

M 3/2010 vp

Valtioneuvoston periaatepäätös
6. päivänä toukokuuta 2010
Posiva Oy:n hakemukseen
käytetyn ydinpolttoaineen
loppusijoituslaitoksen
rakentamisesta laajennettuna

Helsinki 2010

ISBN 978-952-227-377-2

Sisällys

Periaatepäätös	6
Liite 1 Yhteenveto lausunnoista ja julkisessa kuulemistilaisuudessa esitetyistä mielipiteistä	22
1 Periaatepäätöshakemuksesta järjestetty lausuntokierros, tiedottaminen ja julkinen kuuleminen.....	24
2 Lähisääteiset lausunnot	26
3 Muut pyydetyt lausunnot	34
4 Työ- ja elinkeinoministeriön kirjallisesti toimitetut muut lausunnot ja mielipiteet	40
5 Julkisessa kuulemistilaisuudessa Eurajoella 22.10.2008 esitetyt mielipiteet	41
6 Hakijan vastine lausunnoista ja alustavasta turvallisuusarviosta	45
Liite 2 Käytetyn ydinpolttoaineen huoltoa koskeva katsaus.....	52
Liite 3 Käytetyn ydinpolttoaineen huolto	54
1 Yleistä	55
2 Perusvaihtoehdot käytetyn ydinpolttoaineen huollossa ...	57
3 Suora loppusijoitus	59
4 Jälleenkäsittely.....	61
5 Tehostettu jälleenkäsittely ja transmutaatio.....	63
6 Valvottu pitkäaikaisvarastointi.....	64
7 Loppusijoituksen palautettavuus.....	66
8 Ydinjätehuollon vaikutukset ympäristöön	68
9 Yhteenveto: ydinjätehuollon vaihtoehtoratkaisujen vertailu.....	74
10 Yleiskatsaus käytetyn ydinpolttoaineen huollon tilanteeseen eri maissa.....	75

Liite 4	Säteilyturvakeskuksen alustava turvallisuusarvio.....	87
1	Johdanto.....	89
2	Loppusijoituksen toteutustapa ja ajoitus	91
3	Organisatoriset vaatimukset	95
4	Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelu.....	98
5	Ydinmateriaalivalvonta.....	106
6	Vapautumisesteiden toimintakyky.....	108
7	Turvallisuusvaatimusten täyttymisen osoittaminen.....	117
8	Säteilyturvallisuus	122
9	Yhteenveto	131
10	Viitteet	133

Valtioneuvoston periaatepäätös
6. päivänä toukokuuta 2010
Posiva Oy:n hakemukseen käytetyn
ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen
laajentamiseksi Olkiluoto 4 -yksikön
käytettyä ydinpolttoainetta varten

Hakemus

Posiva Oy on 25.4.2008 päivätyssä hakemuksessaan pyytänyt ydinenergialain (990/1987) 11 §:ssä tarkoitettua valtioneuvoston periaatepäätöstä siitä, että Posiva Oy:n Eurajoen Olkiluotoon suunnitteleman käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen laajentaminen käsittämään Teollisuuden Voima Oyj:n Suomeen suunnitteleman Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus on yhteiskunnan kokonaisedun mukaista. Laajentaminen merkitsee loppusijoituslaitoksen kapasiteetin lisäämistä enintään noin 2500 tonnilla käytettyä ydinpolttoainetta.

Loppusijoituslaitos koostuu maan päälle rakennettavasta kapselointilaitoksesta apu- ja oheistiloineen sekä noin 400 - 700 metrin syvyyteen kallioperään louhittavista loppusijoitustiloista. Käytetty ydinpolttoaine on tarkoitus sijoittaa loppusijoitustiloihin kuparikapseleihin kapseloituna. Käytetyn ydinpolttoaineen määrän lisäys vaatii lisää sijoitustunneleita.

Hakemuksen mukaan kapselointilaitoksen kapasiteetti riittää myös Olkiluoto 4 -yksikön käytetylle ydinpolttoaineelle.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitosta koskeva rakentamislupahakemus on määrä jättää vuonna 2012. Loppusijoituslaitoksen rakentaminen alkaisi noin vuonna 2014 ja käyttövaihe vuonna 2020. Laitoksen käyttöaika olisi useita vuosikymmeniä. Loppusijoituslaitoksen käyttöaika riippuisi loppusijoitettavan ydinpolttoaineen kokonaismäärästä ja kertymisajasta, johon puolestaan vaikuttavat ydinvoimalaitosten kokonaiskäyttöajat.

