa alan kansallisten tarpeiden ja kansainvälisten määräysten toteutumisen. Ministeriö vastaa myös ydinenergiaan liittyvän lainsäädännön ajantasaisuudesta ja kehittämisestä. Työ- ja elinkeinoministeriön vastuita suhteessa muihin ministeriöihin ja Säteilyturvakeskukseen on esitetty kuvassa 1.

Työ- ja elinkeinoministeriön alaisuudessa toimii Valtion ydinjätehuoltorahasto (VYR). Valtion ydinjätehuoltorahasto kerää, säilyttää ja turvaavasti sijoittaa varoja siten, että niillä voidaan tarvittaessa tulevaisuudessa huolehtia käytetyn ydinpolttoaineen ja ydinenergian käytössä syntyneen radioaktiivisen jätteen huollosta aiheutuvista kustannuksista. Työ- ja elinkeinoministeriö koordinoi myös lakisääteisiä ydinenergia-alan tutkimushankkeita, joiden tarkoituksena on varmistaa, että viranomaisten saatavilla on riittävästi ja kattavasti sellaista ydinteknistä asiantuntemusta ja muita valmiuksia, joita tarvitaan käytetyn polttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon erilaisten toteutustapojen ja menetelmien arviointiin.

Suomessa käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisten jätteiden huollon kansallinen ohjelma laaditaan yhteiseksi kokonaisuudeksi. Kansallisen ohjelman laadinta perustuu käytetyn ydinpolttoaineen ja ydinenergian käytössä syntyvän radioaktiivisen jätteen osalta ydinenergialain 27 b §:ään ja säteilytoiminnasta syntyvän radioaktiivisen jätteen osalta säteilylain 87 §:ään. Ohjelman laativat työ- ja elinkeinoministeriö ja sosiaali- ja terveysministeriö yhdessä Säteilyturvakeskuksen kanssa.

Työ- ja elinkeinoministeriö huolehtii kansallisen ohjelman itsearviointin järjestämisestä ja pyytää kansainvälisen vertaisarvioinnin kansallisesta ohjelmasta ja toimivaltaisesta valvontaviranomaisesta.

Sosiaali- ja terveysministeriö (STM)

Sosiaali- ja terveysministeriö vastaa säteilylain noudattamisen valvonnan ylimmästä johdosta ja ohjauksesta. Sosiaali- ja terveysministeriö valmistelee säteilyturvallisuuteen liittyvää lainsäädäntöä ja muuta ohjeistusta, antaa lausuntoja säteilysuojauskysymyksistä sekä seuraa ja ohjaa säteilyasioiden kehitystä ja toimeenpanoa. Sosiaali- ja terveysministeriön vastuita suhteessa muihin ministeriöihin ja Säteilyturvakeskukseen on esitetty kuvassa 1.

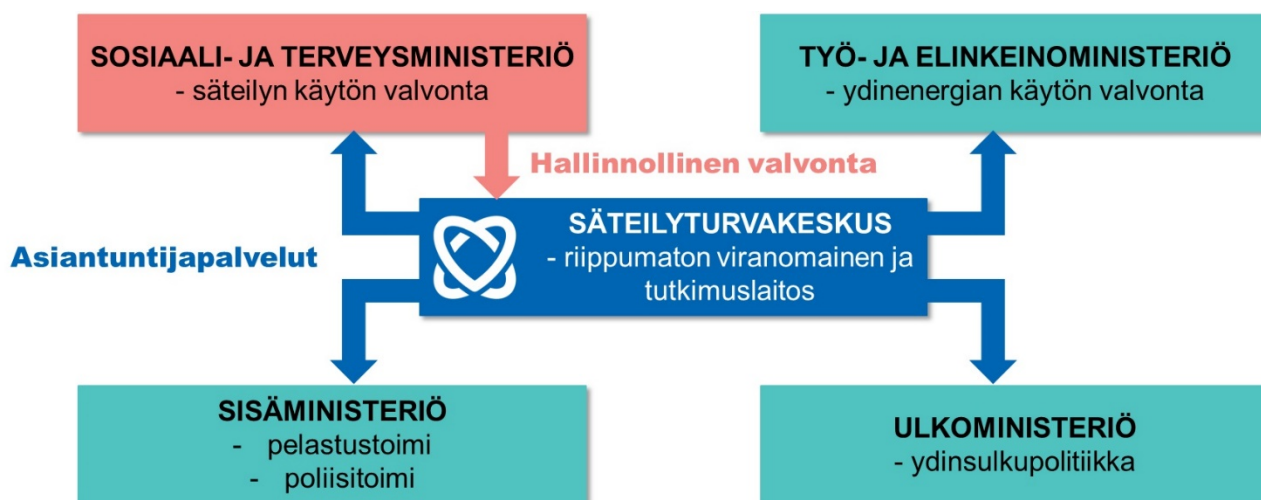
Suomessa käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisten jätteiden huollon kansallinen ohjelma laaditaan yhteiseksi kokonaisuudeksi. Kansallisen ohjelman laadinta perustuu säteilytoiminnassa syntyvän radioaktiivisen jätteen osalta säteilylain 87 §:ään ja käytetyn ydinpolttoaineen ja ydinenergian käytössä syntyvän radioaktiivisen jätteen osalta ydinenergialain 27 b §:ään. Ohjelman laativat sosiaali- ja terveysministeriö ja työ- ja elinkeinoministeriö yhdessä Säteilyturvakeskuksen kanssa.

Säteilyturvakeskus (STUK)

Säteilyturvakeskus on riippumaton sosiaali- ja terveysministeriön hallinnonalan viranomainen, jonka tavoitteena on ihmisten, yhteiskunnan, ympäristön ja tulevien sukupolvien suojeleminen säteilyn haitallisilta vaikutuksilta. Säteilyturvakeskuksen vastuita suhteessa ministeriöihin on esitetty kuvassa 1.

Säteilyturvakeskus valvoo ydinenergian ja säteilyn käyttöä ja muuta säteilytoimintaa ydinenergia- ja säteilylaissa määritellyin valtuuksin. Säteilyturvakeskus valvoo myös ydinlaitosten ympäristön radioaktiivisuutta. Lisäksi Säteilyturvakeskus valvoo ydinlaitoksia koskevien turva- ja valmiusjärjestelyjen toteuttamista sekä ydinmateriaaleja ja on toimivaltainen viranomainen ydinainesten ja radioaktiivisten jätteiden kuljetuksia koskevissa asioissa. STUKin valvonnan perusta on säteily- ja ydinturvallisuutta koskeva lainsäädäntö, turvallisuusmääräykset ja ohjeet. STUK osallistuu säädösten valmisteluun vastuuministeriöiden kanssa ja vastaa itse turvallisuusmääräysten ja ohjeiden valmistelusta.

STUK valvoo ympärivuorokautisesti ulkoisen säteilyn esiintymistä koko Suomessa. Säteilyturvakeskuksella on jatkuva päivystys säteilyvaaratilanteiden varalle. Säteilyvaaratilanteissa STUK toimii säteilyasiantuntijana yhteistyössä muiden viranomaisten kanssa. STUK huolehtii suurelta osin myös Suomen kansainvälisestä, säteily- ja ydinturvallisuuteen liittyvästä yhteistyöstä. Kansainvälisessä yhteistyössään STUK pyrkii vaikuttamaan ja kehittämään ohjeistoja niin, että turvallisuus paranee myös maailmanlaajuisesti.



Kuva 1. Sosiaali- ja terveysministeriön, työ- ja elinkeinoministeriön, sisäministeriön, ulkoministeriön ja Säteilyturvakeskuksen vastuiden jakautuminen käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon valvonnassa. (lähde: STUK)

4.3 Ydinenergilain ja säteilylain mukaiset lupaprosessit

Ydinlaitosten lupamenettelyt noudattavat ydinenergilain määriteltyjä toisiaan seuraavia lupavaiheita. Ydinlaitoksia koskeva lupakäsittely alkaa valtioneuvoston periaatepäätöksestä ja jatkuu valtioneuvoston rakentamis-, käyttö- ja käytöstäpoistoluvilla. Ydinlaitoksen **periaatepäätöstä ja ydinlaitoslupia** hakee toiminnanharjoittaja. Ydinlaitosten lupamenettelystä vastaavana viranomaisena toimii työ- ja elinkeinoministeriö. Periaatepäätökset ja ydinlaitosten luvat myöntää valtioneuvosto. Valtioneuvoston myönteen periaatepäätös on lisäksi vietävä eduskunnan vahvistettavaksi. Lupavaiheisiin liittyy myös ympäristövaikutusten arviointi, joka on tehtävä vähintään ennen periaatepäätöksen ja

käytöstäpoistoluvan hakemista. Muissa tilanteissa sen toteuttamista arvioidaan tapauskohtaisesti. Ydinlaitoksia koskevaa lupaprosessia havainnollistetaan kuvassa 2.

Lupien myöntämisen ehtoina ovat muun muassa lain mukaiset turvallisuutta koskevien vaatimusten täyttäminen sekä työntekijöiden ja väestön turvallisuuden ja ympäristösuojelun asianmukainen huomioiminen. Päätöksenteon ja lupajärjestelmän periaatteena on, että turvallisuuden arviointi on jatkuvaa ja arvioita täsmennetään hankkeiden edistyessä. Säteilyturvakeskuksen tehtävänä on valvoa kaikkea toimintaa laitosten suunnittelusta toiminnan lopettamiseen. Säteilyturvakeskus osallistuu ydinlaitosten lupahakemusten käsittelyyn, antaa niistä lausunnon, laatii hankkeiden turvallisuusarviot ja valvoo lupaehtojen noudattamista. Viranomaisille, kunnille, yhteisöille ja kansalaisille on varattava riittävä mahdollisuus esittää mielipiteensä hankkeista.

Yleiseltä merkitykseltään huomattavan ydinlaitoksen rakentaminen edellyttää valtioneuvoston periaatepäätöstä siitä, että ydinlaitoksen rakentaminen on yhteiskunnan kokonaisedun mukaista. Periaatepäätöstä ei myöskään voida tehdä, jos esiin on tullut seikkoja, jotka osoittavat, että ei ole riittäviä edellytyksiä rakentaa ydinlaitosta turvallisesti. Ennen valtioneuvoston päätöstä työ- ja elinkeinoministeriö hankkii periaatepäätöshakemukselle Säteilyturvakeskuksen alustavan turvallisuusarvion. Turvallisuusarviossaan Säteilyturvakeskus arvioi hankkeen mahdollisuuksia täyttää ydinenergialaissa ja -asetuksessa esitetyt vaatimukset. Turvallisuusarviota valmistellessaan Säteilyturvakeskus pyytää arviosta ydinturvallisuusneuvottelukunnan sekä tarpeen mukaan myös muiden asiantuntijaorganisaatioiden lausunnot. Työ- ja elinkeinoministeriö pyytää periaatepäätöshakemuksesta lisäksi lausunnot ympäristöministeriöltä, laitoksen suunnitellun sijaintikunnan kunnanvaltuustolta sekä naapurikunnilta. Lisäksi ministeriön on järjestettävä hankkeesta yleinen kuuleminen, jolla taataan kansalaisten mahdollisuus osallistua päätöksen tekemiseen.

Käsitellessään periaatepäätöstä valtioneuvosto harkitsee erityisesti laitoshankkeen tarpeellisuutta maan energiahuollon kannalta, suunnitellun sijaintipaikan sopivuutta, ydinlaitoksen ympäristövaikutuksia sekä ydinpolttoaine- ja ydinjätehuollon järjestämistä. Eduskunta voi kumota tai hyväksyä päätöksen. Periaatepäätösvaiheessa ei arvioida vielä yksityiskohtaisesti laitoksen tekniikkaa ja turvallisuutta, vaan valtioneuvoston ja eduskunnan käsittelyn osalta päätös on luonteeltaan myös osittain poliittinen.

Periaatepäätöksen saamisen jälkeen on ennen laitoksen rakentamiseen ryhtymistä haettava ja saatava valtioneuvostolta lupa ydinlaitoksen rakentamiseen. Rakentamisluvan yhteydessä hakijan on osoitettava, että hanke täyttää laissa esitetyt luvan myöntämisen ennakkoehdot.

Säteilyturvakeskus antaa rakentamislupahakemuksesta lausunnon, johon liitetään turvallisuusarvio. Turvallisuusarviota valmistellessaan Säteilyturvakeskus pyytää arviosta ydinturvallisuusneuvottelukunnan sekä tarpeen mukaan myös muiden asiantuntijaorganisaatioiden lausunnot. Turvallisuusarviossaan STUK ottaa kantaa siihen, onko lainsäädännössä asetetut vaatimukset täytetty Säteilyturvakeskuksen toimialaan kuuluvien asioiden osalta.

Ennen ydinlaitoksen käytön aloittamista sille on haettava käyttölupaa valtioneuvostolta. Käyttöluvan myöntämisen edellytyksistä säädetään ydinenergialaissa. Säteilyturvakeskus antaa käyttölupahakemuksesta lausunnon, johon liitetyssä turvallisuusarviossaan Säteilyturvakeskus ottaa kantaa siihen, onko lainsäädännössä asetetut vaatimukset täytetty Säteilyturvakeskuksen toimialaan kuuluvien asioiden osalta. Lausuntoa valmistellessaan STUK pyytää arviosta ydinturvallisuusneuvottelukunnan sekä tarpeen mukaan myös muiden asiantuntijaorganisaatioiden lausunnot.

Suomessa ydinlaitoksen käyttölupa myönnetään aina määräaikaisena. Luvan kestoa harkittaessa kiinnitetään huomiota erityisesti turvallisuuden varmistamiseen ja toiminnan arvioituun keston.

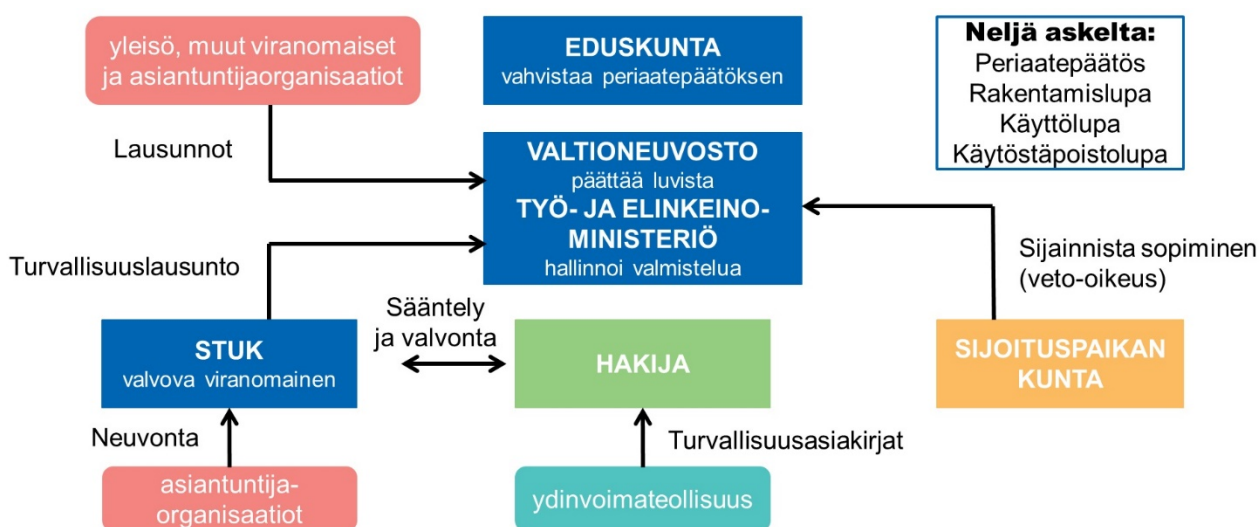
Säteilyturvakeskus voi keskeyttää ydinvoimalaitoksen käytön, jos turvallisuuden varmistaminen edellyttää sitä.

Ennen ydinlaitoksen poistamista käytöstä sille on haettava valtioneuvostolta lupaa käytöstä poistamiselle. Käytöstäpoistoluvan myöntämisen edellytyksistä säädetään ydinenergialaissa. Säteilyturvakeskus antaa käytöstäpoistolupahakemuksesta lausunnon, johon liitettyssä turvallisuusarviossaan Säteilyturvakeskus ottaa kantaa siihen, onko lainsäädännössä asetetut vaatimukset täytetty Säteilyturvakeskuksen toimialaan kuuluvien asioiden osalta. Lausuntoa valmistellessaan STUK pyytää arviosta ydinturvallisuusneuvottelukunnan sekä tarpeen mukaan myös muiden asiantuntijaorganisaatioiden lausunnot.

Lisäksi ydinlaitoksen toteuttamiseen tarvitaan useita muita lupia, kuten esimerkiksi kunnan myöntämä rakennuslupa, ympäristönsuojelulain mukainen ympäristölupa ja vesilain mukaiset luvat. Ydinainesten ja -jätteiden kuljettaminen edellyttää ydinenergialain mukaisen luvan lisäksi vaarallisten aineiden kuljetusta koskevan sääntelyn noudattamista.

Säteilyturvakeskus myöntää hakemuksesta **toimintalupia**, jotka liittyvät esimerkiksi radioaktiivisten jätteiden käsittelyyn, varastointiin ja loppusijoittamiseen silloin, kun jätteiden kokonaisaktiivisuus jää vähäiseksi (< 1 TBq). Lisäksi STUK myöntää ydinenergialain mukaiset **kuljetusluvut**. Lupien myöntämisen edellytykset on kirjattu ydinenergialakiin ja ne on täytettävä, jotta lupa voidaan myöntää. Näin ollen lupaprosessi ohjaa suunniteltua toimintaa.

Ydinlaitoksia koskeva sääntelyä on arvioitu työ- ja elinkeinoministeriön vuonna 2019 asettamassa työryhmässä. Työryhmän loppuraportin [7] mukaan ydinlaitoksia koskeva sääntely on hajanaista, paikoin vaikeasti tulkittavaa ja kirjoitettu toimintaympäristöön, joka ei enää vastaa nykytilaa. Lainsäädäntöön vuosikymmenten aikana tehdyt lukuisat muutokset ovat heikentäneet säännösten yhdenmukaisuutta. Ydinenergialainsäädännön muutostarpeita on selvitetty useissa muissakin työryhmissä mm. käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisten jätteiden huollon [8], Valtion ydinjätehuoltorahaston [9], uusien teknologioiden kuten myös edellä mainitun ydinlaitosten elinkaaren sääntelyn näkökulmista [7] työ- ja elinkeinoministeriön johdolla. Johtopäätöksenä on ollut, että ydinenergialainsäädännön uudistaminen kokonaisuutena olisi tarpeen. Myös eduskunnan perustuslakivaliokunta ja talousvaliokunta ovat kiinnittäneet huomiota lainsäädännön uudistamistarpeeseen. Ydinenergialain kokonaisuudistustyötä valmistellaan TEM:ssä.



Kuva 2. Ydinlaitoksia koskeva lupaprosessi. (lähde: STUK)

Säteilyn käyttö edellyttää **turvallisuuslupaa**, jonka myöntää Säteilyturvakeskus. Säteilyn käyttöä on kaikki säteilylähteisiin liittyvä toiminta kuten valmistus, käyttö, hallussapito, kauppa, asennus, huolto, korjaus, maahantuonti ja maastavienti. Säteilylähteitä ovat röntgenlaitteet ja radioaktiiviset aineet tai niitä sisältävät säteilylähteet ja laitteet. Myös radioaktiivisen jätteen hallussapito, säilyttäminen, varastointi, vaarattomaksi tekeminen ja kuljetus ovat säteilyn käyttöä. Säteilyn käytön määritelmät on esitetty säteilylaissa. Säteilylaissa on erikseen kuvattu toiminnat, jotka eivät vaadi turvallisuuslupaa. Turvallisuuslupa vaaditaan myös luonnonsäteilylle altistavassa toiminnassa ja vallitsevissa altistustilanteissa (esimerkiksi säteilyturvallisuuspoikkeaman jälkeinen ympäristön puhdistus), jos työperäinen tai väestön altistus on viitearvoa suurempi.

Turvallisuuslupa on voimassa toistaiseksi, erityisestä syystä se voidaan myöntää määräajaksi. Turvallisuuslupaa muutetaan tarpeen mukaan toiminnan muuttuessa. Turvallisuuslupaan haetaan joko etukäteen muutosta säteilyturvallisuuden kannalta merkittävämpien muutosten osalta tai ilmoitetaan muista muutoksista kahden viikon kuluessa muutoksen tapahtumisesta. Työntekijöiden ja väestön säteilysuojelun suunnittelussa ja toteutuksessa on käytettävä säteilyturvallisuusasiantuntijaa ja toiminnanharjoittajan on nimettävä säteilyturvallisuusvastaava, jonka tehtävänä on huolehtia toiminnanharjoittajan apuna säteilysuojelun toteutumisesta. Säteilyturvallisuusasiantuntijan ja -vastaavan pätevyysvaatimukset määräytyvät sen mukaan, mistä toiminnasta on kyse. Toiminnan turvallisuudesta vastaa toiminnanharjoittaja, jolle turvallisuuslupa on myönnetty. Vastuuta ei voi siirtää toiselle taholle, eikä säteilyturvallisuusvastaavan nimeäminen poista toiminnanharjoittajan vastuuta.

Turvallisuuslupa perutaan toiminnanharjoittajan ilmoittaessa säteilytoiminnan päättymisestä. Toiminnan päättyessä säteilylähteet tulee palauttaa valmistajalle, toimittaa toiselle toiminnanharjoittajalle, tehdä vaarattomiksi tai toimittaa käsiteltäväksi radioaktiivisena jätteenä. Säteilylähteistä tulee esittää luovutustodistukset tai se, miten ne on tehty vaarattomiksi. Toiminnassa, jossa on käsitelty avolähteitä, on mahdollista, että tilat ovat kontaminoituneet eli likaantuneet radioaktiivisilla aineilla. Avolähteiden käytön loppuessa tulee esittää, miten on varmistettu tilojen puhtaudesta sekä radioaktiivisten jätteiden käsittelystä tai vanhentamisesta.

Ydinenergiain ja säteilylain mukaiset lupamenettelyt eroavat toisistaan. Ydinenergiain mukaisissa, ydinlaitoksia koskevissa lupamenettelyissä on lähtökohtana valtioneuvostotasoinen päätöksenteko, kun säteilylain mukaisissa lupamenettelyissä luvan myöntäjänä on Säteilyturvakeskus. Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon menettelyjen kannalta on tärkeää, että ydinenergiain ja säteilylain rajapinta on selkeä, ja samankaltaisia asioita säädellään molemmissa laeissa samoin periaattein ja samanlaisia menettelyjä noudattaen, huomioiden kuitenkin riski- ja suhteellisuusperiaatteet (graded approach).

4.4 Vastuu käytetystä ydinpolttoaineesta ja radioaktiivisista jätteistä

Toiminnanharjoittajalla on huolehtimis- ja varautumisvelvollisuus käytetystä ydinpolttoaineesta ja ydinenergian käytössä syntyneestä radioaktiivisesta jätteestä. Suomessa tapahtuneen ydinenergian käytön yhteydessä tai seurauksena syntyneet radioaktiiviset jätteet, on eräitä poikkeuksia lukuun ottamatta käsiteltävä, varastoitava ja sijoitettava pysyväksi tarkoitetulla tavalla Suomeen. Huolehtimisvelvollisuusvelvollisuus kattaa käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisten jätteiden huollon edellyttämät käsittely-, varastointi-, kuljetus- ja loppusijoitustoimenpiteet.

Käytetyn ydinpolttoaineen ja ydinenergian käytössä syntyneen radioaktiivisen jätteen loppusijoitus on kokonaisuudessaan toteutettava siten, ettei jälkivalvontaa tarvita turvallisuuden takaamiseksi.

Ydinlaitoksen toiminnanharjoittaja vastaa jätehuollon kustannuksista. Kun ydinlaitoksen toiminnanharjoittaja on hyväksytysti sulkenut loppusijoituslaitoksen ja suorittanut valtiolle maksun käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisten jätteiden tulevasta tarkkailusta ja valvonnasta, jätteiden omistusoikeus ja vastuu jätteistä siirtyvät valtiolle.

Valtion tehtävänä on varmistaa, että käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huoltoon on käytettävissä asianmukainen rahoitus. Valtio varmistuu tästä keräämällä käytetyn ydinpolttoaineen ja ydinenergian käytössä syntyneen radioaktiivisen jätteen osalta varoja Valtion ydinjätehuoltorahastoon (luku 11.2) sekä muun radioaktiivisen jätteen osalta edellyttämällä vakuuden asettamista.

Vastaavasti toiminnanharjoittajan, jonka säteilyn käytön seurauksena syntyy radioaktiivisia jätteitä, on säteilytoiminnan aikana ja sitä lopetettaessa huolehdittava siitä, ettei radioaktiivisista jätteistä aiheudu haittaa terveydelle tai ympäristölle ja että toiminnassa syntyvät radioaktiiviset jätteet tehdään vaarattomiksi (säteilylaki 859/2018).

Radioaktiivisten jätteiden vaarattomaksi tekemiseksi käytöstä poistetut säteilylähteet voidaan palauttaa valmistajalle, luovuttaa toiselle toiminnanharjoittajalle hyötykäyttöön, lyhytikäisten radionuklidien osalta vanhentaa valvotuissa olosuhteissa niin kauan, että radioaktiivisen hajoamisen seurauksena radioaktiivisen aineen määrä on pienentynyt riittävän alhaiselle tasolle tai loppusijoittaa.

Radioaktiivisten jätteiden osalta valtiolla on toissijainen huolehtimisvelvollisuus, mikäli toiminnanharjoittaja ei kohtuullisessa ajassa täytä tai ei voida olettaa täyttävän hänelle kuuluvia velvoitteita tai ei ole toiminnanharjoittajaa, jonka toimialaan kuuluu radioaktiivisten jätteiden vaarattomaksi tekeminen eikä lähdettä voida palauttaa valmistajalle. Tällöin valtio huolehtii jätteiden vaarattomaksi tekemisestä.

Toiminnanharjoittajan on kuitenkin korvattava valtiolle vaarattomaksi tekemisestä aiheutuneet kulut. Ionisoivasta säteilystä annetun valtioneuvoston asetuksen mukaan Säteilyturvakeskus huolehtii valtion vastuulle määritetyistä tehtävistä. Vastuu jätteistä siirtyy valtiolle, kun ne on luovutettu Säteilyturvakeskuksen haltuun. Säteilyturvakeskuksessa radioaktiivisten jätteiden vastaanottamisesta ja vaarattomaksi tekemisestä ja radioaktiivisten jätteiden huoltoa koskevasta valvonnasta vastaavat eri osastot.

4.5 Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisten jätteiden luokittelu

Suomessa ydinenergian käytön seurauksena syntyvä radioaktiivinen jäte luokitellaan ydinenergiain mukaisesti hyvin matala-, matala- ja keskiaktiiviseksi jätteeksi. Lisäksi käytetty ydinpolttoaine luokitellaan korkea-aktiiviseksi jätteeksi.

Ydinenergian käytön seurauksena syntyvät radioaktiiviset jätteet on luokiteltava seuraavien periaatteiden mukaisesti:

- Hyvin matala-aktiivisella jätteellä tarkoitetaan radioaktiivista jätettä, jonka merkittävien radionuklidien keskimääräinen aktiivisuuspitoisuus ei ylitä arvoa 100 kBq/kg ja jonka kokonaisaktiivisuus yhtä luvitettua laitosta kohti ei ylitä arvoa 1 TBq ja α -aktiivisuus ei ylitä arvoa 10 GBq.
- Matala-aktiivisella jätteellä tarkoitetaan radioaktiivista jätettä, jonka aktiivisuus on niin pieni, että sitä voidaan käsitellä ilman erityisiä säteilysuojausjärjestelyjä. Jätteen aktiivisuuspitoisuus on yleensä enintään 1 MBq/kg.

- Keskiaktiivisella jätteellä tarkoitetaan radioaktiivista jätettä, jonka aktiivisuus on niin suuri, että sitä käsiteltäessä tarvitaan tehokkaita säteilysuojausjärjestelyjä. Jätteen aktiivisuuspitoisuus on yleensä 1 MBq/kg ja 10 GBq/kg välillä.
- Korkea-aktiivisella jätteellä tarkoitetaan radioaktiivista jätettä, jonka aktiivisuus on niin suuri, että sitä käsiteltäessä tarvitaan hyvin tehokkaita säteilysuojausjärjestelyjä ja yleensä myös jäähdtyystä. Jätteen aktiivisuuspitoisuus on tällöin yleensä yli 10 GBq/kg.

Lisäksi ydinenergian käytön seurauksena syntyvät radioaktiiviset jätteet on lajiteltava ja luokiteltava jatkokäsittelyn, valvonnasta vapautuksen, varastoinnin ja loppusijoituksen kannalta tarkoituksenmukaisella tavalla.

Säteilyn käytössä syntyvä radioaktiivinen jäte luokitellaan hävittämisreittien mukaan. Käytetyt umpilähteet ja muu kiinteä radioaktiivinen jäte on palautettava toimittajalle tai luovutettava toimitettavaksi Olkiluodossa sijaitsevaan valtion pienjätevarastoon, ellei niistä voida huolehtia vanhentamalla. Jäte voidaan toimittaa hävitettäväksi normaalina yhdyskuntajätteenä jätteenpolttolaitokseen tai kaatopaikalle, jos radioaktiivisten aineiden määrät ovat tätä tarkoitusta varten määrättyjä vapauttamisrajoja pienempiä. Hävitettäväksi toimitettavan jätepakkausten kokonaisaktiivisuuden tulee alittaa nuklidikohtainen vapaaraja ja kuukauden aikana yhdestä säteilynkäyttöpaikasta hävitettäväksi toimitettavien jätepakkausten enimmäismäärä on rajattu. Vastaavasti määrättyillä aktiivisuustasoilla ovat sallittuja päästöt viemäriin tai ilmaan. Viemäripäästöille on asetettu kuukausitasolla lukumääräinen enimmäismäärä yhtä säteilynkäyttöpaikkaa kohti. Toiminnanharjoittajalla tulee olla jätteitä koskeva kirjanpito, josta käy ilmi mm. jätteen sisältämät radionuklidit ja niiden aktiivisuus ja muut tarvittavat tiedot jätteen käsittelemiseksi sekä tiedot sen hävittämisestä.

Radioaktiivisia jätteitä voidaan Suomessa vapauttaa valvonnasta yleisellä vapauttamismenettelyllä. Yleisen vapauttamismenettelyn lisäksi sekä säteilylaissa että ydinenergialaissa on määritelty tapauskohtainen valvonnasta vapauttamismenettely. Yleisen valvonnasta vapauttamismenettelyn rajoista kiinteille radioaktiiville jätteille määrätään Säteilyturvakeskuksen määräyksessä vapaarajoista ja vapauttamisrajoista (STUK SY/1/2018). Tapauskohtaisessa valvonnasta vapauttamisessa noudatetaan Säteilyturvakeskuksen erikseen hyväksymiä aktiivisuusrajoja. Valvonnasta vapautettuun jätteeseen ei sovelleta ydinenergia- tai säteilylakia ja sitä voidaan käsitellä jätelain mukaisesti kuten tavanomaista yhdyskunta- tai teollisuusjätettä.

Luonnosta peräisin olevia maa-, kivi-, tai muita aineksia käsiteltäessä voi teollisten prosessien lopputuotteisiin, prosessijakeisiin tai jätteisiin kertyä tavanomaista suurempia pitoisuuksia luonnon radioaktiivisia aineita. Tällaista luonnonsäteilylle altistavaa toimintaa voivat olla esimerkiksi kaivos- ja malminrikastustoiminta, metallinjalostus ja pohjaveden käsittely. Luonnonsäteilylle altistavassa toiminnassa syntyvät jätteet eivät ole säteilylain mukaista radioaktiivista jätettä, mutta niiden jätehuollossa pitää selvittää työntekijöiden ja väestön luonnonsäteilyaltistus, jos luonnon radioaktiivisten aineiden aktiivisuuspitoisuudet ovat suurempia kuin vapauttamisrajat. Jos selvitys osoittaa, että altistus voi olla viihearvoa suurempi, työntekijöiden ja väestön säteilyturvallisuus on otettava jätehuollossa huomioon.

Säteilyvaaratilanteiden jälkeisissä suojelutoimissa voi syntyä kohtalaisen suuria määriä jätteitä, joissa aktiivisuuspitoisuudet ovat suurempia kuin vapauttamisrajat. Suojelutoimissa syntyvät jätteet eivät yleensä ole myöskään säteilylain mukaista radioaktiivista jätettä. Jätteiden käsittelystä vastaavan toimijan on selvitettävä jätteistä aiheutuva työntekijöiden ja väestön säteilyaltistus. Jos selvitys osoittaa, että

altistus voi olla viitearvoa suurempi, työntekijöiden ja väestön säteilyturvallisuus on otettava jätehuollossa huomioon.