Hakijayhtiö on esittänyt perusteluina käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen laajentamisen tarpeellisuudelle muun muassa seuraavaa:

- *Ydinenergialain 6 a §:n mukaan ydinjätteet, jotka ovat syntyneet Suomessa tapahtuneen ydinenergian käytön yhteydessä tai seurauksena, on käsiteltävä, varastoitava ja sijoitettava pysyväksi tarkoitettulla tavalla Suomeen.*
- *Valtioneuvoston vuonna 2000 tekemä periaatepäätös koskee Suomen neljän käytössä olevan ydinvoimalaitosyksikön - Fortum Power and Heat Oy:n Loviisa 1 ja 2, Teollisuuden Voima Oyj:n Olkiluoto 1 ja 2 - toiminnassa syntyvää käytettyä ydinpolttoainetta niin, että loppusijoitettavan käytetyn ydinpolttoaineen määrä kokonaisuudessaan on enintään noin 4 000 tonnia. Valtioneuvoston vuonna 2002 tekemä periaatepäätös loppusijoituslaitoksen rakentamisesta*

- laajennettuna koskee Teollisuuden Voima Oyj:n Olkiluoto 3 -yksikön käytettyä ydinpolttoainetta niin, että loppusijoitettavan käytetyn ydinpolttoaineen määrä on enintään noin 2 500 tonnia.
- Voimassa olevien periaatepäätösten mukaan loppusijoitustiloja voidaan rakentaa niin, että niihin voidaan loppusijoittaa enintään noin 6 500 tonnia käytettyä ydinpolttoainetta. Tästä seuraa, että mikäli Teollisuuden Voima Oyj:n suunnitteleman neljännen ydinvoimalaitosyksikön käytetty ydinpolttoaine loppusijoitetaan kyseiseen laitokseen, on loppusijoitettavan käytetyn ydinpolttoaineen määrä enintään noin 9 000 tonnia. Kyseinen määrä käytettyä ydinpolttoainetta syntyy, mikäli ydinvoimalaitosyksiköiden käyttöaika on 60 vuotta.
 - Suunnitellun loppusijoituksen periaateratkaisun on todettu aikaisemmissa periaatepäätöksissä täyttävän Suomen lainsäädännön vaatimukset ja ydinjätehuollolle kansainvälisestikin asetetut yleiset toteutusperiaatteet. Loppusijoitusratkaisu vapauttaa tulevat sukupolvet jatkuvasta huolehtimisvelvollisuudesta, mutta toisaalta se ei lopullisesti estä ryhtymästä toisenlaisiin ratkaisuihin, mikäli perusteltua aihetta ilmenisi.
 - Vastuu ydinjätehuollon toteuttamisesta on jätteen tuottajilla, jotka ydinenergialain mukaan ovat jätehuoltovelvollisia. Käytetyn ydinpolttoaineen jälkihuolto on osa ydinenergialain 9 §:n mukaisesti ydinvoimalaitoksen luvanhaltijalle koituvasta huolehtimisvelvollisuudesta. Posiva Oy on Teollisuuden Voima Oyj:n ja Fortum Power and Heat Oy:n perustama ja omistama yhtiö, jonka päätehtävänä on suunnitella ja toteuttaa omistajiensa käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus.
 - Taloudelliset toimintaedellytykset ja hankkeen rahoitus perustuvat ydinenergialain mukaisesti siihen, että Teollisuuden Voima Oyj ja Fortum Power and Heat Oy maksavat käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen kustannukset.
 - Tietyt laitososat, kuten kapselointilaitos, yhteystunnelit ja kuilut ovat yhteisiä eri ydinvoimalaitosyksiköissä käytetyille polttoainetyypeille. Sijoitustunnelit ovat kullekin polttoainetyypille ja eri ydinvoimalaitosyksiköiden polttoaineelle erillisiä.
 - Turvallisuuden arviointi jatkuu ja tarkentuu koko ajan. Lopulliset käytönaikaiset turvallisuusarviot tehdään käyttöluopakäsittelyyn ja lopulliset pitkäaikaisturvallisuutta koskevat arviot sulkemisvaiheessa.
 - Loppusijoitustilojen laajennus vaikuttaa kalliotilojen tarpeeseen Olkiluodossa. Lisätarve on otettu huomioon loppusijoituslaitosta suunniteltaessa. Olkiluodon loppusijoituspaikan ominaisuuksien ja soveltuvuuden tutkimuksia ja selvitystöitä on jatkettu aikaisempien periaatepäätösten jälkeen tavoitteena rakentamislupahakemus ja loppusijoitustilojen käytännön toteutus.
 - Kokonaisuudessaan hankkeen aiheuttamat luonto- ja terveysvaikutukset jäävät vähäisiksi. Hankkeella on paikallisia taloudellisia vaikutuksia. Mahdolliset kielteiset sosiaaliset vaikutukset liittyvät esimerkiksi mielikuvakysymyksiin. Loppusijoitustilojen laajennuksella ei ole merkitystä näiden vaikutusten suhteen.