5 Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen määrät ja arviot tulevista määristä

Suomessa käytettyä ydinpolttoainetta syntyy käyville ydinvoimalaitoksilla Olkiluodossa ja Loviisassa. Vuoden 2019 lopussa laitospaikkakunnilla oli allasvarastoissa käytettyä ydinpolttoainetta yhteensä 2261 tHM (tons of Heavy Metal eli tonnia raskasmetallia). Tämänhetkisten arvioiden mukaan käytettyä ydinpolttoainetta on varastoituna vuonna 2030 noin 3200 tHM ja vuonna 2050 noin 4200 tHM. Arvio perustuu Olkiluodon ja Loviisan ydinvoimalaitosyksiköiden (OL1-2 ja LO1-2) voimassa olevien käyttö lupien mukaisiin käyttöjaksoihin sekä arvioihin OL 3 ja Hanhikivi 1 -laitosyksiköiden käynnistymisajankohdista. Tässä arvioissa ei ole vielä huomioitu loppusijoituksen aloittamista 2020 -luvulla, koska loppusijoituksen tarkka alkamisajankohta ja käytettävä loppusijoitusnopeus eivät ole vielä tiedossa. Edellä mainittujen lisäksi Otaniemessä oli varastoituna vuoden 2019 lopussa noin 21 kgHM (kilograms of Heavy Metal eli kilogrammoja raskasmetallia) tutkimusreaktorin käytettyä ydinpolttoainetta. Kyseinen polttoaine palautettiin jatkokäyttöön TRIGA-reaktorille Yhdysvaltoihin vuonna 2020.

Suurin osa Suomessa syntyvistä radioaktiivisista jätteistä syntyy ydinenergian käytön seurauksena. Voimalaitospaikkakunnilla ja Otaniemessä tutkimusreaktorilla varastoitujen sekä voimalaitospaikkakunnilla sijaitseviin matala- ja keski-aktiivisen jätteen loppusijoitustiloihin loppusijoitettujen radioaktiivisten jätteiden määrä vuoden 2019 lopussa on esitetty taulukossa 1. Taulukon 1 luvuissa on mukana myös Olkiluodon matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoituslaitokseen loppusijoitetut säteilytoiminnasta peräisin olevat radioaktiiviset jätteet.

Taulukko 1. Varastoitujen ja loppusijoitettujen radioaktiivisten jätteiden määrä Suomessa 31.12.2019.

Jätetyyppi	Varastoitu määrä m ³	Loppusijoitettu määrä m ³
hyvin matala-aktiivinen	204	1)
matala-aktiivinen	1691	6541
keski-aktiivinen	1970	2117
korkea-aktiivinen	0	0

1) Hyvin matala-aktiivinen jäte on loppusijoitettu matala-aktiivisten jätteiden loppusijoituslaitokseen.

Suomessa varastoissa on yleensä vain lyhytaikaisesti pieniä määriä valvonnasta vapautusta tai loppusijoitusta odottavaa radioaktiivista jätettä. Tästä syystä Suomi ei ole laatinut lainkaan ennustetta varastoitujen radioaktiivisten jätteiden määrästä. Loppusijoitettujen jätteiden määräennusteet vuosille 2030 ja 2050 on esitetty taulukossa 2 (Taulukko 2).

Taulukko 2. Ennuste loppusijoitettujen radioaktiivisten jätteiden määrästä vuosina 2030 ja 2050.

Jätetyyppi	Loppusijoitettu vuonna 2030 m ³	Loppusijoitettu vuonna 2050 m ³
hyvin matala-aktiivinen	2300	6900
matala-aktiivinen	8761	10661
keski-aktiivinen	8278	9078
korkea-aktiivinen	ei arvioitu	ei arvioitu

Ydinvoimalaitosten käytöstäpoistossa syntyviä jätemääriä on arvioitu luvanhaltijoiden kuuden vuoden välein päivittämissä käytöstäpoistosuunnitelmissa. Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitosten käytöstäpoiston seurauksena radioaktiivisia jätteitä syntyy noin 57000 m³. Tutkimusreaktorin käytöstäpoistossa syntyy radioaktiivisia jätteitä noin 40 m³.

Vuoden 2019 lopulla valtion pienjätevarastossa oli umpilähteitä karkean arvion mukaan 12100 kappaletta vastaten kokonaisaktiivisuutta 11,7 TBq. Mikäli umpilähteiden määrä lisääntyy tasaisesti, on niitä varastossa 13000 kappaletta vuonna 2030 ja 15500 kappaletta vuonna 2050. Arviossa ei ole huomioitu vuonna 2018 voimaan astuneen säteilylain vaikutuksia, joka edellyttää, että käytetyt umpilähteet on ensisijaisesti palautettava alkuperämaahan.

Suomessa otettiin keväällä 2020 käyttöön IAEA:n kehittämä SRIS -tietokanta (**Spent Fuel and Radioactive Waste Information System**). IAEA on kehittänyt tietokantaa yhteistyössä Euroopan komission kanssa ja sen avulla jäsenvaltioiden on tarkoitus toimittaa jatkossa sähköisesti radioaktiivisia jätteitä ja käytettyä ydinpolttoainetta koskevat määrä- ja ennustetiedot sekä IAEA:lle että Euroopan komissiolle.

Tietokantaan tallennetaan tiedot sekä varastoissa että loppusijoitettuna olevista radioaktiivisista jätteistä ja käytetystä ydinpolttoaineesta. Lisäksi tietokantaan tallennetaan ennusteet radioaktiivisten jätteiden ja käytetyn ydinpolttoaineen määristä tulevina vuosina. Suomen tavoitteena on viedä jätemääriä koskevat tiedot SRIS-tietokantaan vuosittain ja julkaista ne aina kolmen vuoden välein käytetyn polttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon turvallisuutta koskevan yleissopimuksen (SopS 36/2001) mukaisen raportoinnin yhteydessä. Vuonna 2020 julkaistiin vuoden 2019 lopun (31.12.2019) jäteinventaarია koskevat tiedot sekä ennusteet vuosille 2030 ja 2050 [6].

Jätekirjanpidon osalta lähivuosien tavoitteena on kehittää edelleen ja vakiinnuttaa kansallista jätekirjanpitoa koskevat kirjanpitomenettelyt. Menettelyiden vakiinnuttaminen edellyttää vielä tarkempaa määrittelyä siitä, mitä tietoja kansallisessa tietokannassa on tarkoituksenmukaista säilyttää. Nyt käyttöönotettu SRIS-tietokanta asettaa vaatimukset kansainvälisesti vaadittaville tiedoille, mutta kansallinen keskustelu tietokantaan sisällytettävistä tiedoista on vielä kesken.

Jätekirjanpitoa koskevia vaatimuksia on asetettu toiminnanharjoittajille säteilylaissa ja sen nojalla annetussa määräyksessä STUK S/2/2019. Ydinlaitoksia koskien jätekirjanpitoa koskevia vaatimuksia on esitetty määräyksessä STUK Y/4/2018 ja YVL-ohjeessa D.4. Toiminnanharjoittajilla on velvollisuus pitää yllä ajantasaista kirjanpitoa hallussaan olevista radioaktiivisista jätteistä ja käytetystä polttoaineesta. Tämän suhteen käytännöt ovat vakiintuneita eikä niiden osalta ole tunnistettu välittömiä kehitystarpeita. Toiminnanharjoittajat myöskin ylläpitävät ja päivittävät tulevaisuuden jätemääräennusteita oman jätehuoltonsa suunnittelun taustatiedoiksi sekä kustannusten arvioimiseksi.

Varastoissa ja loppusijoitettuna olevien radioaktiivisten jätteiden ja käytetyn ydinpolttoaineen määrät tiedetään tarkasti. Jätekirjanpitoon aiheuttaa haasteita erityisesti radioaktiivisen jätteen määrien ennustaminen vuosikymmenien päähän. Ydinvoimalaitosten osalta jätemääriä koskevat ennusteet perustuvat käyville laitossyksiköiltä saatuihin käyttökokemuksiin. Ennusteisiin liittyy kuitenkin epävarmuuksia, koska esimerkiksi ydinlaitoksen mahdollisten radioaktiivisen jätteen määrään vaikuttavien tulevien käyttötapauksien (esim. polttoainevuodot, suuremmat ennakoimattomat huoltotarpeet, ylimääräiset seisokit) ennustaminen etukäteen on mahdotonta.

Ennusteiden laatimista vaikeuttaa myös se, että laitosten käyttöluvut ovat aina määräaikaista eikä tulevaa käyttöä pituutta tiedetä. Myöskään uusien ydinvoimalaitosten tarkkaa käyttöönottoaajankohtaa ei vielä

tiedetä. Uusien laitosten osalta tiedot tarkentuvat, kun laitosten käyttö alkaa ja saadaan ensimmäisten vuosien jätekertymätiedot. Käytöstäpoistossa syntyvien radioaktiivisten jätteiden määräarviot tulevat tarkentumaan käytöstäpoiston suunnittelun edetessä lähempänä käytöstäpoistojen toteuttamisen ajankohtaa.

Säteilytoiminnan seurauksena syntyneiden radioaktiivisten jätteiden määrät ovat vähäisiä ja määräarviot ovat tässä vaiheessa hyvin yleisellä tasolla. Kunhan saadaan enemmän kokemuksia siitä, miten lähteiden palauttaminen alkuperämaahan alkaa toteutua, ennusteita jätemääräarvioiksi voidaan täsmentää.

Jätemääräarvioiden laskemiseen on tarpeen kehittää yhteinen ohjeistus, jotta erityisesti ydinlaitoksia koskevien arvioiden laatiminen olisi eri toimijoiden osalta yhdenmukaista. Ne kuitenkin tuottavat suurimman osan Suomessa syntyvistä radioaktiivisista jätteistä. Tällä hetkellä tietojen kokoaminen on työlästä, koska eri tahojen tuottamat jätetiedot eivät ole yhteismitallisia. Lisäksi säteilyn käytön osalta jätemäärätietoja ei ole kerätty keskitetysti. STUK vastaa tietojen koostamisesta kansainvälisten sopimusvelvoitteiden raportointia varten ja ylläpitää tietoja loppusijoitettujen radioaktiivisten jätteiden määrästä. Sen sijaan kaikesta Suomessa varastoituna olevista radioaktiivisista jätteistä ei ylläpidetä ajantasaista tietokantaa.

Suurimmat määrät säteilylain mukaista jätettä luonnonsäteilylle altistavassa toiminnassa syntyvät Suomessa metallimalmien rikastuksessa ja metallinjalostuksessa. Osa Suomeen sijoitettavista jätteistä on peräisin ulkomaisista raaka-aineista. Vastaavasti joissain tapauksissa Suomessa valmistettavien tuotejakeiden mukana olevat luonnon radioaktiiviset aineet päätyvät luonnonsäteilyä sisältäväksi jätteeksi tai radioaktiiviseksi jätteeksi ulkomaille. Ulkomaille päätyvien jätteiden kokonaismäärää ei ole arvioitu.

Terrafame Oy (aikaisemmin Talvivaara Sotkamo Oy) muodostaa raudan sakeutuksen alitetta noin 300 000 tonnia vuodessa ja se sijoitetaan edelleen käsiteltynä vaarallisen jätteen kaatopaikalle kaivosalueella.

Umicore Finland Oy:n Kokkolan kobolttitehtaan rautasakkaa muodostuu noin 30 000 tonnia vuodessa ja se sijoitetaan vaarallisen jätteen kaatopaikalle.

Venator Oy:n pigmenttitehtaan purkamista Porissa suunnitellaan ja tiedossa on, että osa jätteistä sisältää luonnon radioaktiivisia aineita vapauttamisrajoja suurempina pitoisuuksina. Näiden jätteiden kokonaismäärä ei ole vielä tiedossa, koska jätteiden karakterisointityö on vielä kesken.

Talousvettä tuottavat pohjaveden käsittelylaitokset ovat vasta aloittamassa selvitystyötä Suomessa, mutta STUK:n FINNORM-projektissa tehdyn esiselvityksen perusteella osasta näistä syntyy jätteitä, joissa luonnon radioaktiivisten aineiden pitoisuudet ovat suurempia kuin vapauttamisrajat. Pohjaveden käsittelylaitosten jätteiden kokonaismääristä saadaan tietoa vasta tulevien selvitysten perusteella.

Pieniä muutaman tonnin jäte-eriä on esiintynyt esimerkiksi metallinkierrätyksessä ja malminrikastuskokeissa ja nämä on sijoitettu teollisuuskaatopaikoille tai ovat edelleen varastossa odottamassa mahdollisia jatkotutkimuksia tai loppukäsittelyä.

Muutamilla teollisuusalueiden kaatopaikoilla ja vanhoilla kaivannaisjätealueilla on vanhoja jätteitä edellisen säteilylain aikakaudelta tai sitä edeltävältä ajalta, jotka nykyisessä säteilylainsäädännössä katsottaisiin syntyneen luonnonsäteilylle altistavassa toiminnassa. Näiden jätteiden kokonaismääriä voidaan arvioida paremmin, kun STUKin FINNORM-projektissa kehittämä NORM-ainesten tietokanta saadaan täydennettyä.

6 Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon periaatteet

Toiminnanharjoittajan, jonka toiminnan yhteydessä tai seurauksena syntyy käytettyä ydinpolttoainetta tai radioaktiivista jätettä, on huolehdittava kaikista näiden jätteiden huoltoon kuuluvista toimenpiteistä ja niiden asianmukaisesta valmistelemisesta sekä vastattava niiden kustannuksista. Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon toteuttamisen periaatteista, kuten esimerkiksi toteuttamisratkaisuksista ja aikatauluista, päättää kuitenkin valtio toiminnanharjoittajan esittämän jätehuoltoa koskevan suunnitelman perusteella. Periaatteista päättämiseksi säteilylaissa ja ydinenergialaissa on käytössä erilaiset menettelyt.

Käytetyn ydinpolttoaineen ja ydinenergian käytön seurauksena syntyneen radioaktiivisen jätteen huollon periaatteista päättäminen

Ydinenergialain mukaan työ- ja elinkeinoministeriö tai Säteilyturvakeskus, milloin se on myöntänyt luvan ydinenergian käyttöön, joka tuottaa radioaktiivisia jätteitä ja käytettyä ydinpolttoainetta, päättää periaatteista, joihin nojautuen toiminnassa syntyvistä jätteistä on huolehdittava. Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon periaatteita koskevista päätöksissä on määriteltävä, mitä aikataulua ja toteuttamisratkaisua keskeisimmässä jätehuollon vaiheissa on noudatettava. Päätöksessä on mainittava myös, milloin käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon toimenpiteet on viimeistään suoritettava. Päätöksessä ei tarkastella yksityiskohtaisesti toimintapolitiikan eri tavoitteiden täyttymistä, mutta toiminnanharjoittajan on kuitenkin suunniteltava ja toteutettava ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huolto toimintapolitiikan periaatteiden mukaisesti. Niiden toteutumista valvotaan osana STUKin suorittamaa jatkuvaa valvontaa.

Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon toteuttamisen periaatteita voidaan myöhemmin tarvittaessa muuttaa. Valtio voi myös hakemuksesta siirtää käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon toteuttamista koskevan vastuun toiselle toiminnanharjoittajalle. Vastuun siirtämisen ehtona on, että siirtäminen ei vaaranna käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon toteuttamista. Valtion tulee tässä yhteydessä harkita, voidaanko luovutuksensaajalle myöntää ydinenergialain edellyttämä lupa käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen hallussapitoon ja muuhun jätteiden huollon edellyttämään toimintaan. Jos näin ei voida tehdä, kysymys vastuun siirtämisestä raukeaa. Lisäksi luovutuksensaajan tulee esittää hyväksyttävät suunnitelmat käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon toteuttamiseksi ja jätehuollon kustannuksiin varautumiseksi. Käytännössä tätä mahdollisuutta vastuun siirtämiseen ei ole vielä koskaan käytetty.

Toiminnanharjoittajan vastuu käytetystä ydinpolttoaineesta ja radioaktiivisesta jätteestä jatkuu, kunnes jätteiden huolto on kunkin jätteen osalta suoritettu loppuun ja valtio on tehnyt päätöksen vastuun päättymisestä. Käytännössä tämä tarkoittaa useimpien toiminnanharjoittajien kohdalla vaihetta, jossa ydinlaitos on poistettu käytöstä ja purettu, kaikki käytetty ydinpolttoaine ja radioaktiivinen jäte on loppusijoitettu ja loppusijoituslaitokset on suljettu. Vastuun päättymisen on mahdollista myös siten, että kaikki toiminnanharjoittajan huolehdittavana oleva käytetty ydinpolttoaine ja radioaktiivinen jäte on siirretty toiselle toiminnanharjoittajalle. Suomessa ei ole vielä tehty yhtään päätöstä toiminnanharjoittajan vastuun päättymisestä.

Säteilyn käytön seurauksena syntyneiden radioaktiivisten jätteiden huollon pääperiaatteet

Säteilyn käytön seurauksena syntyneiden radioaktiivisten jätteiden huollolle on kolme pääperiaatetta: 1) käytöstä poistetut umpilähteet pyritään palauttamaan maahantuojalle tai valmistajalle, 2) lyhytikäiset

nuklidit ja niitä sisältävät jätteet vanhennetaan, 3) vähäiset määrät vapautetaan valvonnasta, ja viimeisenä: 4) loppusijoitetaan ne radioaktiiviset jätteet, joita ei voida käsitellä kohtien 1 – 3 mukaisesti.

Toiminnanharjoittajien on esitettävä toiminnan aikana ja sitä lopetettaessa syntyvien radioaktiivisten jätteiden huoltoa koskevat suunnitelmat STUKille hyväksyttäväksi osana turvallisuuslupahakemusta tai haettava muutoksena turvallisuuslupaan sen voimassaoloaikana.

6.1 Ydinlaitosten jätehuollon periaatteista tehdyt päätökset

Suomessa syntyneen käytetyn ydinpolttoaineen ja ydinenergian käytöstä peräisin olevan radioaktiivisen jätteen huoltoa ohjattiin aluksi ydinvoimalaitosten määräajaksi myönnettyihin käyttö lupiin asetetuilla lupaehdoilla, kunnes valtioneuvosto vuonna 1983 laati käytetyn ydinpolttoaineen ja ydinenergian käytöstä peräisin olevan radioaktiivisen jätteen huollon periaatteellisen ohjelman (Kts. luku 2). Ydinenergiain edellyttämiä käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon toteuttamisen periaatteita koskevia päätöksiä on tehty Loviisan ja Olkiluodon käyville ydinvoimalaitosyksiköille vuosina 1989 (62/814/87, 63/814/87 ja 11/815/88) [10], 1991 (7/815/91 KTM) [11] ja 1995 (9/815/95 KTM) [12] ja Olkiluodon kolmannelle laitosyksikölle vuonna 2011 (TEM/1592/08.05.01/2011) [13]. FIR 1 - tutkimusreaktorille vastaava päätös on tehty vuonna 1985 (25/816/84) [14]. Posivaa koskeva päätös on tehty vuonna 2021 (VN/11149/2021) [15].

Vuonna 1989 tehdyissä päätöksissä [10] Loviisan voimalaitoksen käytetyn ydinpolttoaineen huoltovaihtoehdoksi hyväksyttiin palauttaminen Neuvostoliittoon. Polttoaineen palauttamisen yhteydessä käytetty ydinpolttoaine siirtyi kokonaisuudessaan Suomen oikeudenkäytävällä ulkopuolelle. Palauttaminen perustui Imatran Voima Oy:n (nyk. Fortum) ja V/O Atomenergoexportin välisiin vuosina 1987 ja 1986 tekemiin sopimuksiin. Tästä johtuen Imatran Voima Oy:lta ei edellytetty käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen suunnittelemista Suomeen. Matala- ja keskiaktiiviset jätteet edellytettiin käsiteltäväksi, varastoitavaksi ja loppusijoitettavaksi Suomessa. Päätöksen mukaan matala- ja keskiaktiivisten jätteiden loppusijoittaminen oli Loviisassa aloitettava vuosien 1997-2000 välisenä aikana. Lisäksi voimalaitoksen käytöstäpoistosuunnitelmaa oli päivitettävä viiden vuoden välein.

TVO:n käytetyn ydinpolttoaineen huollossa tuli vuonna 1989 tehdyn päätöksen [10] mukaan pyrkiä kansainvälisiin keskitettyihin loppusijoitusratkaisuihin sopimusjärjestelyin, jotka mahdollistavat käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamisen ulkomaille. Varautumista Suomessa tapahtuvaan loppusijoitukseen edellytettiin jatkettavan, jollei edellä mainitun kaltaisia sopimusjärjestelyjä saavutettaisi. TVO:lle asetettiin kotimaisen loppusijoituksen edistämistä koskeva tavoiteaikataulu, jonka mukaan loppusijoituspaikka oli valittava vuoden 2000 loppuun mennessä. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamislupaa varten tarvittavat suunnitelmat oli toimitettava viranomaisille vuoden 2010 loppuun mennessä. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus olisi päätöksen mukaan aloitettava noin vuonna 2020. Matala- ja keskiaktiivisen jätteiden osalta asetetut huoltoperiaatteet olivat samat, jotka asetettiin koskemaan myös Imatran Voima Oy:tä. TVO:n oli otettava matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoituslaitos käyttöön kuitenkin jo vuoden 1992 loppuun mennessä. Ydinvoimalaitoksen käytöstäpoistoa koskevat suunnitelmat oli päivitettävä viiden vuoden välein.

Vuonna 1991 kauppa- ja teollisuusministeriö (nyk. työ- ja elinkeinoministeriö) teki uuden käyviä ydinvoimalaitoksia koskevan päätöksen radioaktiivisten jätteiden ja käytetyn ydinpolttoaineen huollon periaatteista [11]. Päätöksessä tarkennettiin, että Loviisan matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoituslaitos tulee ottaa käyttöön vuoteen 2000 mennessä. TVO:n osalta päätöksessä todettiin, että koska TVO ei ole esittänyt ministeriölle sopimuksia käytetyn ydinpolttoaineen huollon järjestämisestä ulkomailta, sen tulee varautua kotimaisen loppusijoitusratkaisun kehittämiseen. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta koskeva tavoiteaikataulu säilyi ennallaan. Muilta osin vuoden 1983

periaatepäätöksessä esitetyt toiminnanharjoittajien radioaktiivisen jätteen ja käytetyn ydinpolttoaineen huoltoa koskevat periaatteet säilyivät ennallaan.

Vuonna 1994 eduskunnan ydinenergialakiin tekemän muutoksen johdosta Loviisan ydinvoimalaitoksen käytetyn ydinpolttoaineen vienti Venäjälle ei enää vuoden 1996 lopun jälkeen ollut hyväksyttävä käytetyn ydinpolttoaineen huollon periaate. Lakiuudistuksessa kiellettiin radioaktiivisten jätteiden ja käytetyn ydinpolttoaineen vienti ja tuonti Suomeen. Tämän seurauksena vuonna 1995 TVO ja Imatran Voima Oy ilmoittivat kauppa- ja teollisuusministeriölle yhtiöiden välisestä sopimuksesta, joka koski yhteistyötä käytetyn ydinpolttoaineen huollossa ja yhteisen loppusijoituslaitoksen rakentamista. Ministeriö hyväksyi TVO:n ja Imatran Voima Oy:n yhteisen suunnitelman käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksesta [12]. Päätöksessään ministeriö toteaa, että TVO:lle aikaisemmissa päätöksissä asetetut käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta koskevat aikataulutavoitteet säilyvät ennallaan. Samassa yhteydessä ministeriö päätti, että Loviisan voimalaitoksen käytetyn ydinpolttoaineen vienti Venäjälle ei ole enää mahdollista vuoden 1996 jälkeen. Muut radioaktiivisen jätteen huollon periaatteet säilyivät ennallaan.

Olkiluoto 3 -laitosyksikön osalta jätehuoltoa koskevista periaatteista tehtiin päätös vuonna 2011 (TEM/1592/08.05.01/2011) [13]. Päätöksen mukaan Olkiluoto 3 -laitosyksikön käytön ja käytöstäpoiston aikaiset matala- ja keskiaktiiviset jätteet on varauduttava varastoimaan Olkiluodossa sijaitsevaan matala- ja keskiaktiivisen jätteen välivarastoon ja loppusijoittamaan Olkiluodon matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoituslaitokseen. Käytetty ydinpolttoaine on varauduttava loppusijoittamaan Olkiluodossa rakenteilla olevaan Posivan Oy:n loppusijoituslaitokseen.

VTT:n FiR 1-tutkimusreaktorin jätehuollon periaatteiksi on hyväksytty kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksellä vuonna 1985 (KTM 11.7.1985) [14] käytetyn ydinpolttoaineen palauttaminen Yhdysvaltoihin sekä käytön ja tutkimusreaktorin purkamisen aikaisten jätteiden käsittely ja loppusijoittaminen Suomessa. Radioaktiivisten jätteiden loppusijoittamisen osalta periaatteena hyväksyttiin, että VTT sopii niiden loppusijoittamisesta voimayhtiöiden päätöksentekohetkellä suunnitteilla olleisiin matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoituslaitoksiin.

Posivan käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen jätehuollon periaatteiksi on hyväksytty työ- ja elinkeinoministeriön päätöksellä (VN/11149/2021) [15] laitoskokonaisuuden käytön aikana syntyvien hyvin matala-, matala- ja keskiaktiivisten jätteiden käsittely ja varastointi Olkiluodon ydinvoimalaitoksella. Päätöksen mukaan radioaktiiviset jätteet voidaan loppusijoittaa niiden aktiivisuuden ja muiden ominaisuuksien mukaisesti TVO:n Olkiluodon VLJ-luolaan, TVO:n Olkiluodon ydinvoimalaitoksen alueelle suunnitteilla olevaan maaperäloppusijoituslaitokseen tai Posivan matala- ja keskiaktiivisen ydinjätteen loppusijoitustilaan edellyttäen, että laitosten käyttöä koskevat luvat sallivat niiden loppusijoittamisen. Posivan tulee kuitenkin päätöksen mukaan varautua riittävästi ja oikea-aikaisesti laitoskokonaisuuden käytön aikana syntyvien radioaktiivisten jätteiden huoltoon kapselointi- ja loppusijoituslaitoksella, mikäli osoittautuu, että Olkiluodon ydinvoimalaitoksen infrastruktuuri ei ole Posivan käytettävissä kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käyttöajan loppuun saakka. Posivan tulee lisäksi varautua riittävästi ja oikea-aikaisesti kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käytöstäpoiston yhteydessä syntyvien radioaktiivisten jätteiden huoltoon. Päätöksessä on lisäksi todettu, että käytettävissä olevien suunnitelmien perusteella arvioituna, loppusijoituslaitoksen sulkeminen tulee toteuttaa viimeistään 2130-luvun loppuun mennessä.

6.2 Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen käsittelyn ja varastoinnin periaatteet

Ydinenergian käytön seurauksena syntyneiden radioaktiivisten jätteiden ja käytetyn ydinpolttoaineen käsittelyn ja varastoinnin periaatteet

Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon toteuttamisen periaatteiden mukaan Suomessa tapahtuneen ydinenergian käytön yhteydessä tai seurauksena syntynyt käytetty ydinpolttoaine ja radioaktiivinen jäte käsitellään ja varastoidaan Suomessa.

Käytetyn ydinpolttoaineen osalta edellä mainittu periaate tarkoittaa käytännössä sitä, että jälleenkäsittely ei ole Suomessa syntyneen käytetyn ydinpolttoaineen osalta mahdollista. Ydinenergiailaissa ei kielletä käytetyn ydinpolttoaineen jälleenkäsittelyä, mutta jotta se olisi mahdollista, jälleenkäsittelylaitoksen tulisi sijaita Suomessa.

Käytetyn ydinpolttoaineen varastointi toteutetaan Suomessa allasvarastoissa laitosalueilla. Toiminnanharjoittajat eivät ainakaan lähivuosina ole suunnittelemassa muun tyyppisen varastoratkaisun rakentamista ja käyttöönottoa. Käytettyä ydinpolttoainetta varastoidaan tyyppillisesti useita kymmeniä vuosia ennen kapselointia ja loppusijoitusta, jolloin polttoaineen jälkilämpöteho on laskenut loppusijoituksen kannalta sopivaksi.

Ydinenergiailaissa sallitaan käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen vähäisten määrien toimittaminen ulkomaille tutkimustarkoituksiin. Käytetty ydinpolttoaine ja radioaktiivinen jäte voidaan tutkimustoiminnan päätyttyä loppusijoittaa vastaanottavassa valtiossa, jos Suomella on siitä siirron ajankohtana voimassa oleva direktiivin 2011/70/Euratom tarkoittama valtioiden välinen sopimus. Ydinenergiailaissa sallitaan myös radioaktiivisen jätteen toimittaminen ulkomaille käsiteltäväksi tarkoituksenmukaisella tavalla. Käsitellyn radioaktiivisen jätteen radioaktiiviset lopputuotteet on kuitenkin palautettava Suomeen loppusijoitettavaksi.

Radioaktiiviset jätteet käsitellään pääosin Suomessa. Syntyvät radioaktiiviset jätteet pyritään käsittelemään ja loppusijoittamaan mahdollisimman nopeasti. Radioaktiivisten jätteiden käsittely ja pakkaaminen loppusijoitusastioihin tehdään voimalaitoksilla sijaitsevilla jätteenkäsittelytiloissa. Samoin jätteiden varastointi tapahtuu voimalaitosalueilla sijaitsevilla varastoissa.

Radioaktiivisten jätteiden käsittelyssä on olennaista, että radioaktiivisten jätteiden määrä pidetään niin pienenä kuin kohtuudella on käytännössä mahdollista. Periaate tarkoittaa käytännössä sitä, että jo ydinlaitoksen suunnittelussa ja käytössä pyritään asettamaan etusijalle ratkaisut, joilla laitoksen elinkaaren eri vaiheissa syntyvän jätteen määrä jää niin pieneksi kuin kohtuudella on käytännössä mahdollista.

Ydinlaitoksilla jätemäärän pienentämiseen tähtäävät toimenpiteet koskevat koko laitoksen toimintaa. Valvonta-alueelle vietävän ylimääräisen tavarain määrä pidetään pienenä (esim. pakkausmateriaaleja ei lähtökohtaisesti viedä valvonta-alueelle) ja muutostyöt suunnitellaan siten, että ylimääräistä jätettä ei synny. Jätteiden luokittelusta radioaktiivisuuden ja jätteen ominaisuuksien perusteella huolehditaan jo jätteiden syntypaikalla. Nämä yhdistettynä tehokkaisiin jätteiden käsittely- ja pakkausmenetelmiin ydinlaitoksilla on johtanut siihen, että radioaktiivisten jätteiden määrää on saatu tehokkaasti pienennettyä ja sen seurauksena myös loppusijoitettavan jätteen määrää on viime vuosina saatu vähennettyä. Nykyisin voimayhtiöt lähettävät myös aika ajoin isoja komponentteja sulatettavaksi ulkomaille, jotta jätteen tilavuutta saadaan pienennettyä. Loppusijoitettavaksi jää tällöin ainoastaan metallijätteen sulatuksesta Suomeen palautuva radioaktiivinen jäte. Lisäksi radioaktiivisia jätteitä on

mahdollisuus vapauttaa valvonnasta, jolloin jäte voidaan toimittaa kierrätettäväksi tai uudelleenkäyttöön normaalien jätteiden tapaan.

Jätteiden syntypaikkalajittelulla on saatu valvonnasta vapautukseen kelpaava jäte tehokkaammin erilleen muista radioaktiivisista jätteistä. Lisäksi ydinvoimalaitokset ovat panostaneet jätteiden valvonnasta vapautusmenettelyiden kehittämiseen. Tämä onkin johtanut siihen, että valvonnasta vapautettavien jätteiden määrät ovat kasvaneet. Kaikki hyödynnettävissä olevat materiaalit toimitetaan kierrätykseen.

Tulevaisuudessa on tarkoitus selvittää, olisiko valvonnasta vapautettujen huoltojätteiden polttaminen jossain Suomen jätteenpolttolaitoksessa mahdollista. Se pienentäisi kaatopaikoille päätyviä jätemääriä. Toistaiseksi jätteenpolttolaitokset eivät ole vastaanottaneet ydinvoimalaitoksilta valvonnasta vapautettuja jätteitä polttoprosessiinsa.

Säteilytoiminnasta peräisin olevan radioaktiivisen jätteen käsittelyn ja varastoinnin periaatteet

Suomessa toiminnanharjoittaja voi luovuttaa käytöstä poistetun radioaktiivista ainetta sisältävän umpilähteen toiminnanharjoittajalle, jonka toimialaan kuuluu radioaktiivisten jätteiden vastaanottaminen, käsittely ja varastointi. Umpilähteen ensisijainen käytöstäpoistovaihtoehto on niiden palauttaminen valmistajalle alkuperämaahan, mutta etenkin iäkkäiden umpilähteen osalta se ei tule toteutumaan. Vuonna 2018 voimaan tullessa säteilylaissa umpilähteille on määritelty enintään 40 vuoden käyttöikä, jota vanhemmat umpilähteet on poistettava käytöstä. Käytöstäpoistamiselle on määritelty viiden vuoden siirtymäaika, joka päättyy vuoden 2023 joulukuussa. Useita satoja iäkkäitä umpilähteitä tulee poistettavaksi käytöstä. Tämän jälkeen umpilähteitä tulee poistettavaksi vuosittain pienempiä määriä. Umpilähteen käytöstä poistolle on jatkossa oltava toimivat menettelyt joko niiden viemiseksi ulkomaille tai huolehtimiseksi Suomessa.

Radioaktiivinen jäte, luonnonsäteilylle altistavassa toiminnassa syntynyt jäte tai säteilyvaaratilanteen jälkeisissä suojelutoimissa syntynyt jäte voidaan vapauttaa säteilylain alaisesta valvonnasta, jos sen aktiivisuuspitoisuudet ovat pienempiä kuin vapauttamisrajat, tai yksittäistapauksissa STUKin päätöksellä, jos säteilylaissa säädetyt valvonnasta vapauttamisen edellytykset täyttyvät. Tällaista jätettä ei käsitellä enää säteilylain mukaisena jätteenä vaan se siirtyy jätelain piiriin.

Mikäli luonnonsäteilylle altistavassa toiminnassa tai säteilyvaaratilanteen jälkeisissä suojelutoimissa syntyvien jätteiden aktiivisuuspitoisuudet ovat suurempia kuin vapauttamisrajat, tulee jätteistä aiheutuva säteilyaltistus selvittää ja huomioida näiden jätehuollossa, jos työntekijöiden ja väestön altistus on viitearvoja suurempi. Käsittelyn ja loppukäsittelyn tavat valitaan etusijassa jäte- ja ympäristölainsäädännön perusteella. Tyypillisesti jätteet sijoitetaan kaatopaikalle tai kaivannaisjätteiden jätealueille. Jos selvitysten perusteella säteilyaltistuksen osoitetaan olevan vähäistä kyseisellä toimintatavalla, voi käsittely ja loppukäsittely tapahtua ilman, että säteilylainsäädännön perusteella tarvitsee asettaa lisävaatimuksia. Mikäli altistus on viitearvoja suurempaa, tulee altistusta rajoittavia toimia lisätä ja tarvittaessa hakea toiminnalle säteilylain mukainen turvallisuuslupa. Mikäli jätettä uudelleenkäytetään, kierrätetään tai hyödynnetään, tulee käyttötarkoitus huomioida altistuksen arvioinnissa. Radioaktiivisten jätteiden siirtoa, vientiä ja tuontia koskevat säädökset eivät koske luonnonsäteilylle altistavia jätteitä Suomessa.

Radioaktiiviset jätteet, jotka ovat peräisin säteilylain alaisesta säteilytoiminnasta, ja joita ei voida vapauttaa valvonnasta, varastoidaan valtion hallinnoimassa pienjätevarastossa Olkiluodossa. Valtion

hallussa on pienjätevarastossa myös korkea-aktiivisia umpilähteitä (High Activity Sealed Source, HASS). Vastaavia lähteitä on lisäksi varastoituina toiminnanharjoittajilla eri puolilla Suomea. Lähteet ovat melko iäkkäitä, 1960- ja 1970-luvuilta peräisin olevia, eikä niiden palauttaminen takaisin valmistajalle ole mahdollista. Näitä lähteitä säilytetään varastoissa, kunnes niiden loppusijoittaminen on mahdollista. Vastuu Olkiluodon pienjätevarastossa olevista radioaktiivisista jätteistä on valtiolla.

6.3 Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen loppusijoituksen periaatteet

Käytetyn ydinpolttoaineen ja ydinenergian käytön seurauksena syntyneiden radioaktiivisten jätteiden loppusijoituksen periaatteet

Ydinenergian käytön seurauksena syntynyt radioaktiivinen jäte ja käytetty ydinpolttoaine on loppusijoitettava Suomeen pysyvästi tarkoitetulla tavalla eikä niistä saa aiheutua haittaa ympäristölle tai ihmisille nyt tai tulevaisuudessa. Myös Suomessa syntyneiden radioaktiivisten jätteiden ulkomailla tehdyn käsittelyn seurauksena syntyneet radioaktiiviset jätteet palautetaan Suomeen loppusijoitettavaksi.

Tästä periaatteesta on muutamia ydinenergiailaissa säädettyjä poikkeuksia. Näissä poikkeustapauksissa käytetyn ydinpolttoaineen tai radioaktiivisen jätteen määrä on kuitenkin niin vähäinen, ettei niillä ole merkitystä päätettäessä käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon periaatteista. Valtio kuitenkin asettaa edellytyksiä näidenkin jätteiden osalta. Edellytyksenä käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen Suomen oikeudenkäyttövallan ulkopuolelle siirtämisen hyväksymiselle on, että siirtämisestä on tehty sitova vähintään toiminnanharjoittajien välinen sopimus ja sopimusta voidaan pitää käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon kannalta toteuttamiskelpoisena ottaen huomioon sopimuksen toteuttamisen aikataulu sekä muut ehdot.

Loppusijoituslaitoksen turvallisuuden on perustuttava passiivisiin ominaisuuksiin. Loppusijoituslaitos on suunniteltava siten, että se ei sulkemisen jälkeen vaadi ylläpitoa tai tarkkailua. Tyypillisesti loppusijoituslaitoksen rakentamisessa edetään vaiheittain. Ensin rakennetaan ne tilat, jotka ovat välttämättömiä toiminnan kannalta. Loppusijoituslaitoksen laajentamiseen varaudutaan jo laitoksen suunnitteluvaiheessa, mutta laajennuksen toteuttamisesta päätetään tarpeen mukaan erikseen. Esimerkiksi matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoittamiseen tarvittavien tilojen koko saattaa ydinvoimalaitoksen käytön aikana pienentyä alkuperäisten jätemääräarvioiden perusteella määrittelystä koosta tehokkaampien jätteiden lajittelu-, käsittely- ja valvonnasta vapautusmenettelyjen tai kokonaan uuden loppusijoituskonseptin (esim. maaperäloppusijotus) käyttöönoton takia. Vaiheittainen rakentaminen myös vähentää rakentamisen aiheuttamia haitallisia vaikutuksia kallioperän luontaisiin ominaisuuksiin.

Matala- ja keskiaktiiviset ydinenergian käytössä syntyneet jätteet loppusijoitetaan Suomessa kallioperässä noin 100 metrin syvyydessä sijaitsevaan loppusijoituslaitokseen. Loppusijoituslaitos on suunniteltu kallioperän ominaisuudet huomioon ottaen. Olkiluodossa sijaitsevassa loppusijoituslaitoksessa jätteet loppusijoitetaan siloihin ja Loviisassa tunneleihin. Alustavien suunnitelmien mukaan Pyhäjoelle rakennettava loppusijoituslaitos tulee olemaan tunnelityyppinen. Pyhäjoelle rakennettavan loppusijoituslaitoksen osalta suunnitelmat täsmentyvät edelleen loppusijoituslaitoksen paikkaa koskevien tutkimusten ja laitoksen suunnittelun edetessä tulevien vuosien aikana. Myös voimalaitosten käytöstäpoistossa syntyvät jätteet loppusijoitetaan olemassa oleviin loppusijoituslaitoksiin myöhemmin rakennettaviin laajennuksiin.

Ydinenergiailaissa mahdollistetaan myös hyvin matala-aktiivisen jätteen loppusijoittaminen maanperässä sijaitsevaan loppusijoituslaitokseen. Tällä hetkellä hyvin matala-aktiiviset jätteet loppusijoitetaan matala-

ja keskiaktiivisten jätteiden loppusijoituslaitoksiin. TVO suunnittelee maaperäloppusijoituslaitoksen rakentamista Olkiluotoon ja on arvioinut maaperäloppusijoituslaitoksen ympäristövaikutuksia [16][17]. Päätöstä maaperäloppusijoituslaitoksen rakentamisesta ei kuitenkaan ole vielä tehty eikä laitokselle ole haettu lupaa. Maaperäloppusijoituslaitoksen käyttöönottoaminen pienentäisi matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoituslaitokseen vietävien jätteiden määrää. Myös Fennovoima suunnittelee maaperäloppusijoituslaitoksen rakentamista Pyhäjoelle.

Käytetty ydinpolttoaine loppusijoitetaan Suomessa noin 400 metrin syvyyteen kallioperään rakennettavaan loppusijoituslaitokseen. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus toteutetaan ruotsalaisen SKB:n kehittämää KBS-3-menetelmää käyttäen. Menetelmästä on kaksi vaihtoehtoa: KBS-3V-vaihtoehdossa kapselit sijoitetaan pystysuoraan ja KBS-3H-vaihtoehdossa vaakasuoraan. Näistä vaihtoehdoista Suomessa on valittu ensisijaiseksi ratkaisuksi KBS-3V.

Käytetty ydinpolttoaine kapseloidaan ennen loppusijoittamista. Kapselointilaitoksessa käytetty ydinpolttoaine pakataan kuparista ja pallografiittiraudasta valmistettuihin loppusijoituskapseleihin. Kun polttoaineniput on siirretty kapseliin, se täytetään inertillä kaasulla ja suljetaan tiiviisti kapselin sisemmällä teräskannella. Kapselin päällimmäiseksi tuleva kuparikansi suljetaan hitsaamalla. Sauman tiiveys varmistetaan visuaalisesti sekä ainetta rikkomattomin menetelmin. Suljettu ja tarkastettu loppusijoituskapseli siirretään hissillä loppusijoituslaitoksen vastaanottoasemalle noin 420 metrin syvyyteen.

Säteilyn käytön seurauksena syntyneiden radioaktiivisten jätteiden loppusijoituksen periaatteet

Säteilyn käytön seurauksena syntyneitä radioaktiivisia jätteitä loppusijoitetaan Olkiluodon matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoituslaitokseen. Valtion ja toiminnanharjoittajien hallussa on kuitenkin korkea-aktiivisia umpilähteitä, joiden loppusijoittaminen Olkiluodon matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoituslaitokseen ei ole mahdollista niiden korkean aktiivisuuden vuoksi. Myös tietyt umpilähteet ja muu radioaktiivinen jäte sisältävät sellaisia radionuklideja, joita ei voida tällä hetkellä loppusijoittaa matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoituslaitokseen. Lisäksi jätteiden muut ominaisuudet, esimerkiksi kemiallinen muoto saattavat estää loppusijoittamisen olemassa oleviin tiloihin. Näitä säilytetään varastossa, kunnes niille on olemassa soveltuva loppusijoitusratkaisu. Näiden osalta tulee selvittää mahdollisuutta loppusijoittaa niitä joko matala- ja keskiaktiivisten jätteiden tai käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksiin. Vastuu Olkiluodon matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoituslaitokseen loppusijoitetuista radioaktiivisista jätteistä on valtiolla niiden loppusijoittamisen jälkeen.

7. Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon konseptit ja suunnitelmat sekä tekniset ratkaisut

Toiminnanharjoittajan, joka käyttää ydinenergiaa ja jonka toiminnan yhteydessä tai seurauksena syntyy käytettyä ydinpolttoainetta tai ydinenergian käytöstä syntyvää radioaktiivista jätettä, on osana jätehuollon valmistelua toimitettava työ- ja elinkeinoministeriölle arvioitavaksi kolmen vuoden välein suunnitelma käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon toteuttamiseksi. Nämä suunnitelmat sisältävät ajantasaiset käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huoltoa koskevat suunnitelmat ja tekniset ratkaisut, ja siten suunnitelmista muodostuu merkittävä lähtötieto tälle ohjelmalle. Työ- ja elinkeinoministeriö pyytää suunnitelmista lausunnon Säteilyturvakeskukselta.

Suunnitelmassa on esitettävä jätehuollon kokonaissuunnitelma aikatauluineen ja erittelyineen mukaan lukien tarpeelliset valmistelut ja tutkimustoimenpiteet sekä huolehtimisvelvollisuuden edellyttämät hallintojärjestelyt, arvio tutkimus-, kehitys- ja suunnittelutyön senhetkisestä tilasta sekä yksityiskohtainen suunnitelma seuraavien kolmen vuoden aikana toteutettaviksi aiotuista toimenpiteistä; sekä yleispiirteinen suunnitelma seuraavien kuuden vuoden aikana toteutettavista suunnitelluista toimenpiteistä.

Lisäksi on esitettävä selvitys mahdollisista toiminnanharjoittajan tekemistä käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huoltoa koskevista sopimuksista tai muista vastaavista järjestelyistä. Suunnitelma voi sisältää myös lyhyen katsauksen edellisellä kaudella toteutettuihin käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon toimenpiteisiin, ellei se ole toteutettu muulla tavoin. Suunnitelman perusteella voidaan seurata käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon suunnitelmien etenemistä sekä arvioida toiminnanharjoittajan toimenpiteiden riittävyyttä sekä ajantasaisuutta.

Olkiluodon ja Loviisan voimalaitosten suunnitelma vuosille 2019-2021 on julkaistu syyskuussa 2018 [18]. Suunnitelma päivitetään seuraavan kerran syyskuun 2021 loppuun mennessä. VTT:n tutkimusreaktoria koskeva suunnitelma [19] vuodelta 2020 päivitetään seuraavan kerran niin ikään syyskuussa 2021. Fennovoiman käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huoltoa koskevien toimenpiteiden etenemistä arvioidaan osana rakentamislupahakemuksen [20] käsittelyä ja rakentamisen aikaista viranomaisvalvontaa, kunnes Fennovoiman käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon toteuttamisen periaatteista on päätetty.

Toiminnanharjoittajien laatimien käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon suunnitelmien lisäksi toteutuneet toimenpiteet raportoidaan toiminnanharjoittajien laatimissa vuosikertomuksissa vuosittain [21]. Lisäksi käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen ja huollon kokonaistilanteesta Suomessa raportoidaan viranomaisten laatimissa kolmen vuoden välein ilmestyvissä Käytetyn polttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon turvallisuutta koskevan yleissopimuksen arviointiraporteissa [6] sekä direktiivin 2011/70/Euratom mukaisissa raporteissa [22]. Ne sisältävät yksityiskohtaisia tietoja Suomen käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisten jätteiden huollon suunnitelmista ja kehittämisestä.

Säteilyn käytön seurauksena syntyvän radioaktiivisen jätteen osalta toiminnanharjoittaja esittää turvallisuuslupaa hakiessaan menettelyt radioaktiivisten jätteiden käsittelylle. Turvallisuuslupaansa lisättävien uusien radioaktiivisia aineita sisältävien umpilähteiden osalta edellytetään sitoumusta valmistajalta tai maahantuojalta ottaa säteilylähde vastaan sen käytön päättyessä. Maahantuoja toimittaa tarvittaessa säteilylähteet niiden valmistajalle niiden käytöstä poiston jälkeen. Umpilähteet, joiden osalta palauttaminen valmistajalle ei toteudu, toimitetaan loppusijoitettavaksi Suomen Nukliditeknikka Oy:n kautta valtion pienjätevarastoon. Suomen Nukliditeknikka Oy on ainoa yritys, joka tällä hetkellä vastaanottaa ja käsittelee muiden toiminnanharjoittajien radioaktiivisia jätteitä. Muun radioaktiivisen

jätteen osalta tulee esittää menettelyt jätteen toimittamiselle jätteenpoltoon tai kaatopaikalle vapauttamisrajojen sallimissa määrissä. Lisäksi toiminnassa syntyvien päästöjen määrästä viemäriin tai ilmaan tulee esittää arvio. Mikäli jätteiden määrissä tai käsittelyssä tapahtuu toiminnan aikana muutoksia, sille tulee hakea etukäteen muutosta Säteilyturvakeskukselta. Säteilyn käytössä voi syntyä myös vapaarajat ylittäviä nestemäisiä jätteitä ja muiden ominaisuuksiensa vuoksi ongelmallisia jätteitä, joiden loppusijoitukselle ei ole tällä hetkellä olemassa ratkaisua. Näiden jätteiden käsittelyssä olisi käytännöllistä, jos voidaan hyödyntää ydinenergian käytössä syntyneiden jätteiden käsittelyyn tarkoitettujen laitosten mahdollisuuksia.

7.1 Matala- ja keskiaktiivinen jäte

Olkiluodon ja Loviisan ydinvoimalaitosten sekä VTT:n FiR 1 -tutkimusreaktorin käytössä ja käytöstäpoistossa syntyy matala- ja keskiaktiivisia jätteitä. Myös Posivan kapselointi- ja loppusijoituslaitoksella ja Hanhikiven ydinvoimalaitoksella syntyy laitosten käynnistyttyä matala- ja keskiaktiivisia jätteitä. Matala-aktiivisia jätteitä ovat esimerkiksi ydinlaitosten käytön sekä huolto- ja korjaustöiden yhteydessä kertyvät sekalaiset pakkaus-, teline-, suojaruste-, eriste- ja puhdistusmateriaalit.

Olkiluodon ja Loviisan ydinvoimalaitoksilla matala-aktiivinen jäte pakataan terästynnyreihin. Kokoonpuristuvat jätteet puristetaan kasaan, jolloin loppusijoituspakkauksiin saadaan mahtumaan enemmän jätettä. Olkiluodossa tynnyrit pakataan lisäksi betonilaatikoihin ennen loppusijoittamista. Olkiluodossa on vuonna 2019 aloitettu hyvin matala-aktiivisten jätteiden kerääminen ja käsittely suunnitteilla olevaa maaperäloppusijoitusta varten. Hyvin matala-aktiivinen jäte paalataan loppusijoitusta varten. Matala-aktiivisten jätteiden käsittely ei vaadi erityisiä säteilysuojausjärjestelyjä.

Keskiaktiivisia jätteitä, jotka vaativat käsiteltäessä säteilysuojan käyttöä, ovat mm. ydinvoimalaitosten prosessivesien puhdistukseen käytetyt ioninvaihtohartsit. Keskiaktiivinen jäte on pääosin märkää tai nestemäistä, joten se kuivataan ja/tai kiinteytetään ennen loppusijoittamista. Nestemäisten jätteiden varastointi ennen kiinteytystä tapahtuu laitoksilla tarkoitukseen suunnitelluissa säiliöissä.

Olkiluodossa märkä tai nestemäinen keskiaktiivinen jäte kiinteytetään bitumiin terästynnyreissä. TVO harkitsee bitumiin kiinteytyksen korvaamista sementillä, mutta ei toistaiseksi ole tehnyt päätöstä muutoksen toteuttamisesta. OL3-laitosyksiköllä keskiaktiivinen ioninvaihtohartsi kuivataan yhdessä matala-aktiivisten haihdutinkonsentraattien kanssa alipaineen avulla suoraan 200 litran tynnyriin. Kuivattua hartsijätettä sisältävät tynnyrit välivarastoidaan laitosalueella ennen loppusijoituskonseptin vahvistamista.

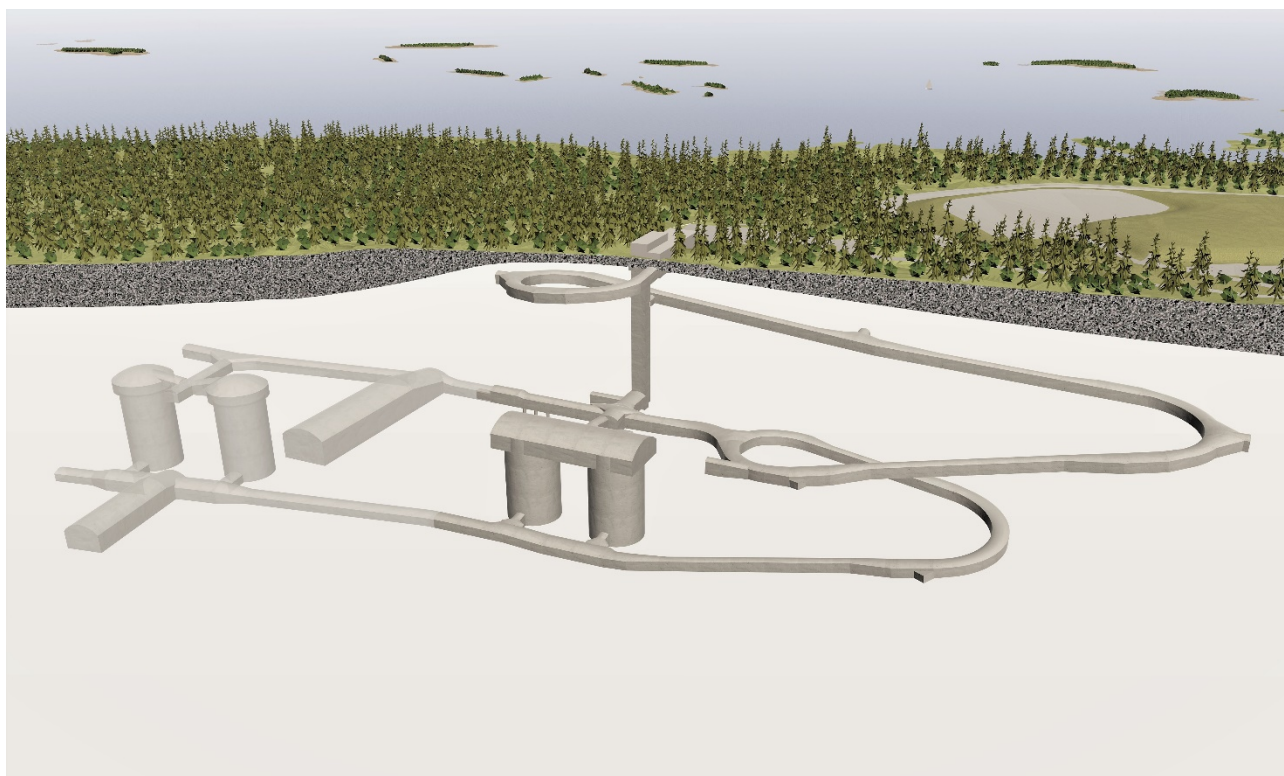
Loviisassa nestemäisiä jätteitä on varastoitu laitoksen käytön aloittamisesta asti varastosäiliöissä. Loviisan voimalaitoksella aloitettiin vuonna 2016 nestemäisten keskiaktiivisten jätteiden kiinteyttäminen sementtiin. Säteilysuojana toimii betoninen kiinteytysastia. Lisäksi Loviisan voimalaitoksella on puhdistettu osa nestemäisistä jätteistä käyttämällä Fortumin kehittämää selektiivistä ioninvaihtomenetelmää (NURES). Puhdistusmenetelmää käyttämällä on saatu pienennettyä huomattavasti kiinteytettävän jätteen määrää.

Olkiluodossa jätteitä varastoidaan väliaikaisesti voimalaitosyksiköillä, jäterakennusten varastoissa sekä matala-aktiivisen ja keskiaktiivisen jätteen välivarastoissa. Loviisassa voimalaitosjätteitä varastoidaan voimalaitosalueella sijaitsevilla varastotiloilla sekä loppusijoitustilojen yhteyteen valmistuneessa välivarastossa. Jätteiden varastointiaika on tyypillisesti lyhyt, sillä jätteitä siirretään

loppusijoituslaitokseen vuosittain. Loviisassa pidemmän aikaa, noin 5 vuotta, varastoidaan vain valvonnasta vapautusta odottavia jätteitä.

Ydinenergialaki mahdollistaa hyvin matala-aktiivisten jätteiden loppusijoittamisen maaperään. TVO harkitsee maaperäloppusijoituslaitoksen rakentamista ja on käynnistänyt sitä koskevan ympäristövaikutusten arviointimenettelyn vuonna 2020 [16], [17].

Matala- ja keskiaktiiviset jätteet loppusijoitetaan voimalaitosalueiden kallioperään rakennettuihin noin 100 metrin syvyydellä sijaitseviin loppusijoituslaitoksiin. Ne on otettu käyttöön 1990-luvulla. Olkiluodossa loppusijoituslaitos koostuu kahdesta siilosta, joista toiseen loppusijoitetaan matala-aktiiviset ja toiseen keskiaktiiviset jätteet (kuva 3). Olkiluodon loppusijoituslaitoksen yhteydessä on oma välivarasto valtion hallussa oleville radioaktiivisille jätteille, jotka ovat peräisin lähinnä terveydenhuollosta ja teollisuudesta. Valtion hallussa olevien jätteiden loppusijoitus Olkiluodon matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoituslaitokseen on aloitettu vuonna 2016.



Kuva 3. Olkiluodon matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoituslaitos. Käytössä olevat tilat on merkitty tumman harmaalla ja suunnitteilla oleva laajennus vaalean harmaalla. (lähde: TVO)

Loviisan matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoituslaitos koostuu kolmesta huoltojätetunnelista sekä yhdestä kiinteytetyn jätteen loppusijoitustilasta (kuva 4). Huoltojätetunneleihin 1 ja 2 loppusijoitetaan voimalaitoksen käytöstä syntyviä matala-aktiivisia jätteitä. Huoltojätetunnelia 3 käytetään toistaiseksi matala-aktiivisten jätteiden välivarastointiin ennen niiden valvonnasta vapauttamista. Varastointiaika on maksimissaan 5 vuotta. Huoltojätetunneli 3 on tarkoitus ottaa myöhemmin loppusijoituskäyttöön. Kiinteytetyn jätteen loppusijoitustilaan on vuoden 2019 lopusta alkaen loppusijoitettu sementtiin kiinteytettyä nestemäistä jätettä.

Molempia matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoituslaitoksia on suunniteltu laajennettavaksi käytöstäpoiston aikana syntyvien radioaktiivisten jätteiden loppusijoitusta varten. Lisäksi Olkiluodon loppusijoituslaitosta laajennetaan OL3:n käyttöjätteitä varten. Matala- ja keskiaktiivisten jätteiden

loppusjoiutuslaitosten laajennustarve on siirtynyt koko ajan pidemmälle tulevaisuuteen, sillä jätteiden käsittelyä kehittämällä on loppusijoitettavan jätteen tilavuutta onnistuttu pienentämään merkittävästi loppusjoiutuslaitosten suunnittelun ja rakentamisen aikaan tehtyihin jätemääräarvioihin verrattuna. Esimerkkejä jätetilavuuksia pienentäneistä toimintatavoista ovat tiiviimpi jätteiden pakkaaminen, valvonnasta vapautuksen tehostaminen, jätteiden lajittelun kehittämien sekä isojen komponenttien lähettäminen sulatettavaksi ulkomaille.

Matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusjoiutuslaitokset suljetaan nykyisten suunnitelmien mukaan käytetyn ydinpolttoaineen varastojen käytöstäpoiston valmistuttua. Sulkuvaiheessa tilat täytetään osittain ja tunneleihin ja kuiluihin rakennetaan tarvittavat betoniset sulkurakenteet. Sulkemissuunnitelmia tarkennetaan lähempänä loppusjoiutuslaitosten sulkemisajankohtaa. Loppusjoiutuslaitoksen sulkemisen jälkeen niitä ei tarvitse säteilyturvallisuussyistä valvoa.



Kuva 4. Loviisan matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusjoiutuslaitos. Käytössä olevat tilat on merkitty harmaalla ja suunnitteilla oleva laajennus vihreällä. (lähde: Fortum).

Posivan kapselointilaitoksella käytetyn ydinpolttoaineen kapseloinnin aikana syntyvät matala- ja keskiaktiiviset jätteet käsitellään ja välivarastoidaan Olkiluodon ydinvoimalaitoksella. Posivan nestemäiset jätteet on suunniteltu tyhjiökuivattaviksi tynnyreihin tai vastaaviin pakkauksiin. Tämänhetkisen suunnitelman mukaan kapselointilaitoksen käyttö- ja käytöstäpoistojätteet loppusjoiutetaan niiden aktiivisuuden ja muiden ominaisuuksien mukaisesti Olkiluodon matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusjoiutuslaitokseen, Olkiluotoon suunnitteilla olevaan maaperäloppusjoiutuslaitokseen tai Posivan matala- ja keskiaktiivisen ydinjätteen loppusjoiutustilaan.

VTT:n FiR 1-tutkimusreaktorin käytön yhteydessä syntyneet matala- ja keskiaktiiviset jätteet käsitellään ja pakataan tutkimusreaktorilla. Jätteitä tullaan varastoimaan Loviisan voimalaitosalueella ja myöhemmin ne on suunniteltu loppusjoiutettavaksi Loviisan matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusjoiutuslaitokseen.

VTT:n ja Fortumin keväällä 2020 solmiman sopimuksen mukaisesti. Edellä mainittujen toimintojen käynnistäminen Loviisassa edellyttää ydinenergialain mukaisia lupia.

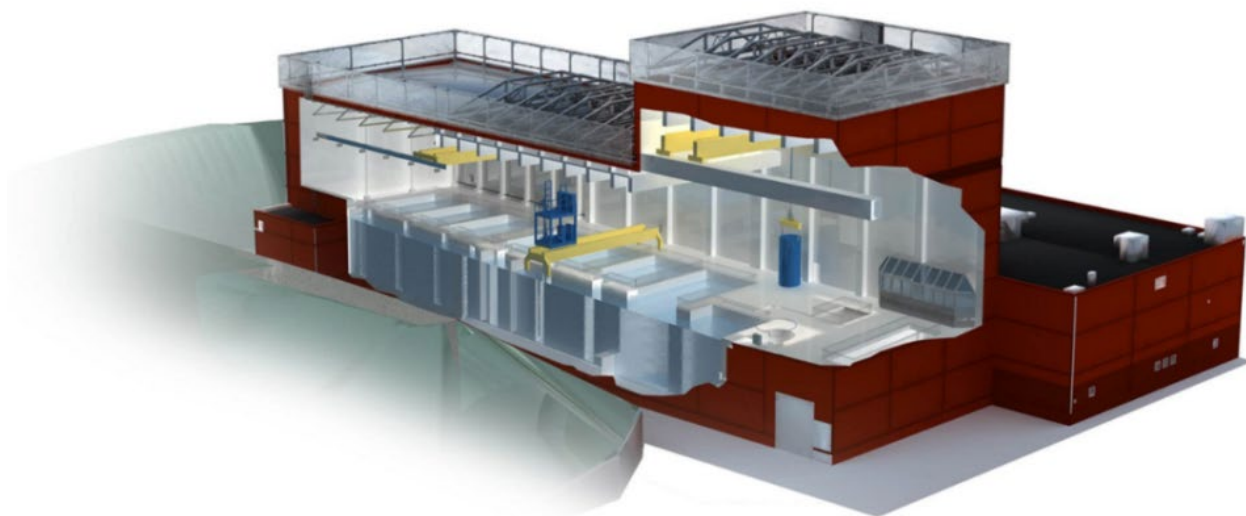
Tämänhetkisten suunnitelmien mukaan Fennovoiman ydinvoimalaitoksen matala- ja keskiaktiiviset jätteet käsitellään voimalaitoksella ja varastoidaan voimalaitosalueelle rakennettaviin varastotiloihin. Lisäksi Fennovoima suunnittelee voimalaitosalueen kallioperään matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoituslaitosta. Loppusijoituslaitokseen on tarkoitus loppusijoittaa sekä käytön että käytöstäpoiston aikana syntyvät matala- ja keskiaktiiviset jätteet. Lisäksi Fennovoima on suunnitellut rakentavansa maaperäloppusijoituslaitoksen hyvin matala-aktiiviselle jätteelle.

7.2 Käytetty ydinpolttoaine

Käytetyn ydinpolttoaineen varastointi

Olkiluodon ja Loviisan ydinvoimalaitosten käytössä syntyy käytettyä ydinpolttoainetta, joka välivarastoidaan Olkiluodon ja Loviisan voimalaitosalueilla sijaitsevilla allasvälivarastoissa. Olkiluodon varastossa on kaikki Olkiluodon laitousyksiköiden käytön aikana yli 40 vuoden aikana syntynyt käytetty ydinpolttoaine. Loviisan käytetty ydinpolttoaine palautettiin alkuperäisen laitossopimuksen mukaisesti noin viiden vuoden varastointiajan jälkeen Neuvostoliittoon/Venäjälle aina vuoteen 1996 asti. Ydinenergialakiin 1994 tehdyn muutoksen jälkeen kaikki Suomessa syntynyt ydinjäte on varastoitava ja loppusijoitettava Suomeen. Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukset Venäjälle loppuivat vuonna 1996. Näin ollen kaikki 1990 -luvun alun jälkeen syntynyt käytetty ydinpolttoaine on välivarastoituna Loviisassa.

Loviisassa ja Olkiluodossa käytettyjä ydinpolttoainenippuja jäähdytetään muutaman vuoden ajan ydinvoimalaitosyksikön reaktorihallin tai polttoainerakennuksen vesialtaissa. Sieltä polttoaineniput siirretään siirtosäiliössä voimalaitosalueella sijaitsevan käytetyn ydinpolttoaineen välivaraston (KPA-varasto) vesialtaisiin. KPA-varaston vesialtaissa polttoainenippuja jäähdytetään veden alla kymmeniä vuosia ennen loppusijoituksen aloittamista. Tänä aikana käytetyn ydinpolttoaineen radioaktiivisuus ja lämmöntuotto vähenevät loppusijoituksen edellyttämälle tasolle.



Kuva 5. Käytetyn ydinpolttoaineen allasvälivarasto (lähde: TVO).

Olkiluodon KPA-varastoa (kuva 5) on laajennettu kolmannen (OL3) reaktoriyksikön tarpeisiin. Laajennus otettiin käyttöön vuonna 2015. Loviisan KPA-varaston kapasiteettia on kasvatettu ottamalla käyttöön tiheämpiä polttoainetelineitä, jolloin varastokapasiteetti riittää voimalaitoksen nykyisen käyttöiän loppuun. KPA-varaston kapasiteettia Loviisassa voidaan tarvittaessa edelleen kasvattaa ottamalla käyttöön lisää tiheitä telineitä tai rakentamalla lisää varastotilaa. Myös välivaraston jäähdytyskapasiteettia kasvatetaan tarpeen mukaan. Välivarastointia Loviisassa jatketaan niin kauan, kunnes kaikki käytetty ydinpolttoaine on kuljetettu Olkiluotoon loppusijoitettavaksi.

Myös Fennovoima suunnittelee rakentavansa käytetyn ydinpolttoaineen allasvälivaraston laitospaikalleen. Fennovoiman alustavien suunnitelmien mukaisesti käytettyä ydinpolttoainetta varastoidaan välivarastossa useita kymmeniä vuosia.

FIR 1 -tutkimusreaktorin käytön aikana syntynyt käytetty ydinpolttoaine on palautettu Yhdysvaltoihin vuonna 2020. Koska polttoaine on palautettu Yhdysvaltoihin, sen välivarastoinnin ja loppusijoituksen suunnittelu Suomessa on päättynyt.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittaminen

Posiva rakentaa käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitosta Eurajoen Olkiluotoon. Laitokseen loppusijoitetaan Posivan omistajien Fortumin ja TVO:n ydinlaitosten käytön aikana syntyvä käytetty ydinpolttoaine.