- Loppusijoituslaitoksen laajentamisesta aiheutuvat välittömät ja välilliset vaikutukset ihmisille, luonnolle ja rakennetulle ympäristölle on arvioitu ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annetun lain mukaisesti. Ympäristövaikutusten arviointiselostus on jätetty yhteysviranomaiselle vuonna 1999. Ajantasainen selvitys ympäristövaikutuksista on liitetty hakemusaineistoon.
- Säteilyturvakeskukselle on toimitettu Posiva Oy:n toimintaan liittyvää aineistoa edellisen periaatepäätöksen jälkeen osana rakentamislupahakemuksen valmisteluprosessia.

Hakijayhtiö toteaa hakemuksessaan lisäksi:

- Loppusijoituksen suunnittelussa Posiva Oy:n käytettävissä on Posiva Oy:n ja sen omistajien palveluksessa olevan henkilöstön asiantuntemus samoin kuin lukuisien yhteistyökumppanien ja kansainvälisten verkostojen kautta saavutettava asiantuntemus.
- Posiva Oy:n omistajat huolehtivat ydinenergialain mukaisina jätehuoltovelvollisina myös käytetyn ydinpolttoaineensa tulevasta kustannuksista. Tähän liittyen Teollisuuden Voima Oyj ja Fortum Power and Heat Oy maksavat osana ydinenergialain mukaista varautumista ydinjätehuoltomaksuja Valtion ydinjätehuoltorahastoon ja toimittavat valtiolle lain edellyttämiä vakuuksia. Olkiluoto 4 -laitosyksikön käytetyn ydinpolttoaineen Posiva Oy ottaa mukaan toteutussuunnitelmiin ja kustannusarvioon mahdollisen Olkiluoto 4:n investointipäätöksen jälkeen.
- Loppusijoituslaitoksen suunnittelussa on otettu huomioon voimassaolevat ydin- ja säteilyturvallisuutta koskevat määräykset.
- Loppusijoituslaitoksen suunnitteluratkaisut perustuvat suurimmaksi osaksi jo käytössä olevaan koeteltuun tekniikkaan. Käytetyn ydinpolttoaineen käsittelystä on Suomessa lähes 30 vuoden kokemukset. Osin suunnittelu perustuu varta vasten kehitettyyn tekniikkaan. Teknisessä suunnittelussa ja turvallisuuden arvioinnissa käytetään samantyyppisiä menetelmiä kuin nykyisten ydinvoimalaitosten suunnittelussa ja turvallisuusanalyseissä.
- Posiva Oy:n käytettävissä ovat Teollisuuden Voima Oyj:n omistamat alueet Eurojoen Olkiluodossa laajennettaessa suunniteltua loppusijoituslaitosta ja sen maanalaisia tiloja.
- Kapselointilaitosta käytettäessä syntyy vähäisessä määrin vähä- ja keskiaktiivista jätettä.