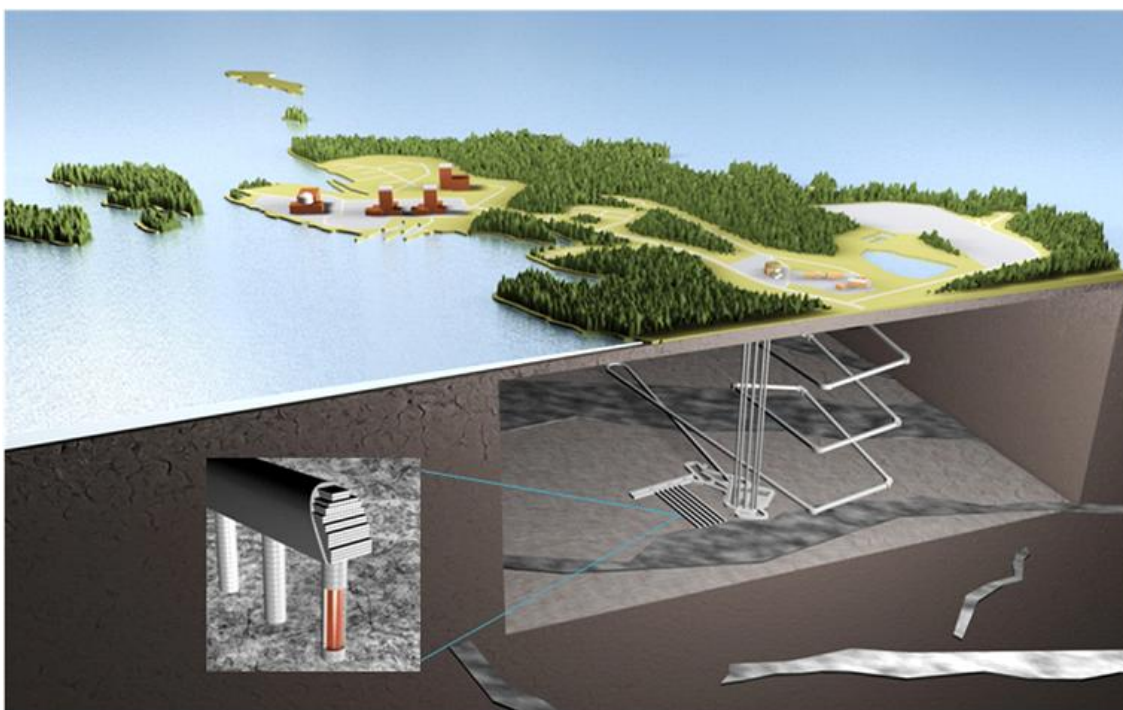
Suomessa käytettäväksi hyväksytyssä ruotsalaisen SKB:n kehittämässä KBS-3-loppusijoituskonseptissa (kuva 6) polttoaineniput suljetaan tiiviisiin metallisäiliöihin eli kapseleihin, jotka on valmistettu valurautaisesta sisäosasta ja sitä ympäröivästä kuparivaipasta. Lujan ja korroosiota kestävän kapselin tehtävänä on eristää käytetty ydinpolttoaine sisäänsä ja estää radioaktiivisten aineiden pääsy kallioperään, jossa ne voisivat kulkeutua pohjaveden mukana elolliseen luontoon. Loppusijoitustiloissa kapselit on eristetty kallioperästä bentoniittisavikerroksen avulla. Bentoniittisaven tarkoituksena on säilyttää loppusijoituksen ja kapselin eristyskyvyn kannalta suotuisat olosuhteet ja estää kalliopohjaveden vaikutukset kapseliin niin hyvin kuin mahdollista sekä estää ja hidastaa mahdollisissa poikkeustilanteissa, esimerkiksi kuparikapselin vuoto tai rikkoutumistapauksissa, radionuklidien kulkeutumista kallioperässä.

Loppusijoituspaikan kallioperän ominaisuuksien on oltava suotuisat radioaktiivisten aineiden eristämiseksi elinympäristöstä. Suunnitellulla loppusijoituspaikalla on oltava riittävän suuria ja ehyitä kalliotilavuuksia loppusijoituslaitoksen rakentamiseksi. Loppusijoituspaikalla tai sen välittömässä läheisyydessä ei saa olla merkittäviä määriä hyödyntämiskelpoisia luonnonvaroja. Loppusijoituspaikan valintaan liittyy myös muita toiminnanharjoittajan teknistaloudellisia vaatimuksia sekä yhteiskunnalliseen hyväksyttävyyteen liittyviä tekijöitä. Loppusijoituslaitoksen suunnitellulla sijaintikunnalla on oikeus kieltää ydinlaitoksen rakentaminen alueelleen (veto-oikeus) periaatepäätösvaiheessa.

Posiva valitsi käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituspaikaksi Eurajoen Olkiluodon. Loppusijoituspaikka hyväksyttiin periaatepäätöksessä vuonna 2000 [23], jonka eduskunta vahvisti vuonna 2001. Posivan hankkeen etenemisestä kerrotaan tarkemmin luvussa 9.1. Periaatepäätöksen nojalla Posiva aloitti vuonna 2004 Olkiluodon maanalaisen tutkimustilan rakentamisen. Tutkimustila käsittää loppusijoitusyvyteen rakennetun ajotunnelin ja sen yhteyteen poratut pystykuilut. Maan alainen tutkimustila mahdollisti loppusijoituspaikan kallioperän yksityiskohtaiset tutkimukset loppusijoitusyvydeltä, loppusijoitusratkaisujen testaamisen aidoissa kallioperäolosuhteissa sekä loppusijoituslaitoksen rakentamisessa tarvittavien menetelmien ja menettelyjen kehittämisen. Tutkimustilassa tehdään loppusijoitusjärjestelmän asennuskokeita ja demonstroidaan käyttötoimintaa täydessä mittakaavassa

ennen loppusijoituksen aloittamista. Koska tutkimustila liitetään myöhemmin osaksi loppusijoituslaitosta, Säteilyturvakeskus valvoi sen rakentamista periaatepäätöksen nojalla kuin se olisi rakenteilla oleva ydinlaitos.

Posivan kapselointi- ja loppusijoituslaitos on kahdesta ydinlaitoksesta muodostuva laitospokonaisuus. Käytetty ydinpolttoaine kuljetetaan välivarastoista kapselointilaitokseen pakattavaksi kuparikapseleihin. Loppusijoituskapselin kansi hitsataan tiiviisti kiinni. Valmiit loppusijoituskapselit siirretään pystykuilun kautta maanalaiseen loppusijoituslaitokseen asennettaviksi loppusijoitusreikiin. Kunkin loppusijoituskapselin lämmöntuotto rajataan hyväksytylle tasolle valitsemalla yhteen loppusijoituskapseliin aina lämmöntuotoltaan soveliaat riittävästi jäähtyneet polttoaineniput.



Kuva 6. Havainnekuva KBS-3V-loppusijoitusratkaisusta (lähde: Posiva).

Kapselointilaitos on suunniteltu palvelemaan koko loppusijoitusajan kapselointitarpeita. Maanalaista loppusijoituslaitosta sen sijaan laajennetaan vaiheittain loppusijoituksen etenemisen mukaisesti. Tavoitteena on optimoida loppusijoitus mahdollisimman tehokkaaksi käytettävän ajan, tilan ja resurssien suhteen.

Posivan loppusijoituslaitoksen periaatepäätöksessä on vaatimus polttoaineen palautettavuudesta loppusijoituslaitoksen sulkemisen jälkeen. Lisäksi käytetyn ydinpolttoaineen palauttamisen on oltava mahdollista tarvittaessa missä tahansa loppusijoituksen vaiheessa, jos turvallisuus sitä edellyttää. Loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuus ei kuitenkaan saa heikentyä avattavuuden ja palautettavuuden seurauksena.

Tämänhetkisten suunnitelmien mukaan Fennovoiman käytetty ydinpolttoaine loppusijoitetaan KBS-3-menetelmää käyttäen suomalaiseen kiteiseen kallioperään. Fennovoima on käynnistänyt omaa loppusijoituspaikkaa koskevan ympäristövaikutusten arviointimenettelyn [24]. Fennovoiman suunnitelmissa on loppusijoittaa käytetty ydinpolttoaine Eurajoelle tai Pyhäjoelle. Fennovoima solmi kesäkuussa 2016 Posivan tytäryhtiön Posiva Solutions Oy:n kanssa sopimuksen käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta koskevasta kehitystyöstä.

7.3 Ydinlaitosten käytöstäpoistosta kertyvä radioaktiivinen jäte

Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitosten sekä FIR 1 -tutkimusreaktorin käytöstäpoistossa ja purkamisessa syntyy radioaktiivisia jätteitä. Myös Hanhikiven ydinvoimalaitoksen käynnistymisestä seuraa, että sen käytöstäpoistossa ja purkamisessa syntyy radioaktiivisia jätteitä. Toiminnanharjoittajan on huomioitava laitoksen käytöstäpoisto jo laitoksen suunnitteluvaiheessa, jolloin toiminnanharjoittajan on toimitettava osana laitoksen rakentamislupahakemusta ensimmäinen alustava käytöstäpoistosuunnitelma viranomaisille hyväksyttäväksi.

Laitosten käyttövaiheen aikana toiminnanharjoittajan on laadittava käytöstäpoistosuunnitelmat kuuden vuoden välein työ- ja elinkeinoministeriön arvioitavaksi. TEM huolehtii käyttöluvan aikaisen toiminnan kestäessä käytöstäpoistosuunnitelman teknisen toteutuskelpoisuuden, turvallisuusperiaatteiden noudattamisen ja kustannusarvioiden luotettavuuden varmistamisesta. Työ- ja elinkeinoministeriö pyytää suunnitelmasta lausunnon Säteilyturvakeskukselta, joka arvioi oman osaamisalueensa osalta suunnitelman teknistä toteutettavuutta sekä säteilysuojelun ja radioaktiivisten jätteiden huollon toimenpiteiden riittävyyttä. Kustannusarvioiden luotettavuudesta TEM pyytää arvioinnin teknistaloudellisten laskelmien arvioimiseen perehtyneeltä riippumattomalta asiantuntijalta tai yhteisöltä.

Käytöstäpoiston seurauksena syntyvät radioaktiiviset jätteet ovat sekä Loviisan että Olkiluodon ydinvoimalaitoksilla suunniteltu loppusijoitettaviksi myöhemmin rakennettaviin ja luvitettaviin voimalaitosjätteiden loppusijoituslaitosten laajennuksiin. Radioaktiivisten jätteiden käsittely tapahtuu ydinvoimalaitosten käytön aikaisia menetelmiä hyödyntäen. Voimalaitoksille on suunnitteilla tarpeen mukaan uusia jätehuoltotiloja käytöstäpoiston aikaisen suuren jätemäärän käsittelemiseksi. Suuri jätemäärä ja mahdollisesti myös ominaisuuksiltaan uudentyyppiset jätteet edellyttävät myös käsittelymenetelmien kehittämistä.

Suomessa ydinenergialainsäädännön mukaan käytöstäpoisto kattaa vain niiden rakenteiden ja järjestelmien purun, jotka ovat aktivoituneita ja/tai kontaminoituneita. Ydinlaitosalueille jääviä valvonnasta vapautettuja rakennuksia voi käyttää esimerkiksi muuhun teolliseen toimintaan (Brown field) tai ne voidaan purkaa konventionaalisten teollisuusrakennusten tapaan.

Olkiluodon voimalaitoksen OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytöstäpoistosuunnitelmat perustuvat viivästettyyn purkuun [25]. Viivästetty purku on perusteltua, koska se vähentää purkuhenkilöstön säteilyannoksia ja loppusijoitettavan jätteen määrää sekä mahdollistaa samojen jätehuoltojärjestelyjen käyttämisen kaikkien laitosyksiköiden purkamisen aikana. Se on myös järkevästi toteutettavissa, sillä OL1- ja OL2-laitosyksiköiden valvotun säilytyksen aikana Olkiluodossa toimii OL3-laitosyksikkö sekä KPA-varasto, joita varten Olkiluodossa on laitosten käyttöön tarvittava organisaatio ja osaaminen. Olkiluodon OL3-laitosyksikkö on suunniteltu purettavaksi välittömästi käytön päätyttyä. Ydinvoimalaitosyksiköiden purkamisen ja kaiken käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamisen jälkeen puretaan käytetyn polttoaineen välivarasto. Kun kaikki radioaktiiviset jätteet on loppusijoitettu, suljetaan matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoituslaitos.

Loviisan voimalaitoksen LO1- ja LO2-laitosyksiköiden käytöstäpoistosuunnitelmat perustuvat välittömään purkuun käytön päätyttyä [26]. Käytöstäpoisto alkaa muutaman vuoden valmistelujaksolla ennen purkamisen aloittamista. Laitosyksiköiden käytöstäpoiston aikana käytetyn ydinpolttoaineen varasto sekä nestemäisten jätteiden varasto ja kiinteytyslaitos toimivat itsenäisesti, kunnes Loviisan voimalaitoksen käytetty ydinpolttoaine on kuljetettu Olkiluotoon Posivan kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle. Tämän

jälkeen myös käytetyn ydinpolttoaineen välivarasto, nestemäisten jätteiden varasto ja kiinteytyslaitos voidaan poistaa käytöstä ja purkaa. Matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoituslaitos suljetaan, kun kaikki radioaktiivinen jäte on loppusijoitettu.

Fennovoiman alustava käytöstäpoistostrategia perustuu välittömään purkuun [20]. Myös Fennovoiman ydinvoimalaitoksen käytöstäpoistosuunnitelmaan sisältyy muutaman vuoden valmistelujakso ennen laitoksen purkamisen aloittamista. Laitoksen purkamisen jälkeen, ja kun kaikki käytetty ydinpolttoaine on loppusijoitettu, puretaan itsenäistetty käytetyn ydinpolttoaineen välivarasto. Käytöstäpoiston aikana syntyvät radioaktiiviset jätteet loppusijoitetaan laitospaikalla sijaitsevaan voimalaitosjätteiden loppusijoituslaitokseen rakennettavaan laajennukseen, joka suljetaan viimeisenä, kun kaikki jätteet on loppusijoitettu.

Valtioneuvosto myönsi kesäkuussa 2021 VTT:lle FIR 1 -tutkimusreaktorin purkamiseen oikeuttavan luvan [27]. VTT voi aloittaa tutkimusreaktorin purkamisen, kun Säteilyturvakeskus on hyväksynyt yksityiskohtaiset purkamista koskevat suunnitelmat ja syntyville radioaktiivisille jätteille on ydinenergiain mukaisesti hyväksytty varastointipaikka. Käytöstäpoistoon sisältyy tilojen puhdistamista ja tästä syntyvän radioaktiivisen jätteen käsittelyä. Tutkimusreaktorin käytöstäpoistossa syntyvät radioaktiiviset jätteet käsitellään ja pakataan VTT:n tiloissa, varastoidaan Loviisan voimalaitosalueella ja myöhemmin loppusijoitetaan Loviisan matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoituslaitokseen VTT:n ja Fortumin keväällä 2020 solmiman sopimuksen mukaisesti. Edellä mainittujen toimintojen käynnistäminen Loviisassa edellyttää Loviisan laitosta koskevia ydinenergiain mukaisia lupia.

7.4 Säteilytoiminnasta syntyvä radioaktiivinen jäte

Radioaktiivisia aineita sisältäviä umpilähteitä on käytössä toiminnanharjoittajilla noin 6000 kappaletta erilaisten prosessien seurannassa ja laadunvalvonnassa radiometrisinä mittalaitteina sekä kalibrointilähteinä. Vuonna 2018 voimaan tulleessa säteilylaissa umpilähteille on määritelty enintään 40 vuoden käyttöikä, jota vanhemmat umpilähteet tulee poistaa käytöstä. Laissa on asetettu viiden vuoden siirtymäaika vuoden 2023 loppupuolelle saakka, jonka kuluessa joitakin satoja umpilähteitä tulee poistettavaksi käytöstä. Käytöstä poistettujen umpilähteiden vastaanottamista ja radioaktiivisten jätteiden huoltoa hoitaa Suomen Nukliditeknikka Oy. Radioaktiivisten jätteiden huollon parissa ei toistaiseksi toimi muita toiminnanharjoittajia.

Radioaktiivisia aineita käsitellään myös avolähteinä mm. tutkimuksessa ja terveydenhuollossa. Avolähteiden käsittelystä syntyviä jätteitä voidaan toimittaa tavanomaisen jätehuollon piiriin niitä koskevien vapauttamisrajojen mukaisesti. Lyhytikäisiä radionuklideja sisältävä jäte on mahdollista vanhentaa ja sen jälkeen toimittaa tavanomaisena jätteenä käsiteltäväksi. Avolähteiden käsittelystä voi syntyä myös loppusijoitusta vaativaa kiinteää tai nestemäistä jätettä. Kiinteä tai kiinteytetty jäte voidaan toimittaa loppusijoitukseen tai luovuttaa sellaiselle toiminnanharjoittajalle, jolla on turvallisuuslupa radioaktiivisten jätteiden käsittelyyn ja vastaanottamiseen toisilta toiminnanharjoittajilta. Nestemäisten jätteiden käsittelyyn tai kiinteyttämiseen ei kaikilla toiminnanharjoittajilla ole valmiuksia, mikä voi hankaloittaa niiden toimittamista loppusijoitukseen. Tällä hetkellä ei myöskään ole toiminnanharjoittajaa, joka voisi ottaa nestemäisiä jätteitä vastaan niiden Olkiluodon pienjätevarastoon kuljettamista varten.

Säteilytoiminnasta syntyvän radioaktiivisen jätteen loppusijoituksessa hyödynnetään ydinlaitoksien matala- ja keskiaktiiviselle jätteelle käytettäviä menettelyjä. Radioaktiivinen jäte pakataan terästyntyreihin samoin kuin ydinvoimalaitoksilla syntyvä jäte. Kiinteä radioaktiivinen jäte

vastaanotetaan ja varastoidaan ennen loppusijoittamista valtion hallinnoimaan radioaktiivisen pienjätteen varastoon Olkiluodossa.

Pelkästään säteilylain alaisesta toiminnasta peräisin olevan radioaktiivisen jätteen käsittely tai loppusijoittaminen voidaan luvittaa myös säteilylain nojalla. Loppusijoitusta koskevaa lupahakemusta ei ole kuitenkaan koskaan saatu, eikä tiedossa ole tällaista hanketta.

VTT:n FiR 1 -tutkimusreaktorin yhteydessä sijaitsevien materiaalitutkimukseen käytettyjen laboratoriotilojen käytöstäpoisto on jo aloitettu Säteilyturvakeskuksen myöntämän turvallisuusluvan mukaisesti [28]. Käytöstäpoistoon sisältyy tilojen puhdistamista ja tästä syntyvän radioaktiivisen jätteen käsittelyä. Materiaalitutkimukseen käytettyjen laboratoriotilojen käytöstäpoistossa syntyvät radioaktiiviset jätteet käsitellään ja pakataan VTT:n tiloissa, varastoidaan Loviisan voimalaitosalueella ja myöhemmin loppusijoitetaan Loviisan matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoituslaitokseen VTT:n ja Fortumin keväällä 2020 solmiman sopimuksen mukaisesti. Edellä mainittujen toimintojen käynnistäminen Loviisassa edellyttää Loviisan laitosta koskevia ydinenergialain mukaisia lupia.

8. Loppusijoituslaitosten sulkemisen jälkeistä aikaa koskevat konseptit ja suunnitelmat

Sulkeminen tarkoittaa loppusijoituslaitoksen tilojen sulkemista pysyväksi tarkoitetulla tavalla. Loppusijoituslaitoksen sulkeminen on toteutettava siten, että kallioperä säilyttää mahdollisimman hyvin pitkäaikaisturvallisuuden kannalta tärkeät ominaisuudet.

Fortum ja TVO ovat laatineet alustavia suunnitelmia matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoituslaitosten sulkemiseksi. Ne on tarkoitus sulkea lopullisesti, kun kaikki ydinlaitokset on voimalaitosalueilta purettu ja radioaktiiviset jätteet loppusijoitettu. Alustavien suunnitelmien mukaan ensimmäiseksi suljetaan Loviisan matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoituslaitos aikaisintaan 2060-luvulla.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen sulkeminen tehdään Posivan suunnitelmien mukaan vaiheittain. Loppusijoitustunneleita suljetaan sitä mukaa, kun niihin on sijoitettu suunniteltu määrä kapseleita ja keskustunneleiden sulkeminen aloitetaan kymmenien vuosien kuluttua, kun siirrytään seuraavaan loppusijoituspaneeliin. Muut tilat suljetaan vasta laitoksen käyttövaiheen lopussa. Sulkemisen yksityiskohtaista suunnittelua jatketaan loppusijoituksesta saatujen kokemusten pohjalta. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen lopullinen sulkeminen on ajankohtaista tämän hetken arvion mukaan aikaisintaan 2100-luvulla.

Loppusijoituslaitoksen lopullisen sulkemisen edellytyksenä on, että Säteilyturvakeskus on hyväksynyt sulkemista koskevan suunnitelman. Suunnitelmaan on sisällytettävä kuvaus tilojen sulkemisen teknisestä toteutustavasta, turvallisuusperustelun päivitys, suunnitelma mahdolliseksi jälkivalvontatoimenpiteiksi sekä ehdotus suoja-alueesta toimenpidekieltoineen. Toiminnanharjoittajan vastuulla on siis määritellä loppusijoituskonseptilleen tarpeelliseksi katsomansa jälkivalvontatoimenpiteet sekä ehdottaa aluetta koskevia käyttörajoituksia, joita viranomaiset voivat täydentää tarpeellisiksi katsomillaan toimenpiteillä. Ydinenergialain mukaan loppusijoitus on kokonaisuudessaan toteutettava niin, että jälkivalvontaa ei tarvita konseptin turvallisuuden takaamiseksi, mutta jälkivalvonta voi olla tarpeen esimerkiksi ympäristövaikutusten, ydinmateriaalivalvonnan tai turvajärjestelyjen näkökulmasta.

Sulkemisen tärkeimpänä toiminnallisena vaatimuksena on eristää loppusijoituslaitos maanpäällisistä muutoksista ja ihmisen toiminnoista. Tavoitteena on olosuhteiden palauttaminen vastaamaan mahdollisimman hyvin niitä, jotka tutkimustiedon mukaan vallitsivat kallioperässä ennen tilojen rakentamista ja käyttöä ja ovat loppusijoitusjärjestelmän pitkäaikaisen toimintakyvyn ja turvallisuuden kannalta suotuisia. Loppusijoitusalueen maanpäälliset osat maisemoidaan ympäröivän luonnon mukaisiksi. Loppusijoituslaitoksen seurantamittauksia jatketaan toiminnanharjoittajan toimesta, kunnes laitos on suljettu Säteilyturvakeskuksen hyväksymällä tavalla.

Kun toiminnanharjoittaja on hyväksytysti sulkenut loppusijoituslaitoksen ja suorittanut valtiolle maksun käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen tulevasta tarkkailusta ja valvonnasta, toiminnanharjoittajan huolehtimisvelvollisuus päättyy. Loppusijoitettujen radioaktiivisten jätteiden omistusoikeus ja vastuu siirtyvät valtiolle.

Turvallisuuden lisäksi loppusijoituslaitosten sulkemisen jälkeiseen valvontatarpeeseen vaikuttaa merkittävästi käytetyn ydinpolttoaineen ydinmateriaalivalvonta. Yksityiskohtaiset keskustelut käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen sulkemisen jälkeisestä ydinmateriaalivalvonnasta ovat käynnissä komission ja IAEA:n kanssa, ja ne huomioidaan lainsäädännön päivitysten yhteydessä tulevaisuudessa.

Jos loppusijoituksen jälkeen on tarpeen, niin valtiolla on velvollisuus suorittaa kaikki toimenpiteet, joita loppusijoituksen tarkkailu, valvonta ja turvallisuuden varmistaminen edellyttävät. STUKin tehtävänä on huolehtia käytettyä ydinpolttoainetta koskevan tiedon pysyvän säilytyksen menettelyjen kehittämisestä.

Tieto loppusijoituslaitoksen sijainnista on asemakaavoissa. Niiden osalta on varmistettava, että kaavamerkinnot säilyvät myös tulevaisuudessa. Lisäksi maankäyttörekistereihin voidaan tarvittaessa määritellä tieto alueen jatkokäyttöä koskevista rajoituksista. Loppusijoituslaitoksen sulkemisen jälkeistä aikaa koskevan tiedon pysyvää säilytystä koskevia suunnitelmia on tarkennettava edelleen ennen ensimmäisen loppusijoituslaitoksen sulkemista. STUKin vastuulla on loppusijoituslaitoksen paikkaa ja mahdollisia toimenpidekieltoja koskevien tietojen vieminen tarvittaviin rekistereihin.

Loppusijoituslaitosten sulkemiseen liittyviä lupamenettelyjä on tarkasteltava mahdollisten lakimuutosten yhteydessä. Nykyisen lainsäädännön mukaan loppusijoitus on käyttöluvan alaista toimintaa. STUK hyväksyy loppusijoituslaitoksen sulkemisen toiminnanharjoittajan laatiman sulkemissuunnitelman perusteella. Tulevaisuudessa on lakiuudistusten yhteydessä pohdittava, onko tämä riittävä menettely, vai olisiko loppusijoituslaitoksen lopullinen sulkeminen asia, jolle vaaditaan valtioneuvoston myöntämä lupa, koska laitoksen sulkemisen jälkeen vastuu sinne loppusijoitetuista jätteistä ja laitokseen liittyvistä mahdollisista jälkivalvontatoimenpiteistä siirtyy valtiolle. Sulkemissuunnitelmaa koskevia sisältövaatimuksia on todennäköisesti vielä täsmennettävä jatkossa. Niin ikään itse sulkemisvaiheen teknistä toteutusta koskevia viranomaisvaatimuksia on kehitettävä edelleen loppusijoituksesta saatavien kokemusten pohjalta.

Edellä mainittuja toimenpiteitä ei ole tarkoituksenmukaista aloittaa vuosikymmeniä ennen kuin loppusijoituslaitosten sulkeminen on ajankohtaista, sillä toimintaympäristö voi muuttua oleellisesti vuosikymmenten kuluessa. Lainsäädäntöä ja viranomaisohjeita tarkastellaan säännöllisin väliajoin ja tarvittavia lisäyksiä niihin voidaan tehdä vähitellen. Loppusijoitusta koskevien tietojen pysyvästä säilyttämisestä on hyvä käydä alustavia linjauskeskusteluja ja miettiä soveltuvimpia menettelytapoja jopa satojen vuosien tietojen säilyttämistarvetta silmällä pitäen. Lisäksi on hyvä jo hyvissä ajoin määritellä, mitä tietoja on säilytettävä. Kansallisena tavoitteena voidaan pitää sitä, että sulkemista koskevat tarkennetut lupamenettelyt, tekniset vaatimukset sekä toimintaan liittyvät vastuut vastuunsiirtoineen ovat määriteltynä noin vuosikymmenen ennen kuin ensimmäisen loppusijoituslaitoksen sulkeminen on suunnitelmien mukaan ajankohtaista.

9. Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon merkittävät virstanpylväät ja aikataulut

Säteilyn käyttö Suomessa alkoi jo viime vuosisadan alkupuolella ja lisääntyi voimakkaasti 1970 -luvulta alkaen teollisuudessa ja tutkimuksessa. Tällä hetkellä Suomessa on käytössä runsaasti vakiintuneita radioaktiivisten aineiden ja niitä sisältävien lähteiden käyttötapoja, joita ei voida muilla nykyisillä teknologioilla korvata. Siten radioaktiivisten aineiden käyttö sekä tarve huolehtia käytetyistä säteilylähteistä jatkuvat pitkälle tulevaisuuteen.

Ydinenergian käyttö alkoi Suomessa alikriittisen miilun käyttöönotolla 1950 -luvun lopulla sekä laajemmin 1960 -luvun loppupuolella tutkimusreaktorin käyttöönottamisella. Suomen ensimmäiset neljä ydinvoimalaitosyksikköä otettiin käyttöön 1970- ja 1980-lukujen vaihteessa. Viidennen ydinvoimalaitosyksikön rakentaminen alkoi 2000-luvun alkupuolella ja laitoksen odotetaan käynnistyvän 2021 aikana.

Kuudennelle ydinvoimalaitosyksikölle myönnettiin periaatepäätös vuonna 2010 [29] ja täydennettynä vuonna 2014 [30]. Valtioneuvoston odotetaan käsittelevän laitoksen rakentamislupaa 2020-luvun alkupuolella.

Ydinvoimalaitosten käyttöikä on Suomessa lisätty laitoksia modernisoimalla. Tällä hetkellä käyvien laitosten voimassa olevat käyttöluvut ulottuvat Loviisan laitosten osalta vuoteen 2030 (LO2) [31] ja Olkiluodon OL1- ja OL2- laitosten osalta 2030-luvun loppupuolelle [32]. Uusien ydinvoimalaitosten suunniteltu tekninen käyttöikä on noin 60 vuotta. OL3-laitoksen ensimmäinen käyttöluva ulottuu 2030-luvun loppupuolelle [33].

Tämänhetkisten suunnitelmien mukainen käytetyn ydinpolttoaineen ja ydinlaitoksissa syntyneen radioaktiivisen jätteen huollon kokonaisaikataulu on esitetty kuvassa 7. Kokonaisaikataulua täsmennetään tarvittaessa kolmen vuoden välein laadittavassa direktiivin 2011/70/Euratom artikla 14.1 mukaisissa kansallisissa raporteissa.

9.1 Käytetyn ydinpolttoaineen huollon virstanpylväät ja aikataulut

Posivan kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamisen ja käytön ympäristövaikutukset arvioitiin ensimmäisen kerran vuonna 1999 [34]. Käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamista koskeva periaatepäätös tehtiin valtioneuvostossa vuonna 2000 [23]. Samalla hyväksyttiin vuoden 1983 valtioneuvoston päätöksen asettaman aikataulun ja Posivan hakemuksen mukaisesti laitospäätöksen sijoituspäätös Eurajoen Olkiluoto. Periaatepäätös kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamisesta laajennettuna tehtiin valtioneuvostossa vuonna 2002 [35]. Eduskunta hyväksyi periaatepäätökset vuosina 2001 ja 2002.

Periaatepäätökset koskevat viiden ydinvoimalaitosyksikön (LO1-2 ja OL1-3) toiminnassa syntyvää käytettyä ydinpolttoainetta, jonka määrä kokonaisuudessaan on enintään noin 6500 tonnia. Periaatepäätös käynnisti useita vuosia kestäneet yksityiskohtaiset kallioperätutkimukset Olkiluodossa. ONKALOn eli maanalaisen tutkimustilan rakentaminen aloitettiin vuonna 2004. Samanaikaisesti loppusijoituskonseptin kehittämistä jatkettiin edelleen rakentamislupavalmiuden saavuttamiseksi. Posiva haki rakentamislupaa vuoden 2012 lopulla valtioneuvoston vuoden 1983 päätöksen [1], ja vuonna 2003 täsmennetyt päätökset [5], aikataulun mukaisesti. Rakentamislupahakemuksta varten ympäristövaikutusten arviointi päivitettiin. Valtioneuvosto myönsi Posivalle kapselointi- ja

loppusijoituslaitoksen rakentamisluvan vuonna 2015 [36] ja Posiva aloitti laitospöytäkirjan rakentamisen vuonna 2016.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käyttäminen edellyttää valtioneuvoston myöntämää käyttö lupaa. Käyttö lupahakemusta varten ympäristövaikutusten arviointi on päivitettävä. Käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käyttö luvan käsittely on ajankohtaista lähivuosina. Laitospöytäkirjan käyttö jatkuu, kunnes viiden edellä mainitun ydinvoimalaitosyksikön kaikki käytetty ydinpolttoaine olisi loppusijoitettu, arviolta 2120-luvulle saakka. Tämän jälkeen kapselointilaitos poistettaisiin käytöstä ja purettaisiin sekä loppusijoituslaitos suljettaisiin. Loppusijoituslaitoksen sulkeminen toteutetaan tämänhetkisten suunnitelmien valossa viimeistään 2130-luvun loppuun mennessä.

Fennovoiman arvion mukaan rakentamislupavaiheessa olevan kuudennen ydinvoimalaitoksen käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus alkaisi aikaisintaan 2090-luvulla ja kestäisi, kunnes ydinvoimalaitoksen kaikki käytetty ydinpolttoaine olisi loppusijoitettu, eli arviolta 2130-luvulle saakka. Fennovoiman suunnitelmat tarkentuvat tulevina vuosina, kun ydinvoimalaitoksen rakentamislupahakemuksen [20] käsittely on saatu päätökseen.

9.2 Ydinlaitoksissa syntyneen radioaktiivisen jätteen huollon virstanpylväät ja aikataulut

Matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoituslaitokset otettiin käyttöön Eurajoen Olkiluodossa ja Loviisan Hästholmenilla 1990-luvulla. Loppusijoituslaitoksiin loppusijoitetaan ydinvoimalaitosyksiköiden ja käytetyn ydinpolttoaineen välivarastojen sekä radioaktiivisten jätteiden käsittely- ja varastointitilojen käytön ja käytöstäpoiston aikana syntyvät matala- ja keskiaktiiviset jätteet. Lisäksi laitoksiin loppusijoitetaan reaktoreiden purkamisen yhteydessä syntyvät komponentit lukuun ottamatta käytettyä ydinpolttoainetta. Voimalaitosjätteiden loppusijoituslaitokset suljetaan sen jälkeen, kun kaikki ydinvoimalaitosalueella sijaitsevat ydinlaitokset on purettu ja purkamisesta syntyneet radioaktiiviset jätteet on loppusijoitettu.