Hakemukseen on liitetty ydinenergia-asetuksen 24 §:n mukaiset selvitykset:

- 1) kaupparekisteriote
- 2) jäljennös yhtiöjärjestyksestä ja yhtiösopimuksesta sekä osakasrekisteristä
- 3) selvitys hakijan asiantuntemuksesta
- 4) selvitys ydinlaitoshankkeen yleisestä merkityksestä sekä sen tarpeellisuudesta, erityisesti maan energiahuollon kannalta sekä sen merkityksestä mm. ydinjätehuollon kannalta

- 5) selvitys hakijan taloudellisista toimintaedellytyksistä ja ydinlaitoshankkeen liiketaloudellisesta kannattavuudesta
- 6) ydinlaitoshankkeen yleispiirteinen rahoitussuunnitelma sekä a) pääpiirteinen kuvaus suunnitellun ydinlaitoksen teknisistä toimintaperiaatteista, b) selvitys noudatettavista turvallisuusperiaatteista, c) pääpiirteinen selvitys ydinlaitoksen suunnitellun sijaintipaikan omistus- ja hallintasuhteista, d) selvitys ydinlaitoksen suunnitellun sijaintipaikan ja sen lähiympäristön asutuksesta ja muista toiminnoista sekä kaavoitusjärjestelyistä, e) selvitys suunnitellun sijaintipaikan sopivuudesta tarkoitukseensa ottaen huomioon paikallisten olosuhteiden vaikutus turvallisuuteen, turva- ja valmiusjärjestelyt sekä ydinlaitoksen vaikutukset lähiympäristöönsä, f) ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annetun lain (468/94) mukaisesti laadittu arviointiselostus sekä selvitys suunnitteluperusteista, joita hakija aikoo noudattaa ympäristövahinkojen välttämiseksi ja ympäristörasituksen rajoittamiseksi, g) pääpiirteinen suunnitelma ydinpolttoainehuollosta, h) pääpiirteinen selvitys hakijan suunnitelmista ja käytettävissä olevista menetelmistä ydinjätehuollon järjestämiseksi.

Hakemuksen käsittely ja päätöksentekoa edeltäneet toimenpiteet

Kuuleminen

YDINENERGIALAIN 13 §:N MUKAINEN YLEINEN KUULEMINEN

Hakija on jakanut laatimansa, työ- ja elinkeinoministeriön tarkastaman loppusijoituslaitoksen laajentamista koskevan yleispiirteisen selvityksen jokaiseen talouteen Eurajoen kunnassa ja sen naapurikunnissa. Yleispiirteinen selvitys on ollut yleisesti saatavilla paikoissa, jotka on mainittu työ- ja elinkeinoministeriön hanketta koskevissa julkisissa ilmoituksissa.

Työ- ja elinkeinoministeriö on 19.9.2008 kuuluttanut hankkeen vireilläolosta Eurajoen, Euran, Kiukaisten, Lapin, Luvian ja Nakkilan kuntien sekä Rauman kaupungin ilmoitustauluilla. Lisäksi ministeriö on ilmoittanut hankkeen vireilläolosta seuraavissa lehdissä: Helsingin Sanomat, Hufvudstadsbladet, Länsi-Suomi, Satakunnan Kansa, Turun Sanomat ja Uusi Rauma.

Tiivistelmä ministeriöön lähetetyistä kirjallisista mielipiteistä sisältyy tämän päätöksen liitteeseen 1. Tiivistelmät ympäristövaikutusten arviointimenettelyn yhteydessä esitetyistä lausunnoista ja mielipiteistä on liitetty ympäristövaikutusten arviointiselostuksesta annettuun yhteysviranomaisen lausuntoon.

Ydinenergialain edellyttämä julkinen kuulemistilaisuus järjestettiin Eurajoella 22.10.2008. Tiivistelmät tilaisuudessa esitetyistä mielipiteistä sisältyvät tämän päätöksen liitteeseen 1.

PERIAATEPÄÄTÖSHAKEMUKSESTA PYYDETYT LAUSUNNOT

Työ- ja elinkeinoministeriö on hankkinut alkuperäisestä hakemuksesta ydinenergielain 12 §:n mukaisesti lausunnon ympäristöministeriöltä, Eurajoen kunnan kunnanvaltuustolta ja Eurajoen naapurikunnilta. Ydinenergia-asetuksen 25 §:n mukaisesti ministeriö on pyytänyt hakemuksesta lausunnon seuraavilta tahoilta: sisäasiainministeriö, puolustusministeriö, Länsi-Suomen lääninhallitus, Satakuntaliitto ja Lounais-Suomen ympäristökeskus.

Työ- ja elinkeinoministeriö on lisäksi pyytänyt lausunnon seuraavilta tahoilta: liikenne- ja viestintäministeriö, maa- ja metsätalousministeriö, sosiaali- ja terveystieteiden ministeriö, ulkoasiainministeriö, valtiovarainministeriö, Suomen ympäristökeskus. Ministeriö on lisäksi lähettänyt periaatepäätöshakemuksen tiedoksi mahdollista lausuntoa varten seuraaville tahoille: AKAVA ry, Elinkeinoelämän keskusliitto EK, Energia-teollisuus ry, Fennovoima Oy, Fortum Power and Heat Oy, Länsi-Suomen ympäristölupavirasto, Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto MTK ry, Natur och Miljö rf, Satakunnan pelastuslaitos, Satakunnan TE-keskus, Suomen Ammattiliittojen Keskusliitto SAK ry, Suomen Greenpeace, Suomen luonnonsuojeluliitto, Suomen Yrittäjät ry, Svenska Lantbruksproducenternas Centralförbund, Teollisuuden Voima Oyj, Toimihenkilökeskusjärjestö STTK ry, Turun ja Porin työsuojelupiiri, Turvatekniikan keskus, Varsinais-Suomen TE-keskus, WWF Suomi.

Kaikista saaduista lausunnoista on tehty tiivistelmät, jotka sisältyvät tämän päätöksen liitteeseen 1.

ILMOITUS RUOTSIN VIRANOMAISILLE

Suomen, Norjan, Ruotsin ja Tanskan välillä 15.11.1976 tehdyn, maiden välisten rajojen läheisyyteen rakennettavien ydinlaitosten turvallisuuskysymyksiin liittyvän yhteydenoton suuntaviivoja koskevan sopimuksen (SopS 19/1977) mukaisesti on hankkeesta ilmoitettu Ruotsin viranomaisille. Näiden puolesta lausunnon antoi Strålsäkerhetsmyndigheten SSM, jonka lausuntoa on selostettu tämän päätöksen liitteenä olevassa lausuntoyhteenvedossa.

Alustava turvallisuusarvio

Ydinenergielain 12 §:n mukaisesti työ- ja elinkeinoministeriö on pyytänyt Säteilyturvakeskukselta hanketta koskevan ydinenergia-asetuksen 25 §:n 2 momentin mukaisen alustavan turvallisuusarvion. Säteilyturvakeskus on liittänyt antamaansa turvallisuusarvioon ydinenergielain 56 §:n 2 momentissa tarkoitetun neuvottelukunnan (ydinturvallisuusneuvottelukunta) lausunnon. Alustava turvallisuusarvio on tämän päätöksen liitteenä 3. Alustavan turvallisuusarvion mukaan suunnitellulla loppusijoitusratkaisulla ja ehdotetulla loppusijoituspaikalla on hyvät edellytykset täyttää pitkäaikaisturvallisuudelle asetetut vaatimukset. Tästä varmistuminen edellyttää tutkimus- ja kehitystyön jatkamista.

Säteilyturvakeskus on antanut hankkeesta myös lausunnon, jonka tiivistelmä samoin kuin ydinturvallisuusneuvottelukunnan lausunnon tiivistelmä ovat tämän päätöksen liitteenä 1 olevassa lausuntoyhteenvedossa.

Muut selvitykset

Periaatepäätöshakemuksen liitteenä Posiva Oy on toimittanut työ- ja elinkeinoministeriölle hanketta koskevan ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annetun lain (468/1994) mukaisen arviointiselostuksen. Hakemuksen liitteenä on myös arviointiselostuksen ajan tasalle saattamiseksi laadittu ympäristöselvitys, jonka on toimittanut Pöyry Energy Oy.

Kaappa- ja teollisuusministeriö on yhteysviranomaisena antanut selostuksesta ja sen riittävydestä lausunnon. Lausunto on liitetty periaatepäätöksen valmisteluaineistoon. Lausunnossa on todettu, että hankkeen nykyvaiheen huomioon ottaen arviointiselostus on riittävän laaja-alainen ja yksityiskohtainen sekä täyttää lain ja asetuksen vaatimukset ja arviointiohjelmassa asetetut tavoitteet. Yhteysviranomainen on edellyttänyt vuonna 2007, että periaatepäätösharkintaa varten hakemukseen on liitettävä ajantasainen selvitys loppusijoituslaitoksen ympäristövaikutuksista.