Olkiluodon voimalaitosyksiköiden käytöstäpoisto ajoittuu 2070-2080-luvuille. Käytetyn ydinpolttoaineen välivaraston käytöstäpoisto toteutetaan viimeisenä, ja se ajoittuu nykyisten suunnitelmien mukaan 2100-luvun alkupuolelle [25]. Matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoituslaitoksen sulkeminen ajoittuisi tällöin 2110-luvulle. Loviisan voimalaitosyksiköiden käyttö päättyy tällä hetkellä voimassa olevan käyttö luvan mukaisesti vuosina 2027 ja 2030 [31]. Ydinvoimalaitosyksiköt on tarkoitus purkaa välittömästi käytön päätyttyä [26]. Loviisassa käytetyn ydinpolttoaineen välivaraston, nestemäisten jätteiden varaston ja kiinteystylaitoksen purkaminen ajoittuisi tämän vaiheen jälkeiseen aikaan ja olisi ajankohtaista 2060-luvulla, kun kaikki käytetty ydinpolttoaine on kuljetettu Olkiluotoon loppusijoitettavaksi. Matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoituslaitos suljettaisiin tällöin 2060-luvun loppupuolella.

Fennovoiman suunnitelmissa on rakentaa laitosalueensa kallioperään loppusijoituslaitos matala- ja keskiaktiivisille jätteille. Laitokseen on tarkoitus loppusijoittaa myös laitosyksikön käytöstäpoiston aikana syntyvät matala- ja keskiaktiiviset jätteet. Tämänhetkisten suunnitelmien mukaan voimalaitosjätteiden loppusijoituslaitoksen käyttö alkaisi aikaisintaan 2030-luvun loppupuolella. Loppusijoituslaitoksen käyttö jatkuu, kunnes kaikki Fennovoiman voimalaitoksen matala- ja keskiaktiiviset jätteet olisi loppusijoitettu 2130-luvulla.

VTT ja Fortum ovat solmineet keväällä 2020 sopimuksen, jonka mukaan FIR 1 -tutkimusreaktorin sekä VTT:n materiaalitutkimukseen käytettyjen laboratoriotilojen käytöstäpoiston aikana syntyvät matala- ja

keskiaktiiviset jätteet varastoidaan Loviisan voimalaitoksella ja loppusijoitetaan Loviisan matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoituslaitokseen. Ratkaisu edellyttää Loviisan loppusijoituslaitoksen käyttöluvan uusimista [37]. Tutkimusreaktorin purkaminen toteutetaan tämän hetkisen suunnitelman mukaan 2020-luvun alkupuolella.

Suomessa on edetty myös hyvin matala-aktiivisten jätteiden maaperäloppusijoituslaitoksen suunnittelussa. TVO on tällä hetkellä suunnittelussa pisimmällä. TVO:n arvion mukaan maaperäloppusijoituslaitoksen ympäristövaikutusten arviointi saadaan päätökseen vuonna 2021, ja laitoksen käyttö alkaisi 2020-luvun alkupuolella [17]. Maaperäloppusijoitukseen vietäisiin pääosin Olkiluodon voimalaitosalueella syntyvää hyvin matala-aktiivista jätettä. Laitoksen käyttö jatkuisi arviolta 2090-luvulle saakka. TVO on aloittanut vuonna 2019 hyvin matala-aktiivisten jätteiden keräämisen ja pakkaamisen suunnitteilla olevaa maaperäloppusijoitusta varten. Tämän lisäksi Fennovoima suunnittelee maaperäloppusijoituslaitoksen rakentamista hyvin matala-aktiivisille jätteille.

9.3 Käytetyn ydinpolttoaineen ja ydinlaitoksissa syntyneen radioaktiivisten jätteiden huollon kokonaisuikatauluun liittyä epävarmuuksia

Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon suunnitelmat ulottuvat kauas tulevaisuuteen ja niihin liittyy siitä johtuen epävarmuuksia. Epävarmuuksia hallitaan toiminnanharjoittajilta vaadittavilla kolmen vuoden välein laadittavilla suunnitelmilla (kts. luku 7), joissa toiminnanharjoittajan on kerrottava suunnittelemistaan ydinjätehuollon toimenpiteistä aina kuudeksi vuodeksi eteenpäin.

Fortumin ydinlaitosyksiköiden voimassa olevat käyttöluvat päättyvät vuosina 2027 ja 2030 [31], eikä tällä hetkellä ole tiedossa hakeeko Fortum laitoksille uutta käyttö lupaa vai aloitetaanko laitosten käytöstäpoistaminen voimassa olevien käyttö lupajaksojen päätyttyä. Mikäli Fortum päätyy hakemaan uutta käyttö lupaa, käytöstäpoistoa varten vaadittavat toimenpiteet kuten esimerkiksi matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoituslaitoksen laajentaminen, käyttö ja sulkeminen siirtyvät myöhempään ajankohtaan. Esimerkiksi jos Loviisan ydinvoimalaitosyksiköiden käyttö jatkuisi 20 vuodella voimassa olevien käyttö lupien jälkeen, olisi loppusijoitustilan laajennus ajankohtaista vasta 2040-luvulla ja loppusijoitustilan käyttö voisi jatkua 2090-luvulla tapahtuvaan sulkemiseen saakka.

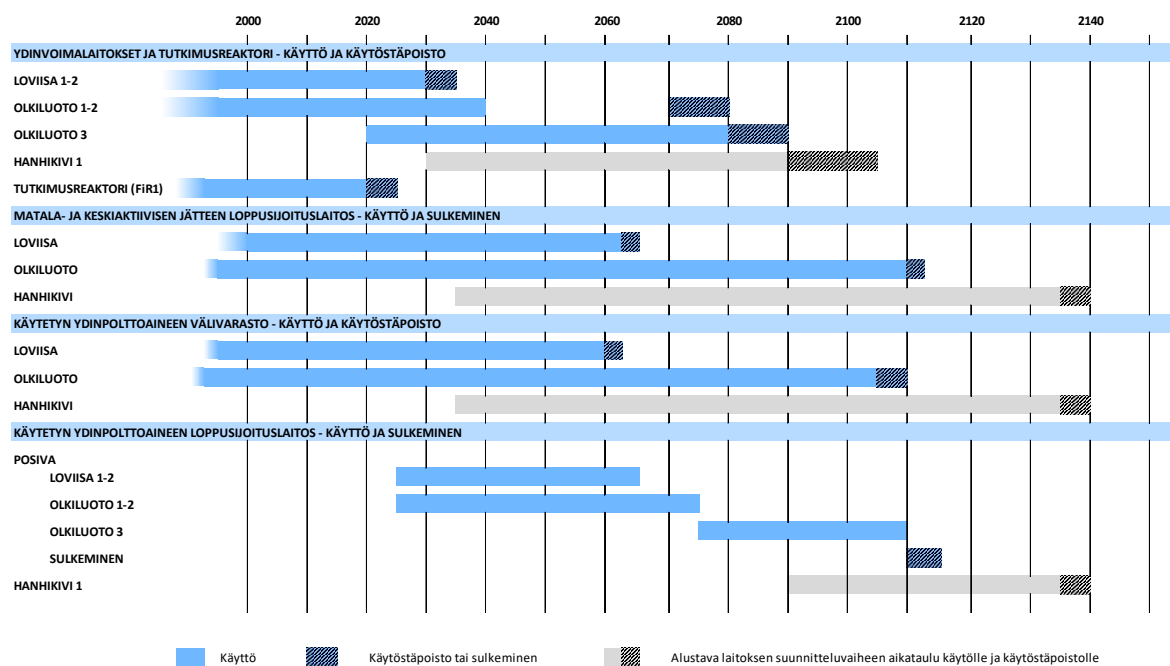
Olkiluodon kolmannen laitosisyksikön käynnistymisen viivästyminen ei juurikaan vaikuta lähivuosisikymmenien jätehuollon suunnitelmiin Olkiluodossa, sillä tarvittava infrastruktuuri käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon toteuttamiseksi on jo olemassa tai rakenteilla. Laitosisyksikön käyttöiällä on kuitenkin suora vaikutus Olkiluodossa toteutettavan käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon kehitykseen pitkällä ajanjaksolla sekä TVO:n että Posivan ydinlaitoksissa.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen osalta Posivan tavoitteena on jättää käyttö lupahakemus valtioneuvostolle 2020-luvun alkupuolella. Mikäli loppusijoituksen aloittaminen viiväistyisi, ei se estäisi ydinvoimalaitosten käyttöä, sillä käytetyn ydinpolttoaineen varastointikapasiteettia voidaan edelleen kasvattaa molemmilla voimalaitospaikkakunnilla.

Tutkimusreaktori FiR 1:n käytöstäpoistoa koskeva aikataulu on täsmentynyt VTT:n ja Fortumin solmiman radioaktiivisen jätteen huoltoa koskevan sopimuksen myötä. VTT voi aloittaa tutkimusreaktorin purkamisen valtioneuvoston kesäkuussa 2021 myöntämän luvan mukaisesti [27], kun Säteilysurvakeskus on hyväksynyt yksityiskohtaiset purkamista koskevat suunnitelmat sekä syntyville radioaktiivisille jätteille

on ydinenergiain mukaisesti hyväksytty varastointipaikka. Tämänhetkisen suunnitelman mukaan laitoksen purkamisen alkaa 2020-luvun alkupuolella.

Fennovoiman ydinvoimalaitoksen rakentamislupahakemuksen käsittely [20] on edennyt hitaasti viime vuosina puuttuvan suunnitteluaineiston takia. Ydinvoimalaitoksen viivästyminen alkuperäisestä aikataulusta siirtää käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon toimenpiteiden toteutustarvetta kauemmas tulevaisuuteen. Oleellista on, että Fennovoimalla on käytössään käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon toteuttamiseksi tarvittavat käsittely- ja varastointilaitoksen käynnistämisen aikaan ja riittävät suunnitelmat loppusijoituksen järjestämisestä.



Kuva 7. Käytetyn ydinpolttoaineen ja ydinlaitoksissa syntyvän radioaktiivisten jätteiden huollon kokonaisaikataulu (lähde STUK).

9.4 Säteilytoiminnasta syntyvän radioaktiivisen jätteenhuollon virstanpylväät ja aikataulut

Säteilyturvakeskus vastaanotti säteilyn käyttäjiltä käytöstä poistettuja radioaktiivista nuklideja sisältäviä säteilylähteitä vuoteen 2010 asti. Vastaanotettuja säteilylähteitä varastoitettiin aluksi Puolustusvoimien alueella Santahaminassa Helsingissä, kunnes vuonna 1996 valtio vuokrasi radioaktiivisia pienjätteitä varten varastopaikan TVO:n Olkiluodon matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoituslaitoksesta. Valtio on sopinut TVO:n kanssa radioaktiivisen pienjätteen loppusijoituksen osalta vastaanotetun radioaktiivisen jätteen loppuvaiheen varastoinnista ja lopullisesta sijoittamisesta matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoituslaitokseen.

Vuonna 2005 säteilylakiin lisättiin ns. tunnustetun laitoksen rooli radioaktiivisten jätteiden huollossa. Lisäys perustui silloiseen direktiiviin ja sillä pyrittiin varmistamaan säteilylähteiden jätehuollon toimivuus kaikissa olosuhteissa. Kuitenkin tavoitteena oli etsiä mahdollisia muita ratkaisuja lähteiden vastaanoton järjestämiseksi siten, että viranomaisena toimiva Säteilyturvakeskus ei olisi osallinen luvanhaltijoille tarjottavassa maksullisessa jätehuollossa. Vuonna 2010 STUK lopetti radioaktiivisten pienjätteiden vastaanottamisen, kun tätä toimintaa ryhtyi hoitamaan yksityinen yritys Suomen Nukliditeknikka. Vuonna 2018 voimaan tulleessa säteilylaissa ei enää käytetä termiä tunnustettu laitos, koska se terminä

poistui tarpeettomana myös säteilysuojelua koskevista direktiiveistä. Radioaktiivisia säteilylähteitä poistettaessa ne palautetaan valmistajalle tai luovutetaan toiminnanharjoittajalle, jolla on turvallisuuslupa radioaktiivisen jätteen vastaanottoon ja käsittelyyn.

Vuonna 2012 päivitettyjen Olkiluodon voimalaitosjätteiden loppusijoituslaitoksen lupaehtojen [38] mukaisesti suurin osa valtion vuokraamassa varastossa olevista pienjätteistä voidaan loppusijoittaa matala- ja keskiaktiivisena jätteenä Olkiluotoon TVO:n matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoituslaitokseen. Valtion hallussa olevan radioaktiivisen jätteen loppusijoittaminen on aloitettu vuonna 2016.

10. Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huoltoratkaisujen toteuttamiseksi tarvittava tutkimus- ja kehitystyö

Suomessa ydinenergian käytön toiminnanharjoittajat toteuttavat käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon ratkaisujen toteuttamiseksi tarvittavat tutkimus- ja kehittämistoimet joko omatoimisesti tai osallistumalla kansallisiin ja kansainvälisiin yhteishankkeisiin. Valtiolla on käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon valvontaan ja ohjaukseen liittyviä vastuita ja velvollisuuksia, mikä edellyttää osaamisen kehittämistä. Lisäksi valtio järjestää erilaisia kansallisia osaamisen ja infrastruktuurin kehittämiseen liittyviä hankkeita. Valtion vastuulla on myös loppusijoituslaitosten sulkemisen jälkeiseen aikaan liittyvät tutkimus- ja kehittämistoimet.

10.1 Ydinenergian käytön toiminnanharjoittajien toteuttama tutkimus- ja kehitystyö

Ydinenergian käytön toiminnanharjoittajat suunnittelevat ja toteuttavat käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huoltoa varten tarvitsemansa tutkimus- ja kehitystyöt joko yhtiön omina tai erilaisina yhteishankkeina. Toiminnanharjoittajien suunnittelemat tutkimus- ja kehitystyöt kohdistuvat niille käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon osa-alueille, jotka he ovat tunnistaneeet oman toimintansa kannalta tärkeimmiksi.

Posivan tutkimus- ja kehitystyö on vuosikymmeniä painottunut käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen ja loppusijoituskonseptin kehittämiseen. Tutkimus- ja kehitystyön näkökulma on hankkeen edetessä muuttumassa loppusijoitusratkaisun tuotekehitykseen ja laitospuoleisuuden käyttöä koskeviin aiheisiin. Loviisan ja Olkiluodon voimalaitosten tutkimus- ja kehityshankkeisiin on sisällynyt matala- ja keskiaktiivisten jätteiden tutkimus- ja kehityshankkeita, esim. nestemäisten jätteiden kiinteytyksen kehitykseen ja maaperäloppusijoitukseen liittyviä hankkeita sekä loppusijoitustilojen monitorointihankkeita. VTT on selvittänyt tutkimusreaktorin käytöstäpoiston kannalta tärkeitä aiheita, kuten esimerkiksi tutkimusreaktorin nukliidi-inventaaria sekä grafiittijätteiden käsittelyä. Fennovoima on toteuttanut käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon tutkimus- ja kehitystyötä viime vuosina merkittävältä osin yhteistyössä Posivan Solutions Oy:n kanssa.

Toiminnanharjoittajat raportoivat kolmen vuoden välein työ- ja elinkeinoministeriölle suunnitelmistaan käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon toteuttamiseksi koko käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon elinkaaren osalta (kts. luku 7). Suunnitelmat sisältävät lisäksi kuvaukset merkittävimmistä tutkimus- ja kehitystoimenpiteistä seuraaville kuudelle vuodelle. Toiminnanharjoittajat raportoivat työ- ja elinkeinoministeriölle lisäksi (kts. luku 7) ydinvoimalaitosten käytöstäpoistosuunnitelmista kuuden vuoden välein keskittyen ydinvoimalaitosten käytöstäpoistoon liittyviin tutkimus- ja kehitystoimenpiteisiin.

Toiminnanharjoittajat saavat viranomaisilta arvion edellä mainituista suunnitelmista. Viranomaiset voivat käyttää arvionsa apuna riippumattomien asiantuntijoiden tai tutkimuslaitosten arviointeja. Tutkimus- ja kehitystyötä arvioidaan suoraan tai välillisesti myös erilaisissa lupavaiheissa. Myös erilaisissa kansainvälisissä arvioinneissa voidaan tarkastella tutkimus- ja kehitystyön tilannetta. Lupapäätöksiin liittyvät lupaehdot ja erilaiset arvioinnit voivat laajentaa toiminnanharjoittajien suunniteltua tutkimus- ja kehitystyötä tai tuoda uusia tutkimus- ja kehitystehtäviä.

10.2 Valtion toteuttamat toimenpiteet tutkimus- ja kehitystyön edistämiseksi

Valtion ydinjätehuoltorahasto (VYR) rahoittaa Kansallisen ydinjätehuollon tutkimusohjelmaa (KYT). Tällä hetkellä käynnissä on KYT2022-tutkimusohjelma [39], joka päättyy vuonna 2022. Tutkimusohjelman tarkoituksena on varmistaa toiminnanharjoittajista riippumattoman asiantuntemuksen saatavuus viranomaisten tarpeisiin käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollossa. Tutkimuksen aihepiirit kattavat nykyisin käytetyn ydinpolttoaineen, matala- ja keskiaktiivisen voimalaitosjätteen ja käytöstäpoiston yhteydessä syntyvän radioaktiivisen jätteen sekä kaikki näille jätteille tehtävät toimenpiteet, joilla niistä huolehditaan turvallisesti.

KYT2022-tutkimusohjelman tutkimus on jaettu sisällöllisesti toistensa kanssa vuorovaikuttaviin pääaihepiireihin, joita ovat käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon turvallisuus, toteutettavuus ja hyväksyttävyyys. Turvallisuutta arvioitaessa on otettava huomioon hyväksyttävyykeskustelussa esiin nousseita teemoja, sekä teknisen toteutettavuuden asettamat reunaehdot. Toteutettavuutta arvioitaessa lähtökohtana ovat turvalliset ratkaisut ja niiden yhteiskunnallinen hyväksyttävyyys. Loppusijoituksen yhteiskunnallinen hyväksyttävyyys on riippuvainen sen turvallisuudesta ja toteutettavuudesta. Säteilyn käytössä syntyvien radioaktiivisten jätteiden loppusijoituksen suunnittelussa hyödynnetään ydinenergian käytössä syntyneiden radioaktiivisten jätteiden loppusijoituksen tutkimuksessa saatua tietoa.

Valtio on aloittanut myös valmistautumisen loppusijoituslaitosten sulkemiseen ja loppusijoitusta koskevien tietojen pitkäaikaiseen säilyttämiseen osana KYT2022-tutkimusohjelmaa. Sulkemista koskevan esiselvityksen on tarkoitus tunnistaa tärkeimmät sulkemiseen liittyvät tutkimus- ja kehitystarpeet. Tietojen pitkäaikaista säilyttämistä koskevan esiselvityksen on tarkoitus määrittää, mitä tietoja on säilytettävä ja mitä soveltuvia menettelytapoja voisi olla käytettävissä.

KYT-tutkimusohjelmassa on vuodesta 2016 asti rahoitettu laajamittaisesti myös tutkimusinfrastruktuurin kehittämistä. Rahoitusta käytetään tällä hetkellä pääosin VTT:n Espoon Otaniemessä sijaitsevan Ydinturvallisuustalon laboratorioden toimitilakustannuksiin vuosina 2016-2025 ja käytettiin tutkimuslaitteiden hankintaan vuosina 2016-2020. Talossa VTT tarjoaa tutkimuspalveluja sekä yksityisille että julkisille toimijoille.

Ydinjätetutkimusrahastoon kerätään varoja ydinenergian käytön toiminnanharjoittajilta suhteessa heidän käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huoltoa koskevien toimenpiteiden laajuuteen. Toiminnanharjoittajat osallistuvat myös tutkimusohjelman hallintoon erilaisissa tutkimusohjelman johto-, seuranta- ja tukiryhmissä, ja siten toiminnanharjoittajilla on mahdollisuus vaikuttaa tutkimusohjelman sisältöön. Myös viranomaiset tarvitsevat asiantuntemusta niistä aiheista, jotka ovat toiminnanharjoittajien kannalta merkityksellisiä. Korkeatasoisen tutkimuksen lisäksi tutkimusohjelma tarjoaa merkityksellisen viranomaisten, toiminnanharjoittajien ja tutkijoiden yhteisön.

Työ- ja elinkeinoministeriö on päättänyt yhdistää käytetyn ydinpolttoaineen ja ydinenergian käytön yhteydessä syntyvän radioaktiivisen jätteen huoltoa koskevan tutkimusohjelman ydinvoimalaitosten turvallisuutta koskevan SAFIR-tutkimusohjelman [40] kanssa vuoden 2023 alusta lähtien. Samalla Ydinjätetutkimusrahasto yhdistyy SAFIR-tutkimusohjelman rahoittamiseen tarkoitettun Ydinturvallisuustutkimusrahaston kanssa.

Tutkimusohjelmien yhdistämisen taustalla on mm. tavoite laajempien tutkimuskokonaisuuksien hallinnasta. Yhteisellä SAFER-ohjelmalla voidaan huomioida paremmin myös olemassa olevien

tutkimusohjelmien rajapintaan jäävät tutkimus- ja kehityshankkeet, teknologian kehitys koko ydinenergian käytön elinkaaren aikana, sekä osaamisen hallintaan liittyvät näkökulmat. Yhteinen ohjelma pystyy huomioimaan paremmin myös Posivan kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käyttövaiheen ja tuo myös hallinnollisia etuja. Samalla ohjelma muuttuu nelivuotisesta kuusivuotiseksi. Tutkimusohjelmien yhdistämistä koskeva suunnittelutyöryhmä on aloittanut toimintansa vuoden 2021 alussa.

KYT-tutkimusohjelman lisäksi Säteilyturvakeskus käyttää turvallisuusvalvontaan tarvittavia ulkopuolisia asiantuntijoita ja teettää tarvittaessa valvontaan suoraan liittyvää tutkimus- tai analyysityötä, joka on rajattu KYT-tutkimusohjelman ulkopuolelle. Säteilyturvakeskuksen valvonnan tukiohjelma on kohdistunut pääasiassa käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen ja sen tarkoituksena on ollut tuottaa arvioita ja analyysijä loppusijoituksen turvallisuuteen liittyvistä kysymyksistä.

STUK:n tutkimus- ja kehityshankkeessa FINNORM (2019-2020) on yhtenä osa-alueena kehitetty altistuksen arvioinnin ja valvonnan menetelmiä koskien luonnonsäteilylle altistavassa toiminnassa syntyvien jätteiden jätehuoltoa. Hankkeen tuloksia hyödynnetään jatkossa kyseisiä jätteitä koskevien ohjeiden muodossa. FINNORM-hankkeessa on kehitetty myös tietokanta luonnonsäteilylle altistavasta toiminnasta, ja siihen sisällytetään tiedot aineiden määristä, mahdollisista päästöistä, ja niistä aiheutuvista altistuksista. Tulevaisuudessa tietokantaa voidaan hyödyntää tutkimuksessa, kun vertaillaan erilaisten loppukäsittelytapojen vaikutuksia. Jätteiden pitkäaikaisturvallisuuden varmistamiseksi tulisi tulevaisuudessa jatkaa yksityiskohtaisempaa tutkimusta luonnon radioaktiivisten aineiden liikkuvuuden muutoksista fysikaalisten-, kemiallisten ja erityisesti (mikro)biologisten tekijöiden vaikutuksesta maan pinnan läheisyyteen sijoitetuissa jätteissä. Tähän liittyvää tutkimusta on jo käynnissä yhteistyössä yliopistojen kanssa.

10.3 Suomen osallistuminen kansainväliseen tutkimus- ja kehitystyöhön

Suomi osallistuu laajasti myös kansainväliseen tutkimusyhteistyöhön. Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon kannalta merkittävintä tutkimustoimintaa on Euroopan unionin Euratom-sopimuksen mukainen fissio-ohjelma. Ohjelman yksi kolmesta pääalueesta on radioaktiivisen jätteen huollon ja erityisesti käytetyn polttoaineen loppusijoitukseen liittyvä tutkimus. Myös muut osa-alueet eli ydinlaitosten turvallisuus ja säteilysuojelu ovat sisältäneet hankkeita, joista käytetyn polttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huolto on hyötynyt.

Globaalin tutkimuksen osalta kansainvälisen atomienergiajärjestö IAEA:n (International Atomic Energy Agency) ja OECD-järjestön ydinenergiatoimiston (NEA, Nuclear Energy Agency) tutkimustoiminta kattaa ydinenergian käytön kaikki osa-alueet ja siten myös käytetyn polttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon toiminnot. Suomi osallistuu myös erillisiin, suuriin kansainvälisiin hankkeisiin, kuten Ranskan Jules Horowitz tutkimusreaktori-hankeeseen. Pohjoismainen ydinturvallisuustutkimus NKS on myös kattanut esimerkiksi käytöstäpoiston tutkimushankkeita.

Kansainvälistä yhteistyötä on kehitetty koko ydinenergia-alalla työ- ja elinkeinoministeriön vuonna 2014 julkaiseman ydinenergia-alan tutkimusstrategian avulla [41]. Tuolloin annetut suositukset voimakkaasta osallistumisesta kansainväliseen yhteistyöhön tai kansallisten infrastruktuuriratkaisujen kehittämisestä ovat palvelleet myös käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon tutkimusta.

10.4 Muu osaamisen säilyttämisen ja kehittämisen

Käytetyn ydinpolttoaineen ja ydinenergian käytöstä syntyneen radioaktiivisen jätteen huollosta on järjestetty vuodesta 2010 lähtien kurssimuotoista opetusta. Vuosittain kurssille osallistui noin

kolmekymmentä henkilöä, ja kurssin painopiste oli käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituskonseptissa ja pitkäaikaisturvallisuudessa. Kurssi yhdistettiin vuonna 2015 Kansallisen ydinturvallisuuskurssin kanssa, joka sisälsi myös käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huoltoon keskittyneen osuuden.

Yhdistetty kurssi sai nimen ydinturvallisuus- ja ydinjätehuoltokurssi (YJK). Kurssia toteutetaan tällä hetkellä alan toimijoiden välisenä yhteistyönä ja kurssille on osallistunut vuosittain noin 100 alan asiantuntijaa. Kurssi kattaa ydinenergian käytön koko elinkaaren.

Työ- ja elinkeinoministeriö perustaa myös erilaisia kansallisia työryhmiä käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huoltoon liittyvien aihealueiden kehittämiseksi. Työryhmissä ovat olleet edustettuina laajasti myös alan toiminnanharjoittajat. Tällaisia työryhmiä ovat viime vuosina olleet mm. Kansallinen ydinjätehuollon yhteistyöryhmä YETI vuosina 2017-2019 [8], Valtion ydinjätehuoltorahaston sijoitustoiminnan kehittämistä käsitellyt VYR-työryhmä vuosina 2018-2019 [9] ja Ydinlaitosten elinkaaren sääntelyn kehittämistä koskenut REILA-työryhmä vuosina 2019-2020 [7].

Käytetyn ydinpolttoaineen ja ydinenergian käytössä syntyneen radioaktiivisen jätteen huollon tutkimus-, kehitys- ja suunnittelutyötä tekevien henkilöiden lukumäärää, työkokemusvuosia ja koulutustaustaa on tutkittu kyselytutkimuksilla osana koko ydinenergia-alaa vuosina 2010 [42] ja 2017 [43].

11. Arvio kansallisen ohjelman kustannuksista sekä voimassa olevat rahoitusjärjestelyt

Suomessa käytettyä ydinpolttoainetta ja radioaktiivista jätettä toimintansa yhteydessä tuottava toiminnanharjoittaja vastaa jätehuollon toimenpiteiden kustannuksista täysimääräisesti. Valtion tehtävänä on varmistaa, että jätehuoltoon on käytettävissä asianmukainen rahoitus. Käytetyn ydinpolttoaineen ja ydinennergian käytön yhteydessä syntyvän radioaktiivisen jätteen osalta varat kerätään työ- ja elinkeinoministeriön alaisuudessa toimivaan Valtion ydinjätehuoltorahastoon. Säteilynkäytön yhteydessä syntyvän radioaktiivisten jätteiden osalta toiminnanharjoittaja asettaa tarvittaessa vakuuden.

11.1 Käytetyn ydinpolttoaineen ja ydinennergian käytön yhteydessä syntyneen radioaktiivisen jätteen huollon kustannukset

Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimalaitosyksiköiden (OL1-3, LO1-2) käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisten jätteiden huollon kokonaiskustannukset ovat arviolta noin 7 miljardia euroa voimalaitosten koko käyttöajalta (vuoden 2020 hintataso). Tästä käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen kustannukset ovat noin 5 miljardia euroa. Luku sisältää käytetyn polttoaineen loppusijoituksen, laitoskokonaisuuden rakentamisen, käytön ja sulkemisen sekä Posivan tutkimus- ja kehityskulut, kiinteistöverot ja viranomaisvalvonnan kulut. Ydinvoimalaitosten voimalaitosjätehuollon kustannukset ovat noin 150 miljoonaa euroa. Laitosten käytöstäpoiston kustannukset ovat yhteensä noin 1,1 miljardia euroa. Loppuosa kustannuksista koostuu muun muassa TVO:n ja Fortumin tutkimus- ja kehitys-, välivarastointi- ja viranomaisvalvonnankustannuksista sekä veroista.

Käytöstäpoiston kokonaiskustannusarviot kattavat laitosten radioaktiivisten osien purkukustannukset ja purkujätteen loppusijoituksen laitospaikalla oleviin loppusijoitustiloihin. Merkittävin käytöstäpoiston vaatima investointi on loppusijoitustilojen laajentaminen purkujätteelle. Voimalaitoksen valvonnasta vapautettujen osien purkukustannukset eivät ole ydinennergialain mukaisessa varautumisessa mukana.

Pyhäjoen ydinvoimalaitoksen käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisten jätteiden huollon kokonaiskustannukset, pois lukien käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus ja ydinvoimalaitoksen käytöstäpoisto, ovat noin 600 miljoonaa euroa. Koska käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta koskevat suunnitelmat ovat vielä keskeneräisiä, niitä koskevia kokonaiskustannusarvioita ei ole tässä vaiheessa tarkoituksenmukaista julkaista. Ydinvoimalaitoksen ja käytetyn ydinpolttoaineen välivaraston käytöstäpoiston kokonaiskustannusarvio on noin 250 miljoonaa euroa.

VTT:n tutkimusreaktorin käytöstäpoiston kokonaiskustannukset olivat syksyn 2020 arvion mukaan noin 30 miljoonaa euroa. Kustannusarviossa varauduttiin käytetyn ydinpolttoaineen varastointiin ja loppusijoitukseen Suomessa. Koska käytetyn ydinpolttoaineen palauttaminen Yhdysvaltoihin kuitenkin onnistui vuodenvaihteessa 2020-2021, kustannusarvio tulee pienenemään usealla miljoonalla eurolla. Tutkimusreaktorin yhteydessä sijaitsevien materiaalitutkimukseen käytettyjen laboratoriotilojen käytöstäpoiston kustannukset ovat noin 10 miljoonaa euroa.

Yksityiskohtaiset tiedot käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon kustannuksista ovat kaupallisin perustein salassa pidettävän tiedon piirissä eikä niiden julkaiseminen ole mahdollista.

11.2 Valtion varautumisjärjestelmä käytetyn ydinpolttoaineen ja ydinenergian käytön yhteydessä syntyneen radioaktiivisen jätteen huollon kustannuksiin

Valtion tehtävänä on varmistaa, että käytetyn ydinpolttoaineen ja ydinenergian käytön yhteydessä syntyneen radioaktiivisen jätteen huoltoon on käytettävissä asianmukainen rahoitus. Valtio varmistuu tästä keräämällä varoja Valtion ydinjätehuoltorahastoon. Rahasto toimii työ- ja elinkeinoministeriön alaisuudessa, mutta se ei sisälly valtion budjettiin. Valtion ydinjätehuoltorahaston avulla voidaan varmistua siitä, että käytetyn ydinpolttoaineen ja ydinlaitoksissa syntyneen radioaktiivisen jätteen huollon toteuttamiseksi on olemassa riittävät varat, jos toiminnanharjoittaja ei jostain syystä pystyisi täyttämään sille asetettuja velvoitteita jätehuollon järjestämiseksi.

Valtion ydinjätehuoltorahasto perustettiin vuonna 1988 voimaan tulleella ydinenergiailalla (990/1987) ja sen nojalla annetulla asetuksella Valtion ydinjätehuoltorahastosta (162/1988), joka korvattiin myöhemmin valtioneuvoston asetuksella Valtion ydinjätehuoltorahastosta (161/2004). Valtion ydinjätehuoltorahaston toimintaa uudistetaan tulevina vuosina vuonna 2021 vahvistetun lain (269/2021) siirtymäsäännösten mukaisesti. Lailla on merkittävä vaikutus mm. rahaston hallintoon, erillisrahastojen määrään sekä rahaston sijoitus- ja tutkimustoimintaan.

Valtion ydinjätehuoltorahasto muodostuu tällä hetkellä kolmesta erillisvarallisuudesta, jotka ovat Varautumisrahasto, Ydinturvallisuustutkimusrahasto ja Ydinjätetutkimusrahasto. Erillisvarallisuuksiin kerättyjä varoja voidaan käyttää vain ydinenergiain kyseisiä varoja koskevien säännösten osoittamiin tarkoituksiin, eikä varoja voida siirtää erillisvarallisuuksien välillä. Rahastoa johtaa valtioneuvoston nimeämä johtokunta ja toimitusjohtaja. Rahaston johtokunta tekee rahastoa koskevat päätökset.