Hallintolain 34 §:n mukaisesti työ- ja elinkeinoministeriö on pyytänyt hakijayhtiöltä vastineen hakemuksesta annetuista lausunnoista, mielipiteistä ja alustavasta turvallisuusarviosta. Vastineen tiivistelmä on tämän päätöksen liitteenä 1 olevassa lausuntoyhteenvedossa.

Työ- ja elinkeinoministeriö on laatinut periaatepäätöksen ratkaisemista varten valtioneuvostolle ydinenergia-asetuksen 26 §:n 1 momentissa edellytetyn ydinjätehuoltoa koskevan katsauksen. Katsaus on tämän päätöksen liitteenä 2.

Päätöksen tekoon sovellettavat lainkohdat

Ydinenergialain 14 §:n 1 momentissa säädetään, että ennen kuin valtioneuvosto tekee lain 11 §:ssä tarkoitetun periaatepäätöksen, sen on todettava, että

- suunnitellun ydinlaitoksen sijaintikunta on lain 12 §:ssä tarkoitetussa lausunnossaan puoltanut ydinlaitoksen rakentamista, ja että
- esiin ei ole tullut seikkoja, jotka osoittaisivat, ettei ole riittäviä edellytyksiä rakentaa ydinlaitosta siten kuin lain 6 §:ssä edellytetään.
- Ydinenergialain 6 §:n mukaan ydinenergian käytön on oltava turvallista eikä siitä saa aiheutua vahinkoa ihmisille, ympäristölle tai omaisuudelle.

Ydinenergialain 14 §:n 2 momentissa säädetään, että jos valtioneuvosto on todennut 1 momentissa säädettyjen edellytysten täyttyneen, sen on harkittava periaatepäätöstä yhteiskunnan kokonaisedun kannalta ja otettava huomioon ydinlaitoksesta aiheutuvat hyödyt ja haitat, kiinnittäen erityisesti huomiota

- 1) ydinlaitoksen tarpeellisuuteen maan energihuollon kannalta,

- 2) ydinlaitoksen suunnitellun sijaintipaikan sopivuuteen ja ydinlaitoksen ympäristövaikutuksiin sekä
- 3) ydinpolttoaine- ja ydinjätehuollon järjestämiseen.

Periaatepäätöksen ennakoedellytysten täyttyminen

Eurajoen kunnan lausunto

Eurajoen kunnanvaltuusto on antanut 15.12.2008 hankkeesta lausunnon, jossa se puoltaa hakemuksessa esitetyn loppusijoituslaitoksen laajentamista Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikköä varten. Kunnanvaltuuston päätöksestä ei valitettu ja päätös on lainvoimainen.

Ydinenergialain 6 §:n vaatimusten täyttäminen

Säteilyturvakeskuksen tekemässä alustavassa turvallisuusarviossa ei ole tullut esiin seikkoja, jotka osoittaisivat, ettei ole riittäviä edellytyksiä rakentaa Posiva Oy:n suunnitelmien mukaista käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitosta ydinenergialakiin ja valtioneuvoston asetukseen 736/2008 sisältyvien turvallisuusvaatimusten mukaisesti. Loppusijoituslaitosta voidaan laajentaa sijoituspaikkatutkimuksiin valitulla alueella niin, että myös Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön käytetty ydinpolttoaine voidaan sijoittaa laitokseen.

Ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa ja ajan tasalle saatetussa selvityksessä ei ole tullut esiin seikkoja, jotka osoittaisivat, että loppusijoituslaitosta siten, että siellä käsiteltäisiin ja loppusijoitettaisiin Olkiluoto 1 -, Olkiluoto 2 -, Olkiluoto 3 -, Loviisa 1 - ja Loviisa 2 - ydinvoimalaitosyksiköiden käytetyn ydinpolttoaineen lisäksi Olkiluoto 4 -laitosyksikön käytetty ydinpolttoaine, ei voitaisi rakentaa turvalliseksi tai että siitä olisi haittaa ympäristölle, ihmisille tai omaisuudelle.