Erillisvarallisuuksista Varautumisrahasto on merkittävä käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon varautumisen kannalta. Johtokunta kerää ydinenergian käytön toiminnanharjoittajilta vuosittain varoja Varautumisrahastoon. Toiminnanharjoittajat, joilta varoja kerätään, ovat tällä hetkellä TVO, Fortum ja VTT. Näillä toiminnanharjoittajilla on käytettyä ydinpolttoainetta ja/tai radioaktiivista jätettä, joista ei ole vielä kokonaisuudessaan huolehdittu. Varojen kerääminen alkaa Posivalta ja Fennovoimalta, kun toiminnanharjoittajien toiminnan seurauksena on syntynyt käytettyä ydinpolttoainetta tai radioaktiivista jätettä.

Varojen kerääminen tehdään ydinenergiailassa ja –asetuksessa määritellyn menettelyn mukaisesti. Toiminnanharjoittajat toimittavat arvionsa käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteenhuollon kustannuksista kolmen vuoden välein työ- ja elinkeinoministeriön arvioitavaksi. Lisäksi toiminnanharjoittajat voivat tarkentaa kustannusarvioita vuosittain.

Arvio tehdään olettamalla, että toiminnanharjoittajan käytettyä ydinpolttoainetta ja radioaktiivista jätettä tuottava toiminta päättyy kunkin kuluvan vuoden lopussa ja tällöin olemassa olevasta käytetystä ydinpolttoaineesta ja radioaktiivisesta jätteestä huolehditaan niiden huollosta tehtyjen hyväksytyjen suunnitelmien (luku 7) mukaisesti. Arviossa ei siten ole kyse käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon vuosittain päivittyvästä kokonaiskustannuksesta, vaan jäljellä olevista kustannuksista, jos käytettyä ydinpolttoainetta ja radioaktiivista jätettä tuottavaa toimintaa ei enää jatketa.

Arviossa esitetyt kustannukset arvioidaan tarkasteluhetkenhinta- ja kustannustasossa. Arviossa on käytettävä luotettavaksi katsottavia hinta- ja kustannustietoja. Myös käytettävissä olevien hinta- ja kustannustietojen epävarmuus on otettava huomioon kustannuksia nostavana tekijänä.

Toimitetut kustannusarviot arvioidaan teknistaloudellisten laskelmien arvioimiseen perehtyneiden riippumattomien tahojen toimesta. Työ- ja elinkeinoministeriö vahvistaa tämän jälkeen vuosittain kunkin edellä mainitun toiminnanharjoittajan kustannusarvion kuluvalle vuodelle ja päättää alustavasti kustannusarviot kahdelle seuraavalle vuodelle. Lisäksi työ- ja elinkeinoministeriö vahvistaa kunkin toiminnanharjoittajan kohdalla varallisuuden määrän, joka arvoitujen kustannusten perusteella toiminnanharjoittajalla tulee seuraavan vuoden aikana olla Varautumisrahastossa.

Valtion ydinjätehuoltorahaston johtokunta kerää työ- ja elinkeinoministeriön tekemän päätöksen ja toiminnanharjoittajalla rahastossa jo olevan varallisuuden perusteella maksun, joka toiminnanharjoittajan on maksettava rahastoon niin ikään vuosittain. Jos toiminnanharjoittajalla on Varautumisrahastossa varallisuutta tarpeettoman paljon, saa toiminnanharjoittaja palautusta.

Varoja palautetaan toiminnanharjoittajille sitä mukaa, kun käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huoltoa toteutetaan ja siten vielä toteutettavista huoltotoimenpiteistä aiheutuvat kokonaiskustannukset pienenevät. Palautukset toteutetaan kuitenkin siten, että toiminnanharjoittajan on ensin toteutettava omalla rahoituksellaan kyseessä oleva toimenpide, jonka jälkeen toimenpidettä varten Varautumisrahastoon varattu varallisuus palautetaan takaisin toiminnanharjoittajalle.

Valtion ydinjätehuoltorahaston Varautumisrahastossa oli vuoden 2020 lopussa 2,6 miljardia euroa. Valtion ydinjätehuoltorahaston varoista suurin osa johtuu varautumisesta käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen ja ydinlaitosten käytöstäpoistoon. Kun ydinlaitokset on poistettu käytöstä, käytetty ydinpolttoaine ja radioaktiivinen jäte on loppusijoitettu, loppusijoituslaitokset on suljettu hyväksytyllä tavalla ja toiminnanharjoittajan huoltovelvollisuus käytetystä ydinpolttoaineesta ja radioaktiivisesta jätteestä on päätynyt, peritään toiminnanharjoittajilta vielä maksu valtion vastuulle siirtyvän käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen loppusijoituslaitosten monitoroinnin ja valvonnan kattamiseksi. Maksua tai sen määräytymisen periaatteita ei kuitenkaan toistaiseksi ole määritelty.

Valtion ydinjätehuoltorahaston tehtävänä on keräämisen lisäksi säilyttää ja turvaavasti sijoittaa ne toiminnanharjoittajilta Varautumisrahastoon kerättävät varat, jotka tulevaisuudessa tarvitaan käytetystä ydinpolttoaineesta ja radioaktiivisesta jätteestä huolehtimiseksi. Rahasto huolehtii, että varat ovat varmuudella olemassa ja käytettävissä silloin, kun käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon toimenpiteet on tehtävä. Varoja käytetään käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huoltoon vain siinä tapauksessa, että toiminnanharjoittaja ei itse täytä laissa säädettyä huolehtimisvelvollisuuttaan. Varautumisrahastossa olevien varojen sijoitustoimintaa on tulevaisuudessa mahdollista kehittää. Valtion ydinjätehuoltorahaston sijoitustoiminnan kehittämistä käsitelleen VYR-työryhmä loppuraportti valmistui vuonna 2019 [9].

Ydinturvallisuustutkimusrahastosta ja Ydinjätetutkimusrahastosta rahoitetaan käytetyn ydinpolttoaineen ja ydinenergian käytön yhteydessä syntyneen radioaktiivisen jätteen huollon tutkimusta sekä ydinturvallisuustutkimusta luvussa 10 esitetyllä tavalla.

11.3 Muulla kuin ydinlaitoksissa syntyneiden radioaktiivisten jätteiden huollon kustannukset

Toiminnanharjoittaja vastaa radioaktiivisten jätteiden huollon ja käsittelyn kustannuksista, jotka syntyvät säteilyn käytön ja muun säteilytoiminnan seurauksena. Toiminnanharjoittaja vastaa kustannuksista, jotka aiheutuvat säteilylähteiden palauttamisesta valmistajalle, jollei lähteen hankinnan yhteydessä ole muuta sovittu. Loppusijoitukseen luovutettavan radioaktiivisen jätteen käsittelyn, loppusijoitusta varten tehtävän pakkaamisen ja loppusijoituksen kustannuksen maksaa kukin toiminnanharjoittaja luovuttaessaan jätteen toiselle toiminnanharjoittajalle, joka huolehtii jätteen toimittamisesta

loppusijoitukseen. Toiminnanharjoittaja, joka toimittaa radioaktiivista jätettä loppusijoitusta varten valtion radioaktiivisen pienjätteen varastoon, maksaa tässä yhteydessä Säteilyturvakeskukselle loppusijoituksesta. Radioaktiivisen jätteen loppusijoitusmaksu perustuu loppusijoitettavaan tilavuuteen.

Säteilyn käytössä toiminnanharjoittajan tulee säteilylain mukaan asettaa rahallinen vakuus radioaktiivisten jätteiden vaarattomaksi tekemistä tai mahdollisia ympäristön puhdistustoimenpiteitä varten, mikäli toiminnasta katsotaan aiheutuvan merkittäviä jätehuollon kustannuksia. Vakuutta edellytetään, mikäli toiminnanharjoittajalla on korkea-aktiivinen umpilähde (HASS) tai toiminnanharjoittajan kerralla hallussa pidettävän radioaktiivisen aineen tai säteilylähteiden nuklidikohtainen yhteenlaskettu aktiivisuus on suurempi kuin saman nuklidin korkea-aktiivisen umpilähteen aktiivisuus. Vakuutta edellytetään myös toiminnalta, jossa umpilähteitä sisältäviä säteilylaitteita huolletaan tai tehdään vaarattomiksi, jos umpilähteitä poistetaan kiinteästä suojuksesta ja vuositasolla nuklidikohtainen yhteenlaskettu aktiivisuus on suurempi kuin vastaavan korkea-aktiivisen umpilähteen aktiivisuus.

Säteilylain mukaista vakuutta edellytetään myös toiminnoilta, joissa syntyy tai voi syntyä radioaktiivista jätettä tai jätettä, jonka käsittelyssä radioaktiivisuus tulee ottaa huomioon, jos jätteen vaarattomaksi tekemisestä aiheutuu huomattavia kustannuksia. Lyhytikäiset radioaktiiviset aineet, joiden puoliintumisaika on alle 150 päivää, eivät edellytä vakuuden asettamista.

Korkea-aktiivisen umpilähteen, hallussa pidettävän aktiivisuuden tai vuosittain suojuksistaan poistettavien säteilylähteiden nuklidikohtaisesti yhteenlasketun aktiivisuuden arvon perusteella asetettavan vakuuden perusmäärä on 10 000 euroa. Perusmäärän lisäksi tulee 75 euroa maksuyksikköä kohti. Maksuyksiköiden määrä lasketaan jakamalla kyseisen korkea-aktiivisen umpilähteen aktiivisuuden arvo, kerralla hallussa pidettävän radioaktiivisen aineen aktiivisuuden arvo tai vuosittain poistettavien umpilähteiden nuklidikohtaisesti yhteenlasketun aktiivisuuden arvo korkea-aktiivisen umpilähteen aktiivisuuden arvolla.

Toiminnassa, jossa syntyy tai voi syntyä radioaktiivista jätettä, tulee asettaa vakuus, jos radioaktiivisten jätteiden vaarattomaksi tekemisen, syntyvien jätteiden jätehuollon kustannusten tai tarvittavien ympäristön puhdistustoimenpiteiden kustannusten arvioidaan olevan suuremmat kuin 100 000 euroa. Toiminnanharjoittaja asettama vakuus on takaus, vakuutus tai pantattu talletus. Vakuutta ei edellytetä kunnalta, kuntayhtymältä eikä valtiolta.

Radioaktiivisten jätteiden osalta valtiolla on toissijainen huolehtimisvelvollisuus, mikäli toiminnanharjoittaja ei pysty täyttämään sille kuuluvia velvoitteita tai ei ole toiminnanharjoittajaa, jonka toimialaan kuuluu radioaktiivisten jätteiden vaarattomaksi tekeminen. Tällöin valtio huolehtii jätteiden vaarattomaksi tekemisestä ja Säteilyturvakeskus vastaa valtiolle määrätyistä tehtävistä. Toiminnanharjoittajan on korvattava vaarattomaksi tekemisestä aiheutuvat kulut valtiolle. Säteilyturvakeskuksessa radioaktiivisten jätteiden vastaanottamisesta ja vaarattomaksi tekemisestä sekä radioaktiivisten jätteiden huoltoa koskevasta valvonnasta vastaavat eri osastot.

12. Avoimuus ja yhteiskunnallinen hyväksyttävyyys käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollossa

Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon toteuttamisen edellytys on toiminnan yhteiskunnallinen hyväksyttävyyys. Yhteiskunnallinen hyväksyttävyyys on monitahoinen käsite, ja se on myös yksi Kansallisen ydinjätehuollon tutkimusohjelman KYT2022 tutkimuksen pääaihepiireistä yhdessä käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon turvallisuuden ja toteutettavuuden kanssa.

Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon yhteiskunnallinen hyväksyttävyyys pohjautuu luottamukseen. Luottamus toiminnanharjoittajaan edellyttää, että käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon toteuttaminen perustuu olemassa olevaan tieteelliseen tietoon, tekniseen kehitykseen ja korkeatasoiseen osaamiseen. Luottamus perustuu myös siihen, että viranomainen valvoo toiminnanharjoittajan toimintaa lainsäädännössä asetettujen vaatimusten mukaisesti ja arvioi riippumattomasti käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon turvallisuutta.

12.1 Ydinenergian käytön toiminnanharjoittajan toiminnan avoimuus

Toiminnanharjoittajat välittävät ajankohtaisia ja asiapohjaisia tietoja toiminnastaan ja hankkeestaan. Viestintää tehdään usein sekä paikallisesti, kansallisesti että kansainvälisesti. Viestintä on tyypillisesti ennakoivaa ja monimuotoista, ja siinä otetaan huomioon eri sidosryhmien erilaiset tiedontarpeet.

Viestinnän ja suhdetoiminnan näkökulmasta tärkeimpiä sidosryhmiä ovat henkilöstö, omistajat, laitostoimittaja sekä laitospaikkakunnan ja sen lähialueiden asukkaat, erityisesti paikalliset päättäjät ja viranomaiset. Viestittävästä aiheesta riippuen myös muut sidosryhmät tai yleisöt voivat olla tärkeitä tai jopa viestinnän ensisijainen kohderyhmä. Viestintään vaikuttaa myös toiminnanharjoittajan hankkeen tai toiminnan vaihe. Esimerkiksi hankkeen alussa viestintä ja vuoropuhelu ovat aktiivisempaa, kun taas käyttövaiheessa olevien laitosten osalta viestintä keskittyy enemmän laitoksen varsinaisiin käyttötapauksiin.

Toiminnanharjoittajat käyttävät laajasti erilaisia viestintäkanavia. Toiminnanharjoittajat julkaisevat erilaisia määräaikaissraportteja, jotka kertovat työn tuloksista ja saattavat sisältää tietoja myös lähitulevaisuuteen ulottuvista suunnitelmista. Ajankohtaisia tietoja julkaistaan uutisissa, tiedotteissa sekä erilaisissa mediatilaisuuksissa. Lisäksi toiminnanharjoittajien internet-sivustoille on tyypillisesti koottu toiminnanharjoittajia koskevia perustietoja sekä ajankohtaisia tietoja toiminnasta. Toiminnanharjoittajat käyttävät tiedottamiseen aktiivisesti myös muita sähköisiä kanavia.

Kaikilla Suomen ydinvoimalaitospaikkakunnilla julkaistaan tällä hetkellä ydinlaitoksen lähialueen asukkaille suunnattua sidosryhmälehteä. Erittäin tärkeitä ovat myös erilaiset sidosryhmätapahtumat ja -tapaamiset, joita toiminnanharjoittajat järjestävät aika ajoin. Toiminnanharjoittajat järjestävät myös mahdollisuuksien mukaan vierailutoimintaa alueillaan ja esimerkiksi Olkiluodossa toimii vierailukeskus, jossa esitellään Olkiluodon ydinvoimalaitoksia ja Posivan kapselointi- ja loppusijoituslaitosta vuosittain noin 13 000 vierailijalle.

Toiminnanharjoittajat pitävät tyypillisesti tiiviisti yhteyttä kotikuntansa sekä lähimpien naapurikuntien päättäjiin ja yhteydenpito onkin organisoitu erilaisiin yhteistyö- ja keskusteluryhmiin.

12.2 Viranomaisen toiminnan avoimuus

Viranomaisten toimintaa ohjaavat muun muassa hallintolaki (434/2003) ja laki viranomaisten toiminnan julkisuudesta (621/1999, julkisuuslaki). Hallintolain tarkoituksena on toteuttaa ja edistää hyvää hallintoa sekä oikeusturvaa hallintoasioissa. Julkisuuslaissa säädettyjen tiedonsaantioikeuksien ja viranomaisten velvollisuuksien tarkoituksena on toteuttaa avoimuutta viranomaisen toiminnassa sekä antaa yksilöille ja yhteisöille mahdollisuus valvoa julkisen vallan ja julkisten varojen käyttöä, muodostaa vapaasti mielipiteensä sekä vaikuttaa julkisen vallan käyttöön ja valvoa oikeuksiaan ja etujaan.

Julkisuusperiaatteen mukaan viranomaisen asiakirjat ovat julkisia, jollei julkisuuslaissa tai muussa laissa erikseen säädetä toisin. Jokaisella on oikeus saada tieto viranomaisen asiakirjasta, joka on julkinen. Viranomaisen on myös edistettävä toimintansa avoimuutta. Viranomaisen asiakirjalla tarkoitetaan tässä yhteydessä viranomaisen hallussa olevaa asiakirjaa, jonka viranomainen tai sen palveluksessa oleva on laatinut taikka joka on toimitettu viranomaiselle asian käsittelyä varten tai muuten sen toimialaan tai tehtäviin kuuluvassa asiassa. Viranomaisen laatimana pidetään myös asiakirjaa, joka on laadittu viranomaisen antaman toimeksiannon johdosta, ja viranomaiselle toimitettuna asiakirjana asiakirjaa, joka on annettu viranomaisen toimeksiannosta tai muuten sen lukuun toimivalle toimeksiantotehtävän suorittamista varten.

Viranomaisen asiakirja on kuitenkin pidettävä salassa, jos se on julkisuuslaissa tai muussa laissa säädetty salassa pidettäväksi tai jos viranomainen lain nojalla on määrännyt sen salassa pidettäväksi taikka jos se sisältää tietoja, joista on lailla säädetty vaitiolovelvollisuus. Salassa pidettävistä viranomaisen asiakirjoista on säädetty julkisuuslain 24 §:ssä. Tällaisia asiakirjoja voivat käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huoltoon liittyen olla esimerkiksi turvajärjestelyjä koskevat ja niiden toteuttamiseen vaikuttavat asiakirjat. Lisäksi salaisia ovat asiakirjat, jotka sisältävät tietoja liikesalaisuudesta tai tietoja muusta vastaavasta yksityisen elinkeinotoimintaa koskevasta seikasta, jos tiedon antaminen niistä aiheuttaisi elinkeinonharjoittajalle taloudellista vahinkoa.

Viranomaisen asiakirjaa ei saa pitää salassa, kun salassapidolle laissa säädetty tai lain nojalla määrätty aika on kulunut tai kun asiakirjan salassa pidettäväksi määrännyt viranomainen on peruuttanut salassapitoa koskevan määräyksen. Viranomaisen asiakirjan salassapitoaika on 25 vuotta, jollei toisin ole säädetty tai lain nojalla määrätty.

Lupamenettelyihin liittyvä kuuleminen

Myös ydinenergialaissa säädetään viranomaisen toiminnan avoimuudesta. Esimerkiksi ennen ydinlaitoksen periaatepäätöksen tekemistä työ- ja elinkeinoministeriön on varattava ydinlaitoksen lähiympäristön asukkaille ja kunnille, viranomaisille sekä yleisölle mahdollisuus esittää kirjallisesti lausuntonsa tai mielipiteensä hankkeesta. Ministeriön on lisäksi laitoksen suunnitellulla sijaintipaikkakunnalla järjestettävä julkinen tilaisuus, jossa asiasta voidaan esittää suullisesti tai kirjallisesti mielipiteitä. Esitetyt lausunnot ja mielipiteet otetaan huomioon periaatepäätöksen valmistelussa, ja ne on lisäksi saatettava valtioneuvoston tietoon ennen periaatepäätöksen tekemistä.

Työ- ja elinkeinoministeriö saattaa myös ydinlaitoksen lupahakemukset tiedoksi julkisella kuulutuksella. Julkisesta kuulutuksesta säädetään hallintolaissa. Käytännössä julkinen kuulutus tarkoittaa lupahakemuksen ja sitä koskevan kuulutuksen julkaisemista työ- ja elinkeinoministeriön verkkosivuilla osoitteessa www.tem.fi/. Tarpeen vaatiessa kuulutus voidaan julkaista myös asian vaikutusalueen sanomalehdessä tai muulla viranomaisen päättämällä tavalla.

Työ- ja elinkeinoministeriön on lisäksi ennen ydinlaitoksen rakentamis- ja käyttöluvan sekä käytöstä poistamista koskevan luvan myöntämistä valtioneuvostossa varattava yleisölle tilaisuus ilmaista

mielipiteensä kirjallisesti lupaa koskevassa asiassa. Lisäksi luvanhakijalle on varattava tilaisuus selityksen antamiseen hakemuksen johdosta annetuista mielipiteistä sekä lain mukaan pyydetyistä lausunnoista. Esitetyt lausunnot ja mielipiteet otetaan huomioon lupapäätöksen valmistelussa.

Työ- ja elinkeinoministeriö toimii myös ympäristövaikutusten arviointia koskevassa laissa tarkoitettuna yhteysviranomaisena ydinenergialaissa tarkoitettuja ydinlaitoksia koskevissa hankkeissa. Yhteysviranomaisen on huolehdittava siitä, että hanketta koskeva ympäristövaikutusten arviointiohjelmasta ja -selostuksesta pyydetään tarvittavat lausunnot ja varataan mahdollisuus mielipiteiden esittämiseen. Yhteysviranomaisen on varattava myös hankkeen vaikutusalueen kunnille tilaisuus antaa lausuntonsa arviointiohjelmasta ja -selostuksesta.

Yhteysviranomaisen on annettava ympäristövaikutusten arviointiohjelma ja –selostus viipymättä tiedoksi julkisella kuulutuksella. Yhteysviranomaisen ja hankkeesta vastaava voivat sopia lisäksi myös muun osallistumisen, esimerkiksi yleisötilaisuuden, järjestämisestä. Ympäristövaikutusten arviointimenettely päättyy yhteysviranomaisen antamaan perusteltuun päätelmään hankkeen merkittävistä ympäristövaikutuksista. Esitetyt lausunnot ja mielipiteet otetaan huomioon yhteysviranomaisen lausunnon ja perustellun päätelmän valmistelussa. Yhteysviranomaisen on annettava perusteltu päätelmä viipymättä tiedoksi julkisella kuulutuksella.

Kansallisen ohjelman kuuleminen

Tämä käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huoltoa koskeva kansallinen ohjelma on viranomaisen ohjelma, jonka ympäristövaikutusten arviointi toteutetaan viranomaisen suunnitelmien ja ohjelmien ympäristövaikutusten arvioinnista annetun lain (myöhemmin SOVA-lain) mukaisesti. Kansallisen ohjelman ydinenergialaissa olevat tiedottamista ja kuulemista koskevat säädökset ovat pääosin yhdenmukaisia SOVA-lain vaatimusten kanssa ja täyttyvät, kun kansallisesta ohjelmasta kuullaan ja tiedotetaan SOVA-lain mukaisesti.

Kansallisen ohjelman ja sen ympäristövaikutusten arvioinnin valmistelu järjestettiin siten, että yleisöllä oli mahdollisuus saada tietoja ohjelman ja sen ympäristöselostuksen lähtökohdista, tavoitteista ja valmistelusta sekä esittää ohjelmasta mielipiteensä. Suunnitelma kansallisen ohjelman ja sen ympäristövaikutusten arviointiohjelmasta sekä suunnitelmaa koskeva kuulutus julkaistiin julkisella kuulutuksella työ- ja elinkeinoministeriö, sosiaali- ja terveysministeriön sekä Säteilyturvakeskuksen verkkosivuilla.

Kansallisen ohjelman ja sen ympäristövaikutusten arvioinnissa annettavien tietojen suunnitellusta laajuudesta ja yksityiskohtaisuudesta pyydettiin myös lausuntoja muilta viranomaisilta. Lausunnot ja mielipiteet otettiin huomioon kansallisen ohjelman ja sen ympäristövaikutusten arviointiselostuksen laadinnassa (liite 1).

Työ- ja elinkeinoministeriö, sosiaali- ja terveysministeriö ja Säteilyturvakeskus varaavat yleisölle myös mahdollisuuden tutustua kansallisen ohjelman ja sen ympäristövaikutusten arviointiselostuksen luonnoksiin sekä esittää niistä mielipiteensä. Luonnokset annettiin tiedoksi julkisella kuulutuksella. Kansallisen ohjelman ja sen ympäristövaikutusten arviointiselostuksen luonnoksista pyydettiin myös lausuntoja muilta viranomaisilta. Lausunnot ja mielipiteet otetaan huomioon kansallisen ohjelman ja sen ympäristövaikutusten arviointiselostuksen viimeistelyssä (liite 2).

Perusteltu kannanotto

Kansalliseen ohjelmaan liitetään lopuksi perusteltu kannanotto siitä, miten kansallisesta ohjelmasta ja sen ympäristövaikutusten arviointiselostuksesta saadut mielipiteet ja lausunnot sekä ympäristöselostus on

otettu huomioon. Kansalliseen ohjelmaan liitetään lisäksi selvitys siitä, millä tavoin mielipiteet, lausunnot, ympäristövaikutusten arviointiselostus ja ympäristönäkökohdat ovat vaikuttaneet kansallisen ohjelman sisältöön ja vaihtoehtojen valintaan. Lisäksi kansalliseen ohjelmaan liitetään selvitys ympäristövaikutusten seurannasta.

Kansallinen ohjelma ja sen hyväksymistä koskeva päätös annetaan tiedoksi julkisella kuulutuksella. Hyväksymispäätös, kansallinen ohjelma ja ympäristövaikutusten arviointiselostus toimitetaan tiedoksi viranomaisille.

12.3 Yhteiskunnallinen hyväksyttävyyys

Energiateollisuus ry on tutkinut säännöllisesti vuodesta 1983 alkaen suomalaisten mielipiteitä ja asenteita energia-asioita kohtaa. Viimeisin tutkimus on tehty vuonna 2020 [44]. Tutkimuksen mukaan 42% suomalaisista oli sitä mieltä, että ydinvoiman käyttöä energian tuotannossa pitäisi lisätä, kun taas 24% suomalaisista kannatti ydinvoiman vähentämistä. Viimeisen kolmen vuoden aikana ydinvoiman lisäämistä kannattavien määrä on säilynyt melko samana.

Vuoden 2020 tutkimustulosten mukaan käytetyn polttoaineen ja ydinenergian käytön yhteydessä syntyvän radioaktiivisen jätteen turvalliseen loppusijoittamiseen Suomen kallioperään luottaa reilu kolmannes (36 %). Väitteen kanssa eri mieltä olevia on lähes samaa osuus suomalaisista (38 %). Noin neljännes (26 %) ei osannut lainkaan ottaa kantaa loppusijoituksen turvallisuuteen. Lukemat ovat säilyneet lähes samoina viimeiset kolme vuotta, mutta pidemmällä aikavälillä tarkasteltuna luottamus loppusijoituksen turvallisuuteen on kasvanut.

Naiset suhtautuvat kielteisemmin sekä ydinvoimaan että käytetyn polttoaineen ja ydinenergian käytön yhteydessä syntyvän radioaktiivisten jätteiden loppusijoitukseen kuin miehet. Tutkimustulosten perusteella voi kuitenkin todeta, että ydinenergian käytön yhteiskunnallinen hyväksyttävyyys on kohtuullisen hyvällä tasolla.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitushankkeen yhteiskunnallista hyväksyttävyyttä on tutkittu useaan otteeseen koko hankkeen ajan. Loppusijoituslaitoksen periaatepäätösvaiheessa 2000-luvun taitteessa sen rakentamista kannatti ydinvoimalaitospaikkakunnilla Loviisassa ja Eurajoella noin 60 % väestöstä [45]. Vastustajia oli noin 30 %. Sisämaassa sijainneilla vaihtoehtoisilla sijoituspaikkakunnilla tilanne oli lähes täysin päinvastainen, vastustajia oli noin 60 % ja kannattajia 30 %. Viime vuosina vastaavantyyppisiä hyväksyttävyyteen liittyviä kyselyjä ei Posivan toimesta ole enää Eurajoella tai sen lähikunnissa toteutettu. Posiva kuitenkin tutkii edelleen hankkeensa tunnettavuutta sekä tekee kyselyitä, jotka on tarkemmin kohdistettu hankkeen kannalta keskeisimmille sidosryhmille.

13 Kansallisen ohjelman ympäristövaikutusten arviointi

(Täydennetään, kun kansallisen ohjelman ympäristövaikutusten arviointiselostus on valmis. Kts. raportti.)

14. Sopimukset jäsenvaltion tai kolmannen maan kanssa käytetyn ydinpolttoaineen tai radioaktiivisen jätteen huollosta tai loppusijoituslaitoksen käytöstä

Lainsäädännössä on lähtökohtana, että käytetty ydinpolttoaine ja radioaktiivinen jäte, jotka ovat syntyneet Suomessa tapahtuneen ydinenergian käytön yhteydessä tai seurauksena, on käsiteltävä, varastoitava ja sijoitettava pysyväksi tarkoitettulla tavalla Suomeen.

Vähäisen määrän käytettyä ydinpolttoainetta ja radioaktiivista jätettä, jotka toimitetaan tai on toimitettu ulkomaille tutkimustarkoituksessa saa loppusijoittaa vastaanottavassa Euroopan unionin jäsenvaltiossa tai kolmannessa valtiossa, jos Suomella on siirron ajankohtana voimassa direktiivissä 2011/70/Euratom tarkoitettu sopimus vastaanottavan valtion kanssa.

Sopimuksesta kolmannen valtion kanssa on ilmoitettava Euroopan komissiolle ja ennen siirtoa on riittävästi varmistuttava vastaanottavan valtion käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon menettelyjen turvallisuudesta. Toimenpiteitä, jotka täytyy toteuttaa vastaanottavan kolmannen valtion käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon menettelyjen turvallisuuden varmistamiseksi, on täsmennetty asetustasolla.

Tällä hetkellä Suomella ei ole sopimusjärjestelyjä käytetyn ydinpolttoaineen tai radioaktiivisen jätteen huollosta Euroopan unionin jäsenvaltion tai kolmannen valtion kanssa.

15. Kansallisen ohjelman ylläpito ja kehittäminen sekä sen toteuttamista koskevat vastuut ja suorituskykyindikaattorit

15.1 Kansallisen ohjelman toteuttamista koskevat vastuut ja suorituskykyindikaattorit

Suomessa vastuu käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollosta on niillä, joiden toiminnan yhteydessä tai seurauksena käytettyä ydinpolttoainetta tai radioaktiivista jätettä syntyy. Ydinenergiain alaiset toiminnanharjoittajat toimittavat käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huoltoa koskevat suunnitelmat työ- ja elinkeinoministeriölle arvioitavaksi ja hyväksyttäväksi säännöllisesti kolmen vuoden välein luvussa 7 kerrotulla tavalla. Lisäksi tutkimuslaitosten, teollisuuden ja terveydenhuollon säteilyn käytön seurauksena syntyy radioaktiivisia jätteitä, joiden huollosta näiden toiminnanharjoittajien on vastattava. Näiden toimijoiden radioaktiivisten jätteiden huoltosuunnitelmat käsitellään turvallisuusluvan käsittelyn yhteydessä tai erikseen haettavalla muutoksella, mikäli jätteiden määrä tai laatu muuttuu turvallisuusluvassa hyväksytystä. Jätehuollon toteutumista seurataan STUK:n valvontatoimenpiteillä.

Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollosta aiheutuvista kustannuksista vastaavat toiminnanharjoittajat, joiden toiminnan yhteydessä tai seurauksena käytetty ydinpolttoaine tai radioaktiivinen jäte on syntynyt. Toiminnanharjoittajat tekevät omat kustannusarviot käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon toteuttamisesta. Lisäksi ydinenergiain alaiset toiminnanharjoittajat ovat velvollisia toimittamaan kustannusarviot käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollosta työ- ja elinkeinoministeriölle arvioitavaksi ja hyväksyttäväksi taloudellista varautumista varten kolmen vuoden välein luvussa 11 esitetyllä tavalla. Yllä mainittuihin suunnitelmiin ja niistä tehtäviin arviointeihin perustuen suorituskykymittareina voidaan pitää seuraavia tunnuslukuja.

1. Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon teknisten ratkaisujen ja aikataulujen toteutuminen sekä suunniteltujen toimenpiteiden riittävyys ja oikea-aikaisuus

Ydinlaitoksia koskevissa käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon suunnitelmissa esitetään seuraavan kolmen vuoden yksityiskohtaiset jätehuollon tutkimusta, kehittämistä ja toteuttamista koskevat suunnitelmat. Lisäksi esitetään yleispiirteiset suunnitelmat seuraaville kolmelle vuodelle. Kaiken kaikkiaan suunnitelma siis kattaa jätehuollon suunnitelmat kuudelle seuraavalle vuodelle. Suunnitelmissa esitetään suunnitteilla ja toteutusvaiheissa olevat jätehuollon tekniset ratkaisut sekä aikataulut ratkaisujen käyttöönottamiseksi. Lisäksi kuvataan meneillään ja suunnitteilla olevat tutkimushankkeet. Toiminnanharjoittaja vastaa toimenpiteiden toteuttamisesta, toteutusaikataulusta sekä niiden mahdollisista muutoksista.

Suunnitelmien toimenpiteiden etenemistä seurataan viranomaisvalvonnan perusteella. Samalla arvioidaan toimenpiteiden riittävyttä suhteessa syntyneeseen käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen määrään sekä eri toimenpiteiden välisten riippuvuuksien huomioon ottamista. Viranomaisen voi päätöksillään puuttua suunnitelmissa tai toteutuksessa havaittuihin puutteisiin ja ohjata toimintaa tekemiensä päätösten kautta. Viranomaisen voi myös edellyttää asioiden ratkaisemista tietyssä aikataulussa, mikäli katsoo sen tarpeelliseksi.

Säteilyn käytön turvallisuuslupaa haettaessa toiminnanharjoittajan tulee esittää menettelyt toiminnassa syntyvien sekä toimintaa lopetettaessa jäljellä olevien radioaktiivisten jätteiden sekä päästöjen

käsittelylle. Mikäli toiminnan aikana jätteiden määrissä tai laadussa tapahtuu muutoksia, tulee turvallisuuspöytäkirjaan hakea muutosta tältä osin.

2. Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huoltoon liittyvän taloudellisen varautumisjärjestelmän toimivuus

Käytetyn polttoaineen ja radioaktiivisten jätteiden huollon kustannusarvioista teetetään määräajoin riippumaton arvio, jonka perusteella arvioidaan jätehuollon kustannusarvioiden oikeellisuutta ja varautumisen riittävyyttä. Valtion ydinjätehuoltorahastossa olevan varallisuuden määrän on riitettävä kattamaan tulevaisuudessa toteutettavien käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon kustannukset. Viranomainen voi edellyttää kustannusarvioiden tarkentamista, mikäli näkee siihen tarvetta. Säteilylain nojalla edellytettävän taloudellisen vakuuden asettamista seurataan osana Säteilyturvakeskuksen toiminnanharjoittajien toimintaan kohdistuvaa valvontaa.

3. Jatkuvan parantamisen periaatteen toteuttaminen käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollossa

Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon periaatteena tulee olla jatkuva parantaminen. Suunnitelmien ja viranomaisvalvonnan perusteella voidaan arvioida, miten jatkuvan parantamisen periaatetta noudatetaan. Tehokkaampien toimintatapojen ja menetelmien käyttöönotto tehostaa käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huoltoa ja pienentää kustannuksia. Osana arviointia kiinnitetään huomiota siihen, miten toiminnanharjoittajat reagoivat havaittuihin kehityskohteisiin jätehuollossaan ja miten tehokkaasti korjaaviin toimenpiteisiin ryhdytään. Mikäli toiminnanharjoittaja ei riittävän aktiivisesti puutu havaitsemiinsa kehityskohteisiin, viranomaiset voivat edellyttää kehitystoimenpiteiden käynnistämistä tekemiensä päätösten perusteella.

4. Syntyvän radioaktiivisen jätteen määrä sekä loppusijoitettavan radioaktiivisen jätteen ja valvonnasta vapautettavan jätteen määrä suhteessa syntyvän radioaktiivisen jätteen määrään

Radioaktiivisen jätteen huollon keskeisin tavoite on toiminnassa syntyvän radioaktiivisen jätteen määrän vähentäminen. Radioaktiivisen jätteen huollon toimenpiteiden tulee lisäksi tavoitella loppusijoitusta vaativan radioaktiivisen jätteen määrän pienentämistä suhteessa syntyvän jätteen määrään. Jättemäärän pienentäminen ei kaikkien jätelajien osalta ole mahdollista. Esimerkiksi radioaktiivisten vesien puhdistuksessa käytettävien ioninvaihtohartsien määrään vaikuttaminen ei juurikaan ole laitoksen käyttötoimenpitein mahdollista. Sen sijaan käytön seurauksena syntyvän huoltojätteen määrään voidaan vaikuttaa laitoksella tehtävin toimenpitein.

Syntypaikalla tapahtuvalla radioaktiivisten jätteiden radioaktiivisuuteen ja muihin ominaisuuksiin perustuvalla luokittelulla sekä tehokkailla jätteiden käsittely- ja pakkausmenetelmillä voidaan merkittävästi pienentää loppusijoitettavan jätteen määrää. Lisäksi radioaktiivisten jätteiden valvonnasta vapauttaminen mahdollistaa jätteiden kierrättämisen tavanomaisten jätteiden tapaan. Valvonnasta vapautettavan jätteen määrän kasvaminen suhteessa syntyvän jätteen määrään kertoo tehokkaista jätteiden lajittelu- ja mittausten menetelmistä.

Ydinenergialain alaiset toiminnanharjoittajat toimittavat jättemääriä koskevat tiedot Säteilyturvakeskukselle vuosittain aina kunkin vuoden maaliskuun 1. päivään mennessä. Säteilylaissa ei

ole vastaavaa velvoitetta. Jättemäärät ja arviot tulevina vuosina syntyvistä jättemääräarvioista raportoidaan kolmen vuoden välein sekä Käytetyn polttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon turvallisuutta koskeva yleissopimuksen (SopS 36/2001) että direktiivin 2011/70/Euratom arviointiraporteissa.

Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen suorituskykyindikaattoreiden toteutuminen raportoidaan jatkossa direktiivin 2011/70/Euratom arviointiraportin laadinnan yhteydessä kolmen vuoden välein.

5. Osaamisen kehittäminen ja ylläpitäminen

Suunnitteilla olevan SAFER-tutkimusohjelman yhtenä keskeisenä tavoitteena on osaamisen kehittäminen ja ylläpitäminen käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon osalta viranomaisten tarpeisiin. Uuden ohjelman käynnistyttyä vuonna 2023 seurataan tutkimusrahoituksen määrää ja jakautumista käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisten jätteiden huollon eri osa-alueille. Ohjaustoimilla vaikutetaan siihen, että tutkimushankkeita kehittyä viranomaisten tiedontarpeiden kannalta keskeisille osa-alueille. Lisäksi työ- ja elinkeinoministeriö pystyy seuraamaan osaamisen kehittämistä ja ylläpitämistä muun julkisen tutkimusrahoituksen määrän kehittymiseen perustuen. Perinteisiä mittareita ovat alalla toimivien ihmisten määrä tai tutkintojen määrä tietyssä ajanjaksossa. Työ- ja elinkeinoministeriö on vielä kehittämässä näiden indikaattorien seurantaan käytetyn ydinpolttoaineen ja ydinenergian käytössä syntyneen radioaktiivisen jätteen huollon alueella, mutta koko ydinenergia-alalla niitä on seurattu jo pidempään.

15.2 Kansallisen ohjelman ylläpito ja kehittäminen

Suomessa käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon kansallisen ohjelman laativat ja tarvittaessa päivittävät työ- ja elinkeinoministeriö ja sosiaali- ja terveysministeriö yhdessä Säteilyturvakeskuksen kanssa. Kansallinen ohjelma on laadittu kansallisen lainsäädännön mukaisesti sekä vastaamaan kansainvälisten sopimusten ja direktiivien velvoitteita. Toiminnanharjoittajien laatimat käytetyn polttoaineen ja radioaktiivisten jätteiden huoltoa koskevat suunnitelmat tuottavat tärkeää lähtötietoa kansalliseen ohjelmaan. Työ- ja elinkeinoministeriö huolehtii käytettyä ydinpolttoainetta ja radioaktiivista jätettä koskevan kansallisen kehyksen ja kansallisen ohjelman itsearviointin järjestämisestä sekä kansallisen kehyksen, toimivaltaisen valvontaviranomaisen ja kansallisen ohjelman kansainvälisen vertaisarvioinnin pyytämisestä.

Työ- ja elinkeinoministeriö yhdessä sosiaali- ja terveysministeriön kanssa päättää käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon kansallisen ohjelman päivittämisestä kansallisessa lainsäädännössä, kansainvälisissä sopimuksissa, direktiiveissä tai kansallisessa ja kansainvälisessä toimintaympäristössä tapahtuneiden muutosten tai toiminnassa esiin nousseiden muiden kehitystarpeiden perusteella.

Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen kansallista ohjelmaa muutetaan ja kehitetään ajan saatossa. Muutokset voivat johtua useista syistä. Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollossa tapahtuva edistyminen, muutokset ydinlaitosten käyttöönottosuunnitelmissa tai uusien toiminnanharjoittajien tulo alalle voivat vaikuttaa huolehdittavana olevan käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen määrään ja siten myös kansallisen ohjelman laajuuteen. Myös merkittävät muutokset toiminnanharjoittajien toiminnoissa tai yhteistyön laajuudessa, osaamisessa tai

yhteiskunnallisessa hyväksyttävyydessä voivat aiheuttaa muutostarpeita kansalliseen ohjelmaan. Muutoksia voi seurata myös ohjelmassa havaituista puutteista.

Kansallista ohjelmaa kehitetään myös huomioiden tekniikan ja tieteen kehittyminen, saadut käyttökokemukset, itsearviointien tulokset sekä vertaisarviointien suositukset, ehdotukset ja hyvät käytännöt. Kansallista ohjelmaa kehitetään myös vastaamaan kansainvälisten sopimusten ja direktiivien velvoitteita niiden mahdollisesti muuttuessa. Myös muissa valtioissa tapahtuvilla muutoksilla voi olla vaikutusta Suomen käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon kansalliseen ohjelmaan.

Kansallinen itsearviointi on suoritettava ja kansainvälinen vertaisarviointi on pyydettävä joka kymmenes vuosi. Kansallinen ohjelma on ydinenergiain mukaan päivitettävä itsearviointien ja vertaisarviointien tulosten perusteella. Kansainvälistä vertaisarviointia ei käytetyn polttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon osalta ole toistaiseksi suoritettu kertaakaan. Ensimmäinen kansainvälinen vertaisarviointi ja siihen liittyvä kansallinen itsearviointi on suunniteltu loppuvuodelle 2022. Vertaisarviointi suoritetaan IAEA:n ARTEMIS-arviointina. Vertaisarviointien tulokset ilmoitetaan komissiolle ja muille jäsenvaltioille, ja ne saatetaan yleisön saataville, sikäli kuin niihin ei liity salassa pidettäväksi luokiteltua tietoa.

Kansallinen ohjelma katselmoidaan seuraavan kerran edellä mainitun ARTEMIS-arvioinnin tulosten perusteella. Katselmoinnin perusteella voidaan tunnistaa, onko käytetyn polttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon kansallisessa ohjelmassa välittömiä päivitystarpeita. Mikäli välittömiä päivitystarpeita ei vertaisarvioinnin tulosten perusteella tunnisteta, ohjelma päivitetään seuraavan kerran ennen seuraavaa vertaisarviointia, joka tehdään 2030-luvulla. Päivitys tehdään aikaisemmin, mikäli toimintaympäristössä tapahtuu merkittäviä muutoksia, jotka on huomioitava kansallisessa radioaktiivisten jätteiden ja käytetyn ydinpolttoaineen huollon ohjelmassa. Tällainen muutos voisi esimerkiksi olla SMR-laitosten (Small Modular Reactor, pienreaktori) käyttöönotto Suomessa.

15.3 Kansallisen ohjelman ylläpitoa ja kehittämistä koskevat tavoitteet ja menetelmät

Kansallinen ohjelma perustuu voimassa olevaan lainsäädäntöön, joka asettaa reunaehdot jätehuollon suunnittelulle ja toteuttamiselle. Kansallinen ohjelma ja sitä säätelevä lainsäädäntö on tarpeen päivittää, jos toimintaympäristössä tapahtuu muutoksia. Ydinenergiain kokonaisuudistus on todettu välttämättömäksi, jotta se paremmin pystyy vastamaan nykyisen toimintaympäristön asettamiin vaatimuksiin.

Työ- ja elinkeinoministeriö on käynnistänyt ydinenergiain uudistamiseen tähtäviä taustaselvityksiä. Työ tehdään työ- ja elinkeinoministeriön johdolla seuraavan viiden vuoden aikana. Säteilylaille vastaavan tyyppinen kokonaisuudistus on tehty BSS-direktiivin täytäntöönpanon yhteydessä vuonna 2018.

Kansallisen ohjelman keskeisimpänä tavoitteena on varmistaa kaikelle Suomessa syntyvälle käytetylle ydinpolttoaineelle ja radioaktiiviselle jätteelle, josta ei voida muulla tavoin huolehtia, turvallinen ja kustannustehokas loppusijoitusratkaisu. Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollossa ja niihin liittyvissä luvissa tulee jatkossa mahdollistaa entistä paremmin alan toimijoiden välistä markkinaehtoisesti tehtävää yhteistyötä. Lisäksi tavoitteen saavuttaminen edellyttää loppusijoitusmenetelmien kehittämistä niiden radioaktiivisten jätteiden osalta, joita ei aktiivisuutensa, sisältämiensä radionuklidien tai muiden esimerkiksi kemiallisten ominaisuuksiensa vuoksi pystytä tällä hetkellä käsittelemään tai loppusijoittamaan olemassa olevissa tiloissa. Uudentyyppisten jätteiden sijoittaminen olemassa tai suunnitteilla oleviin matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoituslaitoksiin edellyttää turvallisuusarviointien päivittämistä uusien loppusijoitettavien jätteiden osalta sekä saattaa edellyttää uusien pakkaustapojen ja -tyyppien selvittämistä.

Valtion hallussa, Olkiluodon pienjätevarastossa, sekä luvanhaltioilla eri puolilla maata on korkea-aktiivisia umpilähteitä (HASS), joille ei vielä ole osoitettavissa loppusijoituspaikkaa. Tarkoituksenmukaista on, että radioaktiivisen jätteen käsittely, varastointi ja loppusijoittaminen toteutettaisiin pääosin jo olemassa olevilla tai rakenteilla olevilla ydinlaitoksilla. Ministeriö, jonka vastuualueelle valtion haltuun otettujen jätteiden huolto kuuluu, varmistaa, että HASS-lähteiden loppusijoittamisen mahdollistavan ratkaisun kehittäminen aloitetaan yhteistyössä alan toimijoiden kanssa. Loppusijoitusratkaisun kehittämisen edistäminen on tärkeää, sillä säteilylaki edellyttää toiminnanharjoittajia poistamaan 40 vuotta vanhat lähteet käytöstä vuoden 2023 loppuun mennessä. Kehitystyössä tähdätään siihen, että kyseisten lähteiden loppusijoittamisen tekniset edellytykset on selvitetty ja vaikutukset olemassa olevien ja suunnitteilla olevien loppusijoituslaitosten pitkäaikaisturvallisuuteen on arvioitu vuoden 2030 loppuun mennessä. Asian selvittäminen nostetaan yhdeksi uuden tutkimusohjelman tutkimusaihepiiriksi, jonka toivotaan edesauttavan ja nopeuttavan kansallisen loppusijoitusratkaisun kehittämistä kyseisille umpilähteille.

Radioaktiivisen jätteen huollossa tulee lisäksi pyrkiä kohtuudella varautumaan pitkäjänteisestä suunnittelusta huolimatta mahdollisesti esiintyviin uusiin tilanteisiin ja niissä syntyviin radioaktiivisiin jätteisiin. Yllättävien tilanteiden varalle on valtion käytössä olevassa varastotilassa säilytettävä vapaata varastointitilaa ja määriteltävä jo etukäteen, miten ja millä rahoituksella jätteiden loppusijoituksen edellyttämät selvitykset tehdään. Tämän tyyppisten jätteiden muodostuminen ei ole säännönmukaista eivätkä syntyvät jätemäärät oletettavasti tule olemaan suuria.

Seuraavan vuosikymmenen aikana tavoitteena on käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitustoiminnan aloittaminen Eurajoen Olkiluodossa. Toiminnan aloittaminen edellyttää käyttö lupaa, jota Posiva suunnitelmiansa mukaan hakee 2020-luvun alkupuolella.

Viranomaiset seuraavat tulevien ydinvoimalaitoshankkeiden edistymistä ja tulevilla päätöksillään edellyttävät käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen suunnittelun edistämistä siten, että loppusijoitusratkaisu tai uskottava suunnitelma loppusijoitusratkaisun toteuttamiseksi syntyy. Loppusijoitus voi toteutua yhteistyönä muiden loppusijoitusta totuttavien organisaatioiden kanssa tai omana loppusijoituslaitoksena. Suomeen suunnitella olevan kuudennen ydinvoimalaitoksen rakentamisluvan käsittely etenee. Ydinvoimalaitoksen käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksesta ei toistaiseksi ole tehty päätöksiä. Asia ei ole ajankohtainen ennen kuin Fennovoiman ydinvoimalaitoksen rakentamisluvasta on tehty valtioneuvoston päätös.

Loppusijoituslaitosten sulkemisen liittyy vielä useita avoimia asioita. Loppusijoituslaitoksen sulkeminen on toteutettava siten, että turvallisuuden varmistaminen ei edellytä aktiivisia valvontatoimenpiteitä. Turvallisuuden lisäksi loppusijoituslaitosten sulkemisen jälkeiseen valvontatarpeeseen vaikuttaa merkittävästi myös käytetyn ydinpolttoaineen ydinmateriaalivalvonta. Sulkemiseen liittyviä lupamenettelyjä täsmennetään mahdollisen ydinenergiain muutoksen yhteydessä sekä myöhemmin mahdollisesti tehtävissä lakipäivityksissä.

Lisäksi sulkemissuunnitelmaa koskevia sisältövaatimuksia täsmennetään jatkossa, kun loppusijoitustoiminnasta on saatu kokemuksia. Niin ikään itse sulkemisvaiheen teknistä toteutusta koskevia viranomaisvaatimuksia kehitetään edelleen loppusijoituksesta saatavien kokemusten pohjalta. Myös vastuun siirtäminen loppusijoituslaitoksen sulkemisen jälkeen valtiolle edellyttää vielä täsmenämistä. Toimenpiteillä ei toistaiseksi ole kiire, mutta lainsäädäntöä ja viranomaisohjeita on tarkoitus päivittää vaiheittain sulkemiseen liittyvien asioiden selkeyttämiseksi.

Loppusijoitusta koskevien tietojen pysyvistä säilyttämisestä käydään alustavia linjauskeskusteluja ja pohditaan soveltuvimpia menettelytapoja jopa satojen vuosien tietojen säilyttämistarvetta silmällä

pitäen. Valtion käynnistämistä alustavista selvityksistä koskien sulkemiseen liittyviä tutkimus- ja kehitystarpeita sekä käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen liittyvää tiedon säilyttämistä saadaan kehitystyölle tarpeellista lähtöaineistoa. Kansallisena tavoitteena voidaan pitää sitä, että sulkemista koskevat lupamenettelyt, tekniset vaatimukset sekä toimintaan liittyvät vastuut vastuunsiirtoineen on määritelty noin vuosikymmen ennen ensimmäisen loppusijoituslaitoksen sulkemista.

Matala- ja keskiaktiivisten jätteiden käsittelymenetelmät ovat melko vakiintuneita ja loppusijoitusta edellyttäviä jätteitä on saatu merkittävästi vähennettyä viime vuosina. Ydinvoimalaitokset ovat tehostaneet jätteiden syntypaikkalajittelua ja pystyvät nykyisin vapauttamaan valvonnasta merkittäviä jätemääriä. Valvonnasta vapautettuja jätteitä voidaan käsitellä tavanomaisten yhdyskuntajätteen tapaan ja niitä koskee jätelaki. Suomessa jätteen polttolaitokset eivät toistaiseksi ole vastaanottaneet valvonnasta vapautettua jätettä polttoprosessiinsa. Tavoitteena on selvittää, miten valvonnasta vapautettujen jätteiden polttaminen jätteenpolttolaitoksissa Suomessa saadaan sujuvasti toteutettua tulevaisuudessa. Kyseisten jätteiden polttaminen poistaisi tarpeen viedä palavaksi soveltuvaa huoltojätettä kaatopaikoille.

Jätekirjanpidon osalta lähivuosien tavoitteena on kehittää ja vakiinnuttaa kansallista STUKin ylläpitämää jätekirjanpitoa koskevat kirjanpitomenettelyt. Menettelyiden vakiinnuttaminen edellyttää vielä tarkempaa määrittelyä siitä, mitä tietoja kansallisessa tietokannassa on tarkoituksenmukaista säilyttää. Tällä hetkellä ydinlaitoksilla varastossa ja loppusijoitettuna olevien radioaktiivisten jätteiden ja käytetyn ydinpolttoaineen määrät tiedetään hyvin tarkasti.

Ydinenergialain alaisilla toiminnanharjoittajilla on velvollisuus pitää oma jätekirjanpito ajan tasalla ja toimittaa tiedot vuosittain Säteilyturvakeskukselle. Pienempien säteilylain alaisten toimijoiden hallussa olevien radioaktiivisten jätteiden määrästä sen sijaan ei ole saatavilla niin täsmällisiä tietoja. Radioaktiivisen jätteen määriä koskevien ennustaminen laatimista ja luotettavuutta pyritään jatkossa kehittämään esimerkiksi sopimalla yhteisistä periaatteista ennustetiedon laskemiseksi.

Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huoltoon liittyvän osaamisen ylläpitämisestä vastaa ensisijaisesti jokainen toimija oman toimintansa tarpeisiin. Koska radioaktiivisten jätteiden ja käytetyn ydinpolttoaineen huoltoon liittyvät tehtävät jatkuvat Suomessa vielä vuosikymmeniä, on tarpeen varmistaa, että alalle saadaan koulutettua myös uusia osaajia luvanhaltijoiden ja viranomaisten tarpeisiin. Osaamista kasvatetaan kansallisten tutkimusohjelmien (KYT- ja SAFIR-ohjelmat, jotka yhdistetään vuonna 2023 SAFER-ohjelmaksi) kautta sekä tarjoamalla kansallista koulutusta käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon alalle. Kansallista kaikkien toimijoiden yhteisesti järjestämää peruskoulutusta järjestetään tarpeen mukaan.

Lähteet

- [1] VN 1983, Valtioneuvoston 10.11.1983 tekemä periaatepäätös ydinjätehuollon tutkimus-, selvitys- ja suunnittelutyön tavoitteista, Kauppa- ja teollisuusministeriö, 21/813/83 KTM, 28.11.1983.
- [2] KTM 1991 (täydentyy)
- [3] TEM, 2015, Käytetyn ydinpolttoaineen ja muun radioaktiivisen jätteen huolto Suomessa – Euroopan unionin neuvoston direktiivin 2011/70/Euratom 12 artiklan mukainen kansallinen ohjelma. 14.7.2015.
- [4] VN 1978, Valtioneuvoston päätös 21. päivänä maaliskuuta 1977 päivättyyn hakemukseen, jossa Helsingin kaupungista oleva Teollisuuden Voima Oy – Industrins Kraft Ab on pyytänyt atomiennergialaissa tarkoitettua lupaa Eurajoen kunnassa sijaitsevan, omistamansa ja hallitsemansa voimalaitoksen (jäljempänä Olkiluodon voimalaitos) ensimmäisen ydinvoimalaitosyksikön TVO I käyttöön ja, jota hakija on myöhemmin täydentänyt 20 päivänä kesäkuuta 1977, 12 päivänä joulukuuta 1977, 5 päivänä huhtikuuta 1978 ja 14 päivänä huhtikuuta 1978 päivätyillä selvityksillään. 21.8.1978.
- [5] KTM 2003 (täydentyy)
- [6] STUK, 2020, Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management. 7th Finnish National Report as referred to in Article 32 of the Convention. STUK-B 259, Helsinki 2020, 157 p.
- [7] TEM 2020, Ydinlaitosten elinkaaren sääntelyn kehittäminen – Loppuraportti (REILA), Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja Energia ja ilmasto 2020:43.
- [8] TEM 2019, Kansallisen ydinjätehuollon yhteistyöryhmän loppuraportti (YETI), Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja Energia ja ilmasto 2019:39.
- [9] TEM, 2019, Valtion ydinjätehuoltorahaston sijoitustoiminnan kehittäminen – loppuraportti (VVR). Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja Energia ja ilmasto 2019:47.
- [10] KTM 1989, Voimayhtiöiden A. Ydinjätehuollossa noudatettavat periaatteet, B. ydinjätehuollon ohjelma vuodelle 1989 ja alustava ohjelma vuosille 1990-1993 sekä C. voimalaitosten käytöstäpoistosuunnitelmat. 62/814/87 KTM, 63/814/87 KTM, 11/815/88 KTM, 6.4.1989.
- [11] KTM 1991, Kauppa – ja teollisuusministeriön päätös ydinvoimalaitosten ydinjätehuollossa noudatettavista periaatteista, 7/815/91 KTM, 19.3.1991
- [12] KTM 1995, Teollisuuden Voima Oy:n ja Imatran Voima Oy:n yhteistyö käytetyn ydinpolttoaineen huollossa, 9/815/95, 5.9.1995.
- [13] TEM 2011, ydinvoimalaitosyksikön OL3 ydinjätehuollon periaatteet ja liittyminen käytetyn polttoaineen yhteistyöjärjestelyihin, TEM/1592/08.05.01/2011, 9.12.2011
- [14] KTM 1985, Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen (VTT) FiR 1-reaktorin ydinjätehuollon tutkimus- ja selvitystyö, KTM 25/816/85, 11.7.1985
- [15] TEM 2021, Työ- ja elinkeinoministeriön päätös Posiva Oy:n ydinjätehuollon periaatteista, VN/11149/2021
- [16] TVO, 2020, Hyvin matala-aktiivisen jätteen maaperäloppusijoitus, Olkiluoto. Ympäristövaikutusten arviointiohjelma, TVO-11718, 11.8.2020.
- [17] TVO, 2021, Hyvin matala-aktiivisen jätteen maaperäloppusijoitus, Olkiluoto. Ympäristövaikutusten arviointiselostus, TVO-11971, 11.5.2021.

- [18] Posiva, 2018, YJH-2018 Olkiluodon ja Loviisan voimalaitosten ydinjätehuollon ohjelma vuosille 2019-2021.
- [19] VTT 2020, Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:n ydinjätehuolto, 986/0720/2015, 30.9.2020.
- [20] Fennovoima, 2015 Ydinenergiain (990/1987) 18 §:n mukaisen rakentamislupahakemus Hanhikivi 1-ydinvoimalaitoksen rakentamiseksi, 30.6.2015, ja hakemuksen päivitykset ja lisäselvitykset.
- [21] Posiva 2021. Olkiluodon ja Loviisan voimalaitosten ydinjätehuolto - Yhteenveto vuoden 2020 toiminnasta.
- [22] STUK, 2018, Member State Report of Finland as required under Article 14.1 of Council Directive 2011/70/Euratom. 22.8.2018.
- [23] VN, 2000, Valtioneuvoston periaatepäätös 21 päivänä joulukuuta 2000 Posiva Oy:n hakemukseen Suomessa tuotetun käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen rakentamisesta. 21.12.2000.
- [24] Fennovoima 2016, Käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen ympäristövaikutusten arviointiohjelma.
- [25] TVO 2020. Olkiluodon ydinvoimalaitoksen käytöstäpoistosuunnitelma, TVO-11843, 22.12.2020.
- [26] Fortum Power and Heat Oy, 2018. Decommissioning plan of Loviisa NPP. 18.12.2018.
- [27] VN 2021, Valtioneuvoston päätös Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:n hakemukseen saada ydinenergiain (990/1087) 20 §:ssa tarkoitettu lupa vuoden 2030 loppuun saakka poistaakseen käytöstä Espoon Otaniemessä sijaitseva FIR 1 –tutkimusreaktori, 17.6.2021.
- [28] STUK 2019, Säteilyturvakeskuksen päätös 8444/L1/19 ja turvallisuuslupa 8444, 4.12.2019
- [29] VN 2010, Valtioneuvoston periaatepäätös 6. päivänä toukokuuta 2010 Fennovoima Oy:n hakemukseen uuden ydinvoimalaitoksen ja voimalaitoksen toimintaan samalla laitospaikalla tarvittavien ydinlaitoksien rakentamisesta.
- [30] VN 2014, Valtioneuvoston periaatepäätös 18 päivänä syyskuuta 2014 Fennovoima Oy:n hakemukseen uuden ydinvoimalaitoksen ja voimalaitoksen toimintaan samalla laitospaikalla tarvittavien ydinlaitoksien rakentamisesta.
- [31] VN, 2007 Valtioneuvoston päätös Fortum Power and Heat Oy:n hakemukseen saada ydinenergiain 20 §:ssä tarkoitettu lupa käyttää ydinvoimalaitosyksiköitä Loviisa 1 ja Loviisa 2 ja niihin kuuluvia ydinpolttoaine- ja ydinjätehuollon kannalta tarpeellisia rakennuksia ja varastoja, 26.7.2007.
- [32] VN, 2018, Valtioneuvoston päätös Teollisuuden Voima Oyj:n hakemukseen saada ydinenergiain (990/1987) 20 §:ssä tarkoitettu lupa käyttää Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2 ydinvoimalaitosyksiköitä sekä niiden toimintaan kuuluvia Eurajoen Olkiluodossa sijaitsevia käytetyn ydinpolttoaineen välivarastoa, keskiaktiivisen jätteen välivarastoa, matala-aktiivisen jätteen välivarastoa mukaan lukien komponenttivarastoa vuoden 2038 loppuun saakka. TEM/2555/08.04.01/2016, 20.9.2018.
- [33] VN, 2016, Valtioneuvoston päätös Teollisuuden Voima Oyj:n hakemukseen saada ydinenergiain (990/1987) 20 §:ssä tarkoitettu lupa käyttää Eurajoen Olkiluodolla Olkiluoto 3 –ydinvoimalaitosyksikköä vuoden 2038 loppuun saakka. TEM/573/08.04.01/2016, 7.3.2019.
- [34] Posiva, 1999. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus – ympäristövaikutusten arviointiselostus. 26.5.1999.

[35] VN 2002. Valtioneuvoston periaatepäätös 17 päivänä tammikuuta 2002 Posiva Oy:n hakemukseen Suomessa tuotetun käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen rakentamisesta hakemuksen ratkaisemattomalta osalta, jonka valtioneuvosto on siirtänyt ratkaistavaksi samassa yhteydessä kuin käsitellään Teollisuuden Voima Oyj:n 15 päivänä marraskuuta 2000 valtioneuvostolle jättämä periaatepäätöshakemus uuden voimalaitosyksikön rakentamisesta. 17.1.2002.

[36] VN 2015, Valtioneuvoston päätös Posiva Oy:n hakemukseen saada ydinenergiain 18 §:ssä tarkoitettu lupa rakentaa kapselointi- ja loppusijoituslaitos Eurajoen Olkiluotoon. 12.11.2015,

[37] VN 1998, Valtioneuvoston päätös Imatran Voima Oy:n hakemukseen saada ydinenergiain 20 §:ssä tarkoitettu lupa käyttää ydinvoimalaitosyksiköitä Loviisa 1 ja Loviisa 2 ja niihin kuuluvia ydinpolttoaine- ja ydinjätehuollon kannalta tarpeellisia rakennuksia ja varastoja kymmenen vuoden ajan sekä voimalaitosjätteiden loppusijoituslaitosta vuoden 2055 loppuun saakka. 2.4.1998.

[38] VN 2012, Valtioneuvoston päätös Teollisuuden Voima Oyj:n hakemukseen Eurajoen Olkiluodossa sijaitsevan VLJ-luolan käyttöluoheojen muuttamiseksi, 15.11.2012.

[39] TEM 2018, Kansallinen ydinjätehuollon tutkimusohjelma KYT2022, Puiteohjelma tutkimuskaudelle 2019-2022, Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja Energia ja ilmasto 24/2018.

[40] TEM 2018, National Nuclear Power Plant Safety Research 2019-2022, SAFIR2022 Framework Plan, Publications of the Ministry of Economic Affairs and Employment, Energy, 22/2018.

[41] TEM 2014, Ydinenergia-alan tutkimusstrategia, Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja, Energia ja ilmasto 16:2014.

[42] TEM 2012, Kansallisen ydinenergia-alan osaamistyöryhmän raportti, Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja Energia ja ilmasto 2:2012.

[43] VTT 2018, Ydinenergia-alan osaamisselvitys 2017-2018, VTT Technology 344.

[44] Energiateollisuus 2020, Suomelaisten energia-asenteet 2020.

[45] (täydentyä)

Liite 1 – Yhteenveto ensimmäisen kuulemisvaiheen lausunnoista ja mielipiteistä

Ensimmäinen kuuleminen käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon kansallisen ohjelman ja ympäristövaikutusten arvioinnin suunnitelmasta järjestettiin 9.2.-19.3.2021. Lausuntoja vastaanotettiin 19 kappaletta, minkä lisäksi seitsemän tahoa (Fennovoima Oy, ulkoministeriö, sisäministeriö, liikenne- ja viestintäministeriö, puolustusministeriö, Säteilyturvallisuusneuvottelukunta ja Turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukes) ilmoitti, ettei niillä ole lausuttavaa.

Lausuntoja antoivat seuraavat toimijat: sosiaali- ja terveysministeriö, Helsingin yliopiston matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta, Geologian tutkimuskeskus GTK, Ydinturvallisuusneuvottelukunta, Ahvenanmaan maakuntahallitus, Eurajoen kunta, Loviisan kaupunki, Museovirasto, Satakuntaliitto, Suomen Kuntaliitto ry, Energiateollisuus ry, SAK ry, STTK ry, Suomen Ekomodernistit ry, Suomen luonnonsuojeluliitto, Fortum Power and Heat Oy, MJT Consulting, Posiva Oy, Societal Security Solutions Oy, Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy, Teollisuuden Voima Oyj.

Useat eri toimijat ilmaisivat Suomen käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon olevan onnistunutta. Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen kansallisen ohjelman säännöllinen päivittäminen, ympäristövaikutusten arviointi sekä asiaan liittyvät kuulemiset nähtiin tärkeinä.

Seuraavaan taulukkoon on koottu yhteenveto saaduista lausunnoista ja esitetty niiden huomioon ottaminen kansallisessa ohjelmassa ja ympäristövaikutusten arvioinnissa.

Taulukko 3. Yhteenveto saaduista lausunnoista ensimmäisessä kuulemisvaiheessa ja niiden huomioon ottaminen kansallisessa ohjelmassa ja ympäristövaikutusten arvioinnissa.

Yhteenveto saaduista lausunnoista ja mielipiteistä	Huomiointi kansallisessa ohjelmassa ja ympäristövaikutusten arvioinnissa
1. Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon kansallinen ohjelma	
1.1 Toimintapolitiikka	
Ydinturvallisuusneuvottelukunnan mukaan suunnitelma antaa liian yksinkertaisen kuvan Suomen strategiasta ja toimintapolitiikasta. Suunnitelmassa korostetaan KTM:n vuonna 1983 tekemään päätöksen roolia, mikä ei YTN:n mukaan anna oikeaa kuvaa erityisesti käytetyn polttoaineen huollosta. YTN toteaa, että tärkeitä virstanpylväitä ovat olleet lisäksi ydinenergialain muutokset ja kauppa- ja teollisuusministeriön päätös vuodelta 1991 (7/815/91 KTM). Vuoden 1983 päätös ohjasi erityisesti tutkimus-, selvitys- ja raportointityötä, minkä lisäksi se aloitti tavoitteellisen työn turvallisuus- ja ympäristövaatimukset täyttävän ydinjätehuollon toteuttamiseksi Suomessa.	Kansallisen ohjelman lukua 2 (toimintapolitiikka) on täsmennetty ja korjattu Ydinturvallisuusneuvottelukunnan lausunnon mukaisesti.
Ahvenanmaan maakunnan hallitus huomauttaa, että Ahvenanmaan itsehallintolain mukaan ydinvoimalaitoksen rakentamiseen, hallintaan ja käyttöön sekä tähän liittyvään materiaalien käsittelyyn	Kansallisessa ohjelmassa ei ole esitetty ydinvoimalaitoksen rakentamista, hallintaa tai käyttöä Ahvenanmaalla, joten lausunnon mukaista lisäystä ei nähty tarpeelliseksi tehdä.

<p>ja säilytykseen on saatava maakunnan hallituksen suostumuksen.</p>	
<p>Sosiaali- ja terveysministeriö ilmaisee tyytyväisyytensä YETI-työryhmän suositusten mukaisiin muutoksiin kansallisen ohjelman toimintapolitiikassa, jotka sallivat voimayhtiöille säteilylain alaisessa normaalitoiminnassa ja poikkeavissa tilanteissa syntyvien radioaktiivisen jätteiden käsittelyn kehittyvien lupamenettelyjen myötä. VTT Oy näkee niin ikään erityisen hyvänä YETI-työryhmän tulosten huomioimisen ohjelmassa. Myös Loviisan kaupunki ilmoittaa tukevansa kaupallista yhteistyötä silloin, kun se edesauttaa turvallisuuden ja tehokkuuden toteutumista.</p>	<p>Kansallisen ohjelman keskeisimpänä tavoitteena on varmistaa kaikelle Suomessa syntyvälle käytetylle ydinpolttoaineelle ja radioaktiiviselle jätteelle, josta ei voida muulla tavoin huolehtia, turvallinen ja kustannustehokas loppusijoitusratkaisu.</p> <p>Käytetyn ydinpolttoaineen ja ydinenergian käytössä syntyvän radioaktiivisen jätteen huollossa ja niihin liittyvissä luvissa tullaan jatkossa mahdollistamaan entistä paremmin alan toimijoiden välistä markkinaehtoisesti tehtävää yhteistyötä. Tämä tavoite on nostettu esille kansallisen ohjelman luvussa 15. Tavoitteen ympäristövaikutuksia on käsitelty ympäristöselostuksen luvussa 6.</p>
<p>Geologian tutkimuskeskus katsoo, että toimintapolitiikan päivityksessä tulee huomioida pienreaktorien rakentamiseen ja jätehuoltoon liittyvät kysymykset. Toimintapolitiikan tuleekin varmistaa tutkimusrahoitus todennäköisimpien ratkaisujen turvallisuuden arviointiin sekä sujuvaan paikan valintaan ja lupamenettelyyn. Myös Eurajoen kunta pitää tärkeänä, että kansallinen ohjelma ja toimintapolitiikka vastaavat muuttuvaa toimintaympäristöä.</p>	<p>Kansallisen ohjelman luvussa 15 on käsitelty kansallisen ohjelman kehittämistä koskevia tavoitteita, joista osa on merkityksellisiä myös pienreaktoreiden kysymyksissä. Toimintaympäristön muutokset on tunnistettu tärkeäksi kansallisen ohjelman muutostekijäksi.</p> <p>Kansallisen ohjelman luvussa 10 on käsitelty tutkimus- ja kehitystyötä ja sen rahoittamista.</p>
<p>Loviisan kaupunki ja SAK ry ilmoittavat kannattavansa yhteen paikkaan tapahtuvaa loppusijoitusta. SAK ry:n mukaan Posivan rakentama loppusijoitustila tulisi olla myös muiden toimijoiden käytössä korvausta vastaan turvallisuusvaatimusten täytyessä.</p>	<p>Kansallisen ohjelman keskeisimpänä tavoitteena on varmistaa kaikelle Suomessa syntyvälle käytetylle ydinpolttoaineelle ja radioaktiiviselle jätteelle, josta ei voida muulla tavoin huolehtia, turvallinen ja kustannustehokas loppusijoitusratkaisu.</p> <p>Käytetyn ydinpolttoaineen ja ydinenergian käytössä syntyvän radioaktiivisen jätteen huollossa ja niihin liittyvissä luvissa tullaan jatkossa mahdollistamaan entistä paremmin alan toimijoiden välistä markkinaehtoisesti tehtävää yhteistyötä. Tämä tavoite on nostettu esille kansallisen ohjelman luvussa 15. Tavoitteen ympäristövaikutuksia on käsitelty ympäristöselostuksen luvussa 6.</p>
<p>Loviisan kaupungin mukaan laitoksilla varastoitavien tutkimuslaitoksista ja sairaaloista peräisin olevien jätteiden loppusijoituksen tulisi tapahtua mahdollisimman pian. Loviisan kaupungin mukaan jätteiden kuljetusten ajankohdat ja lukumäärä on optimoitava turvallisuutta ajatellen.</p>	<p>Lausunnossa mainittujen radioaktiivisten jätteiden loppusijoittamisen aloittaminen Loviisan voimalaitoksella edellyttää ydinenergiain mukaisia lupamenettelyjä ja niitä edeltävien ympäristövaikutusten arviointimenettelyjen toteuttamista. Fortum jätti YVA-lain tarkoittamalle yhteysviranomaisena toimivalle työ- ja elinkeinoministeriölle ympäristövaikutusten arviointiohjelman elokuussa 2020 ja on sen jälkeen edennyt hyvin ympäristövaikutusten arvioinnissa.</p>

<p>Helsingin yliopiston matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta pitää tärkeänä, että kaikelle syntyvälle ja jo syntyneelle radioaktiiviselle jätteelle löytyy Suomessa toimiva käsittelyreitti. Tätä asiaa valmisteltaessa olisi syytä olla yhteydessä erilaisiin säteilyn käytön toimijoihin, jotta tieto erilaisista jätetyypeistä ja mahdollisesti jätteenkäsittelyssä tulleista ongelmista tulisi ilmi.</p>	<p>Kansallisen ohjelman ja sen ympäristövaikutusten arvioinnin valmistelun aloittamisen yhteydessä on oltu yhteydessä useisiin säteilyn käyttäjiin. Luonnosversioita koskevan lausunnotomennettelyn yhteydessä säteilyn käyttäjiä kannustetaan tuomaan esille kansallisessa ohjelmassa huomioitavia tietoja.</p>
<p>Fortum Power and Heat Oy ja Energiateollisuus ry pitävät Suomen tähänastista jätehuollon linjaa onnistuneena, minkä takia nykyisiä menettelyjä ei ole syytä muuttaa.</p>	<p>Kansallinen ohjelma perustuu voimassa olevaan lainsäädäntöön, joka asettaa reunaehdot jätehuollon suunnittelulle ja toteuttamiselle. Kansallinen ohjelma ja sitä säätelevä lainsäädäntö on tarpeen päivittää, jos toimintaympäristössä tapahtuu muutoksia. Kansallisen ohjelman kehittämistä koskevia tavoitteita on käsitelty kansallisen ohjelman luvussa 15 ja sen ympäristöselostuksessa luvussa 4.</p>
<p>Geologian tutkimuslaitos, SAK ry sekä Suomen Ekomodernistit ry nostavat esille ydinjätehuollon kansainvälisen liiketoiminnan sekä jätteiden jälleenkäsittelyn mahdollisuudet, joita tämänhetkinen lainsäädäntö kuitenkin rajoittaa. Liiketoiminta Suomen osalta voisi olla GTK:n mukaan esimerkiksi kapselointiin tai pienten jätemäärien loppusijoitukseen liittyvää palvelutoimintaa. Suomen Ekomodernistit ry ja SAK ry näkevät ydinjätteen vieni- ja tuontikiellon estävän ilmastoystävällisten teknologioiden käyttöönottoa ja kiertotaloutta. Järjestöjen mukaan lainsäädäntöä tulisi muuttaa viennin ja tuonnin sallimiseksi.</p>	<p>Kansallisen ohjelman luvussa 15 on nostettu esille ydinenergialainsäädännön uudistamisen tarve osana kansallisen ohjelman kehittämistä koskevia tavoitteita. Myös Suomessa toimivien toiminnanharjoittajien yhteistyön mahdollistaminen mm. lupamenettelyjen kehittämällä on nostettu esiin. Molemmat tavoitteet voivat vaikuttaa lausunnonantajien esiin tuomiin näkökohtiin.</p>
<p>Fortum Power and Heat Oy katsoo, että mahdollisuudet hyödyntää tarvittaessa ulkomaisia käytetyn polttoaineen tai radioaktiivisen jätteen huollon ja tutkimuksen palveluita tulisi säilyttää, jos se jätehuollon kannalta on tarkoituksenmukaista. Esimerkkejä näistä ovat käytetyn polttoaineen tutkimuspalvelut sekä kontaminoituneen metallijätteen käsittelypalvelut, jossa radioaktiivinen materiaali palautetaan kuitenkin Suomeen loppusijoitettavaksi.</p>	<p>Kansallisessa ohjelmassa ei ole rajoitettu ydinenergialain 6 a §:ssä tarkoitettua ulkomaisten käytetyn ydinpolttoaineen tai radioaktiivisen jätteen huollon ja tutkimuksen palveluita.</p>
<p>1.2 Kansallisen ohjelman sisältö</p>	
<p>Ydinturvallisuusneuvottelukunta (YTN) toteaa suunnitelman olevan yleispiirteinen, mutta ymmärrettävä. Suunnitelman rakenne kaipaakin kuitenkin selkeyttämistä. Heti johdannon alussa tulisi kertoa, minkä asiakirjan päivittämisestä on kysymys, minkä lisäksi asiakirjan asema suhteessa toimijoille asetettaviin vaatimuksiin olisi hyvä tuoda esille. YTN:n mukaan asiakirjaan voisi sisällyttää yhteenvedon</p>	<p>Kansallisen ohjelman johdannossa (luku 1) on selkeytetty ohjelman asemaa.</p> <p>Kansallisen ohjelman luvussa 15 käsitellään kansallisen ohjelman ml. viranomaistoiminnan kehittämistä.</p> <p>Kansallisen ohjelman laadinnassa on huomioitu muiden kansainvälisten raporttien sisältö.</p>

<p>aikaisemmasta ohjelmasta saadusta palautteesta sekä kehityskohteita käsittelevän luvun, jossa käsiteltäisiin myös viranomaistoiminnan kehittämistä. Lisäksi laadittavan ohjelman sisällön olisi hyvä olla yhdenmukainen muiden Suomen kansainvälisten asiakirjojen kanssa (esim. Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon turvallisuutta koskevan yleissopimuksen Suomen raportti).</p>	<p>Kansalliseen ohjelmaan ei sisällytetty yhteenvedoa aikaisemmasta ohjelmasta, sillä siitä ei järjestetty julkista kuulemistä. Komissiolta saatu palaute on huomioitu kansallisen ohjelman laadinnassa.</p>
<p>Suomen luonnonsuojeluliitto toteaa, että ohjelmassa tulee käsitellä myös Terrafamen radioaktiivisia jätteitä sekä Fennovoiman ydinjätteitä.</p>	<p>Fennovoima Oy:n käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon suunnitelmia on käsitelty kansallisessa ohjelmassa luvuissa 6, 7, 9, 10, 11, 15.</p> <p>Terrafame Oy on mainittu lyhyesti kansallisen ohjelman luvussa 5.</p>
<p>Suomen luonnonsuojeluliiton mukaan Fennovoiman ydinjätehuoltoa koskeva ympäristövaikutusten arviointimenettely tulisi saada valmiiksi ennen rakentamisluvan myöntämistä.</p>	<p>Fennovoima Oy:n vireillä oleva rakentamislupahakemus koskee Hanhikivi 1-ydinvoimalaitoksen rakentamista. Hanhikivi 1-ydinvoimalaitoksen ympäristövaikutusten arviointimenettely suoritettiin loppuun vuonna 2014.</p>
<p>VTT tuo esille, että FiR 1 -tutkimusreaktorin käytettyä polttoainetta ei enää tarvitse huomioida kansallisessa ohjelmassa, sillä se on ydinenergialain salliman poikkeuksen mukaisesti toimitettu Yhdysvaltoihin.</p>	<p>Kansallisen ohjelman luvussa 5 on tuotu esille FiR 1 – tutkimusreaktorin käytetyn ydinpolttoaineen määrä, sillä käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen määrät on raportoitu viimeisimmän olemassa olevien, eli vuoden 2019 tietojen mukaisesti. Muutoin ohjelmassa on tuotu esille tutkimusreaktorin käytetyn ydinpolttoaineen palauttaminen Yhdysvaltoihin vuodenvaihteessa 2020-2021.</p>
<p>Sosiaali- ja terveysministeriö, Teollisuuden Voima Oyj sekä Posiva Oy tarkentavat suunnitelmassa esitettyjä tietoja valtion pienjätteiden käsittelystä. Pienjätteiden kohdalla vaihtoehtoina on ensisijaisesti palauttaa ko. säteilylähteet valmistajalle, ja toissijaisesti Suomen Nukliditeknikka Oy:lle, joka toimittaa jätteet Olkiluotoon välivarastoon ja mahdollisesti loppusijoitukseen. Ohjelmassa tulisi lausuntojen mukaan myös kertoa, kenelle vastuu loppusijoitetuista pienjätteistä kuuluu.</p>	<p>Säteilyn käytön seurauksena syntyneiden radioaktiivisten jätteiden huollon pääperiaatteet on esitetty kansallisen ohjelman luvussa 6 lainsäädäntöä ja lausuntoja vastaavalla tavalla.</p>
<p>TVO ja Posiva toteavat lisäksi, ettei valtion pienjätteiden tilannetta ole vielä täysin ratkaistu. Olkiluodon VLJ-luolan käyttöä koskevat rajoitukset estävät osittain pienjätteiden loppusijoittamisen. Pienjätteiden loppusijoitus ei saa myöskään häiritä VLJ-luolan alkuperäistä käyttötarkoitusta. Ohjelmassa tulisi käsitellä VLJ-luolaan sopimattomien pienjätteiden loppusijoitusta.</p>	<p>Pienjätteiden tilanteen kehittäminen on nostettu kansallisen ohjelman tavoitteeksi luvussa 15. Tavoitteen ympäristövaikutuksia on kuvattu ympäristöselostuksen luvussa 6.</p>
<p>VTT Oy toteaa, että kansalliseen ohjelmaan sisältyy jätehuollon kustannusten arviointi, vaikka suuri osa</p>	<p>Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen kustannuksia on arvioitu kansallisessa ohjelmassa</p>

<p>jätehuollon toimenpiteistä ja -ratkaisuista on yksityisten toimijoiden vastuulla. Näin ollen ohjelmassa on syytä sovittaa yhteen tarpeet kustannusten riittävään erittelyyn ja toisaalta yritysten kaupallisten tietojen suojelemiseen. VTT Oy pitää alustavaa suunnitelmaa yleisesti hyvänä.</p>	<p>luvussa 11. Arvion laadinnassa on huomioitu yritysten kaupallisten tietojen suojeleminen.</p>
<p>Suomen luonnonsuojeluliiton mukaan viranomaisten ja toiminnanharjoittajien arviot jätteiden pitkäikäisyydestä ovat liian matalia sekä erittäin matala-aktiivisen ja keskiaktiivisen jätteen että käytetyn polttoaineen kohdalla. Järjestö kritisoi keskiaktiivisen jätteen loppusijoituksen sekä KBS-3V-menetelmän turvallisuutta. Lausunnon liitteenä oli järjestön asiantuntijan raportti loppusijoitusmenetelmän turvallisuudesta.</p>	<p>Loppusijoitetun käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen pitkäaikaisturvallisuuden arviointi on toiminnanharjoittajien vastuulla. Säteilyturvakeskus toteuttaa turvallisuuden jatkuvaa valvontaa.</p>
<p>MJT Consulting ja Societal Security Solutions Oy katsovat yhteisessä lausunnossaan, että ohjelmassa tulisi käsitellä kansainvälisen ydinmateriaalivalvonnan toteuttamista käytetyn polttoaineen loppusijoituksen kohdalla. Käytetyn polttoaineen loppusijoituksen ydinmateriaalivalvonnasta ei ole sovittu kansainvälisesti, mutta Suomi voisi toimia asiassa edelläkävijänä käynnistämällä asiaa koskevan asiantuntijahankkeen.</p>	<p>Ydinmateriaalivalvontaa on käsitelty osana suomalaista lainsäädäntöympäristöä kansallisen ohjelman luvussa 4 ja osana loppusijoituslaitosten sulkemisen jälkeisiä suunnitelmia luvussa 8. Ydinmateriaalivalvonnan kansallisen konseptin valvonta on Säteilyturvakeskuksen viranomaistehtävä.</p>
<p>1.3 Kansallisen ohjelman avoimuus ja yhteiskunnallinen hyväksyttävyyys</p>	
<p>Eurajoen kunta edellyttää, että sitä on kuultava ennen lupien ja päätösten myöntämistä silloin, kun lupa tai hyväksyminen koskee Eurajoen kunnan alueella tapahtuvaa käytetyn polttoaineen tai voimalaitosjätteen loppusijoitusta tai muun radioaktiivisen jätteen sijoittamista. Kuntaa on kuultava myös silloin, kun nykyisen luvan laajuutta aiotaan muuttaa. Eurajoen mukaan kuulemisella on iso merkitys hankkeen hyväksyttävyydelle.</p>	<p>TEM saattaa ydinenergialain 23 § 5 momentin mukaisesti käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen loppusijoituslaitosten lupahakemukset tiedoksi julkisella kuulutuksella. Samassa yhteydessä pyydetään lupahakemuksesta lausuntoja kunnilta, viranomaisilta ja yhteisöiltä sekä varataan yhteisöille ja kansalaisille mahdollisuus mielipiteiden esittämiseen. Kansallisessa ohjelmassa avoimuutta ja yhteiskunnallista hyväksyttävyyttä on käsitelty luvussa 12 ja ympäristöselostuksessa kuulemista luvussa 5.3.</p>
<p>Eurajoen kunta näkee lisäksi erittäin tärkeänä, että se saa kuultavaksi suunnitelmat alueelleen aiotuista käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteiden määristä sekä arviot tulevista määristä (kansallisen ohjelman kohta 5) sekä alueelleen sijoittuvan toiminnan merkittävistä virstanpylväistä ja aikatauluista (kansallisen ohjelman kohta 9). Eurajoen kunnan mukaan myös pienreaktoreiden osalta mahdolliset kuulemismenettelyt tulisi käynnistää hyvissä ajoin.</p>	<p>Kansallisen ohjelman luonnosversio saatetaan tiedoksi julkisella kuulutuksella elokuussa 2021, ja samassa yhteydessä pyydetään lausuntoja kunnilta, viranomaisilta ja yhteisöiltä sekä varataan yhteisöille ja kansalaisille mahdollisuus mielipiteiden esittämiseen. Kansallinen ohjelma päivitetään määräväleihin, ja päivitystyön yhteydessä pyydetään luonnosversioista vastaavasti lausuntoja. Kansallisesta ohjelmasta järjestetään itsearviointi ja pyydetään kansainvälinen vertaisarviointi joka 10. vuosi. Arviointitulosten</p>

	<p>perusteella päätetään kansallisen ohjelma päivittämisestä.</p> <p>Ympäristövaikutusten arvioinnista annetun lain (252/2017) mukaan pienreaktoreille tulee järjestää ympäristövaikutusten arviointimenettely, johon kuuluu ensimmäisenä vaiheena ympäristövaikutusten arviointiohjelmasta kuuleminen.</p>
<p>Suomen Kuntaliitto ry pitää tärkeänä, että erityisesti väestön ja työntekijöiden säteilyturvallisuutta käsittelevässä osassa tehdään yhteistyötä kuntien, säteilyn kanssa tekemisissä olevien työntekijöiden, jätehuollon toimijoiden ja muiden paikallisten tahojen kanssa. Liitto painottaa viestinnän toimivuuden ja yhteensovittamisen merkitystä vaaratilanteissa.</p>	<p>Kansallisessa ohjelmassa väestön ja työntekijöiden turvallisuuden varmistamista ionisoivan säteilyn aiheuttamilta vaaroilta on käsitelty luvussa 3. Säteilyturvallisuutta on arvioitu yleisellä tasolla ympäristöselostuksessa luvussa 6.</p> <p>Kansallisessa ohjelmassa ei ole nähty tarkoituksenmukaisena mennä lausunnon esittämälle tasolle. Käytännön toiminnan valvonta kuuluu Säteilyturvakeskuksen valvontatehtäviin.</p>
<p>Varsinais-Suomen ELY-keskus toteaa, että asiakirjan laadinnassa olisi syytä huomioida alueellisesti keskeisimmät toimijat. Asiakirjan laadinnan ja arviointityön tiedottamisessa ja yhteistyössä tulee painottaa tiedon avoimuutta, oikea-aikaisuutta ja läpinäkyvyyttä sekä tiedon laatua.</p>	<p>Kansallisen ohjelman ja sen arviointiselostuksen laadintaan liittyvissä kuulemisissa on pyritty huomioimaan vähintäänkin alueellisesti keskeisimmät toimijat. Keskeisimmät alan toiminnanharjoittajat ovat myös saaneet tietoa ja voineet osallistua asiakirjojen laadintaan. Kansallinen ohjelma ja sen arviointiselostus annetaan tiedoksi julkisella kuulutuksella, joten aineisto on siten kaikkien saatavilla.</p>
<p>Suomen luonnonsuojeluliitto kritisoi YVA-menettelyihin sisältyviä kuulemisten epätasa-arvoisia lähtökohtia, minkä takia valtion tulisi tukea sijaintikuntia ja järjestöjä. Liiton mukaan ympäristövaikutusten arviointien tulisi olla riippumattomien kansainvälisten tutkimusryhmien tekemiä.</p>	<p>Ympäristövaikutusten arviointimenettelyissä pyydetään lausuntoja ja mielipiteitä tasa-arvoisesti kaikilta, joita arvioitava hanke voi koskea. Lausuntoja ja mielipiteitä voi antaa myös ilman lausuntopyyntöä, sillä aineisto annetaan tiedoksi julkisella kuuletuksella ja on siten kaikkien saatavilla. Ympäristövaikutusten arvioinnin tekee ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annetun lain (252/2017) mukaan hankkeesta vastaava. Hankkeesta vastaava valitsee arviointiin osallistuvat asiantuntijat ja varmistaa, että sillä on käytettävissään riittävä asiantuntemus ympäristövaikutusten arviointiohjelman ja –selostuksen laadintaa.</p>
<p>2. Kansallisen ohjelman ympäristövaikutusten arviointi</p>	
<p>2.1 Arvioitavat ympäristövaikutukset</p>	
<p>Energiateollisuus ry, Fortum Power and Heat Oy ja VTT Oy painottavat arvioinnin rajaamista niin, että jo toteutetut ympäristövaikutusten arvioinnit otetaan huomioon. Näin ollen nyt meneillään olevassa arvioinnissa ei tule toistaa aikaisemmin tehtyä työtä, vaan keskittyä (mm. luontoympäristöön ja yhteiskuntaan kohdistuviin) vaikutuksiin yleisellä</p>	<p>Ympäristövaikutusten on arvioinnin toteutusta ja ympäristövaikutuksia on käsitelty ympäristöselostuksen luvuissa 5 ja 6. Arvioinnissa on keskitytty kansallisessa ohjelmassa esiin nostettujen tavoitteiden ja niiden kehityskohteiden</p>

<p>tasolla. Posiva Oy ja Teollisuuden Voima Oy toteavat, että Suomessa muodostuneet radioaktiiviset jätteet on jo huomioitu FPH:n ydinlaitoksia ja TVO:n hyvin matala-aktiivista jätettä koskevissa arviointimenettelyissä.</p>	<p>toteuttamisen sekä niiden toteuttamatta jättämisen vaikutuksiin.</p>
<p>Sosiaali- ja terveysministeriö toivoo, että ympäristövaikutusten arvioinnissa selvitettäisiin vallitsevia altistustilanteita ja niihin liittyviä toimintatapoja ja vastuita, joilla ehkäistäisiin mahdollisesti syntyvää hallinnollista taakkaa ja ylisäätelystä ja turhia kustannuksia, koska em. vallitseviin altistustilanteisiin useimmiten liittyy hyvin pieniä terveysriskejä, mutta toimenpiteiden kohteena olevien jätemassojen volyymi voi olla hyvinkin suuri riippuen tilanteesta. Esimerkiksi kaivostoiminnassa syntyy jätteitä kymmeniä miljoonia tonneja vuodessa. Ympäristövaikutusten arviointia voitaisiin siten käyttää hyödyksi sosiaali- ja terveysministeriön laatiessa kansallista toimintasuunnitelmaa vallitsevien altistustilanteiden myötä syntyneisiin radioaktiivisten jätteistä huolehtimiseen, jotta niihin liittyviä menettelyjä voitaisiin kehittää ja vastuutahoja voitaisiin nimetä. Sosiaali- ja terveysministeriö toivoo, että ympäristövaikutusten arvioinnissa pohdittaisiin myös yksittäisten HASS-lähteiden loppusijoitukseen liittyviä edelleen ratkaisemattomia kysymyksiä.</p>	<p>Kansallisessa ohjelmassa on huomioitu säteilytoiminnassa syntyvien radioaktiivisten jätteiden lisäksi myös säteilyvaaratilanteissa ja vallitsevissa altistustilanteissa syntyvät radioaktiiviset jätteet.</p> <p>Varautuminen yllättävissä tilanteissa syntyviin radioaktiivisiin jätteisiin ja pienjätteiden ml. HASS-lähteiden tilanteen kehittäminen on nostettu kansallisen ohjelman tavoitteeksi luvussa 15.</p> <p>Kansallisen ohjelman tavoitteiden ympäristövaikutusten arvioinnin tulokset on esitetty ympäristöselostuksen luvussa 6.</p>
<p>Geologian tutkimuskeskus katsoo, että ympäristöselostuksessa olisi huomioitava ydinlaitosten geologinen ympäristö entistä tarkemmin. Tämä on tärkeää erityisesti ilmastonmuutoksen myötä muuttuvien olosuhteiden takia sekä mahdollisesti pienreaktorien yleistyessä.</p>	<p>Ohjelman toteuttamisesta aiheutuvien ympäristövaikutusten arviointi on toimijoiden vastuulla ja on olemassa olevien hankkeiden osalta suoritettu.</p>
<p>Museoviraston mukaan arvioinnissa on huomioitava laajasti käytetystä polttoaineesta ja radioaktiivisesta jätteestä syntyvät aineettomat, kuten kulttuuriset ja taloudelliset, vaikutukset.</p>	<p>Ohjelman toteuttamisesta aiheutuvien ympäristövaikutusten arviointi on toimijoiden vastuulla ja on olemassa olevien hankkeiden osalta suoritettu.</p>
<p>STTK huomauttaa, että arviointimenettelyssä ja loppusijoituslaitosten suunnittelussa tulisi kiinnittää vielä enemmän huomiota ydinvoimalaitoksissa ja materiaalin loppukäsittelyn parissa työskentelevän henkilöstön terveyteen ja turvallisuuteen. Tämä on järjestön mukaan käytetyn polttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon tärkein ympäristövaikutus.</p>	<p>Kansallisessa ohjelmassa väestön ja työntekijöiden turvallisuuden varmistamista ionisoivan säteilyn aiheuttamilta vaaroilta on käsitelty luvussa 3. Säteilyturvallisuutta on arvioitu yleisellä tasolla ympäristöselostuksen luvussa 6.</p> <p>Kansallisessa ohjelmassa ei ole nähty tarkoituksenmukaisena mennä lausunnon esittämälle tasolle. Käytännön toiminnan valvonta kuuluu Säteilyturvakeskuksen valvontatehtäviin.</p>
<p>Suomen luonnonsuojeluliiton mukaan ohjelman yhteydessä tulee arvioida radioaktiivisten aineiden vaikutuksia esimerkiksi Itämeren ekologialle sekä jätehuollon yhteisvaikutuksia Ruotsin ja Venäjän</p>	<p>Ohjelman toteuttamisesta aiheutuvien ympäristövaikutusten arviointi on toimijoiden vastuulla ja on olemassa olevien hankkeiden osalta suoritettu.</p>

<p>loppusijoituslaitosten kanssa. Järjestön mukaan radioaktiivisten aineiden käyttäytymistä luonnossa ei tunneta tarpeeksi hyvin, ja radioaktiivisten aineiden pitkäikäisyys on aliarvioitua.</p>	
<p>Varsinais-Suomen ELY-keskuksen näkemyksen mukaan arvioinnissa tulisi huomioida jätteen käsittely- ja loppusijoituspaikkojen rakentaminen sekä jätteiden käsittelyn koko elinkaari syntymisestä loppusijoituslaitoksen passiivisen valvontavaiheeseen ja pitkäaikaisvaikutuksiin. Varsinais-Suomen ELY-keskus käsittelee lausunnossaan lisäksi ydinvoimalaitoksien ja siihen liittyvän jätehuollon ympäristövaikutuksia sekä esimerkiksi Olkiluodon läheisyydessä olevia luontoalueita.</p>	<p>Ohjelman toteuttamisesta aiheutuvien ympäristövaikutusten arviointi on toimijoiden vastuulla ja on olemassa olevien hankkeiden osalta suoritettu.</p>
<p>2.2 Vaikutustenarvioinnin eteneminen</p>	
<p>Varsinais-Suomen ELY-keskuksen mukaan suunnitelman sisällysluettelon perusteella ei ole vielä mahdollista arvioida SOVA-asetuksen vaatimusten toteutumista. Lausuntopyynnössä ei myöskään käsitellä ohjelman eri vaihtoehtoja tai vaikutusarvioinnin laajuutta ja tarkkuutta. ELY-keskus katsoo, että suunnitelmasta olisi hyvä järjestää kuuleminen sellaisessa vaiheessa, jossa suunnittelu ja vaikutustenarviointi olisivat pidemmällä. ELY-keskus pitää tärkeänä, että ohjelmaluonnoksen kuulemisvaiheessa asiakirjoihin tutustumiseen ja lausunnon antamiseen varataan riittävästi aikaa.</p>	<p>Kansallisen ohjelman ja ympäristöselostuksen luonnosversiot ovat kuultavana elo-syyskuussa 2021. Kuulemisaika on viranomaisen suunnitelmien ja ohjelmien ympäristövaikutusten arvioinnista annetun lain (200/2005) mukainen.</p>
<p>YTN katsoo, että ympäristövaikutusten arvioinnin roolia tulisi konkretisoida ohjelman laatimisen ja toimeenpanon yhteydessä. YTN toteaa, että ohjelman toteuttamisesta aiheutuvien ympäristövaikutusten arviointi on toimijoiden vastuulla ja on olemassa olevien hankkeiden osalta suoritettu.</p>	<p>Kansallisen ohjelman ympäristövaikutusten merkitystä on pyritty tuomaan esille jo johdannossa (luvussa 1) ja luvussa 5.</p> <p>Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisten jätteiden huoltoa koskevan kansallisen ohjelman ympäristövaikutusten arvioinnissa on tarkasteltu erityisesti kansallisessa ohjelmassa esiin nostettujen tavoitteiden ja kehityskohteiden ympäristövaikutuksia. Joidenkin vaikutusten osalta tarkastelu ulottuu toiminnanharjoittajien ympäristössä tapahtuviin vaikutuksiin, mutta pääosin ohjelman toteuttamisesta aiheutuvien ympäristövaikutusten arviointi on toiminnanharjoittajien vastuulla ja on olemassa olevien hankkeiden osalta suoritettu.</p>
<p>Satakuntaliitto pitää olennaisena, että ympäristövaikutusten arviointimenettely kytkeytyy aidosti ohjelman päivittämisen eri vaiheisiin. Vaikutustenarvioinnissa tulisi huomioida aluetasolle kohdistuvien ympäristövaikutusten arviointi.</p>	<p>Ohjelman toteuttamisesta aiheutuvien ympäristövaikutusten arviointi on toimijoiden vastuulla ja on olemassa olevien hankkeiden osalta suoritettu.</p>

Liite 2 – Yhteenveto toisen kuulemisvaiheen lausunnoista ja mielipiteistä

Toinen kuuleminen käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon kansallisesta ohjelmasta ja sen ympäristövaikutusten arviointiselostuksesta järjestettiin 5.8.-10.9.2021.

Seuraavaan taulukkoon on koottu yhteenveto saaduista lausunnoista ja mielipiteistä sekä esitetty niiden huomioon ottaminen kansallisessa ohjelmassa ja ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa.

Taulukko 4. Yhteenveto saaduista lausunnoista ja mielipiteistä toisessa kuulemisvaiheessa ja niiden huomioon ottaminen kansallisessa ohjelmassa ja ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa.

Yhteenveto saaduista lausunnoista ja mielipiteistä	Huomiointi kansallisessa ohjelmassa ja ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa

(Täydentyy luonnosversioita koskevan kuulemisvaiheen jälkeen)