Säteilyturvakeskuksen alustavassa turvallisuusarviossa, annetuissa lausunnoissa tai muissa selvityksissä ei ole tullut esiin sellaisia seikkoja, jotka osoittaisivat, että mahdollisen Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön käytöstä syntyvän käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittaminen voimassa olevien, loppusijoituslaitoksen rakentamista koskevien periaatepäätösten mukaiseen laitokseen ja vastaavasti loppusijoitustilojen laajentaminen tämän tarkoituksen edellyttämään laajuuteen ei olisi turvallista tai että siitä olisi haittaa ympäristölle, ihmisille tai omaisuudelle.

Valtioneuvosto toteaa viitaten edellä mainittuihin selvityksiin sekä hakijan loppusijoituslaitoksen rakentamista koskevaan periaatepäätöshakemukseen liittämiin ydinenergia-asetuksen 24 §:n mukaisiin muihin selvityksiin, ettei ole tullut esiin seikkoja, jotka osoittaisivat, että ei ole riittäviä edellytyksiä rakentaa suunniteltu loppusijoituslaitos siten kuin ydinenergialain 6 §:ssä edellytetään, ja kapasiteetiltaan sellaisena, että laitoksessa voidaan käsitellä ja sinne loppusijoittaa Olkiluoto 1 -, Olkiluoto

2 -, Olkiluoto 3 -, Loviisa 1 - ja Loviisa 2 -ydinvoimalaitosyksiköiden toiminnassa syntyvän käytetyn ydinpolttoaineen lisäksi Teollisuuden Voima Oyj:n periaatepäätöshakemuksen mukaisen uuden ydinvoimalaitosyksikön käytetty ydinpolttoaine.

Periaatepäätöksen harkinta

Valtioneuvosto on todennut, että hakemuksen mukaisen hankkeen sijaintikunta Eurajoki on puoltanut laitoksen rakentamista ja että Eurajoen puoltava lausunto koskee laitoshanketta siinä laajuudessa, että laitokseen voidaan rakentaa loppusijoitustilat ja niihin loppusijoittaa myös se käytetty ydinpolttoaine, joka syntyisi Teollisuuden Voima Oyj:n esittämän uuden ydinvoimalaitosyksikön toiminnassa. Valtioneuvosto on lisäksi todennut, ettei ole tullut esiin seikkoja, jotka osoittaisivat, että laitosta ei voitaisi rakentaa laajennettuna siten kuin ydinenergialain 6 § edellyttää laajentamisen tarkoittaessa loppusijoitustilojen rakentamista mainitun uuden ydinvoimalaitosyksikön toiminnassa syntyvälle käytetylle ydinpolttoaineelle sekä kyseisen polttoaineen loppusijoittamista laitoksella.

Ydinenergialain 14 §:n mukaisesti valtioneuvosto on harkinnut periaatepäätöstä yhteiskunnan kokonaisedun kannalta ja ottanut huomioon hankkeesta aiheutuvat hyödyt ja haitat.

Periaatepäätös

*Valtioneuvoston 21 päivänä joulukuuta 2000 ja 17 päivänä tammikuuta 2002 teke-
missä periaatepäätöksissä tarkoitetun, Eurajoen kunnan Olkiluotoon rakennetta-
van Suomessa tuotetun käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen rakenta-
minen siten laajennettuna, että laitoksessa voidaan käsitellä ja sinne loppusijoi-
taa Teollisuuden Voima Oyj:n 25.4.2008 jättämässä periaatepäätöshakemuksessa
esitetyn ydinvoimalaitosyksikön toiminnassa syntyvä käytetty ydinpolttoaine, on
yhteiskunnan kokonaisedun mukaista.*

*Tämän periaatepäätöksen nojalla voidaan rakentaa loppusijoitustiloja enintään
sille määrälle käytettyä ydinpolttoainetta kuin mainitun uuden ydinvoimalaitos-
yksikön kulloinkin voimassa olevan käyttöluvan perusteella arvioitu loppusijoi-
tustarve edellyttää ja niin, että käytetyn ydinpolttoaineen kokonaismäärä, jolle
loppusijoitustilat voidaan laitokseen rakentaa, on yhteensä enintään 2 500 ton-
nia uraania vastaava määrä.*

Periaatepäätöksen voimassaolo

Tämä periaatepäätös on voimassa 19.5.2016 asti samoin edellytyksin kuin valtioneuvoston 21.12.2000 ja 17.1.2002 tekemät käytetyn ydinpolttoaineen rakentamista

koskevat periaatepäätökset, mutta raukeaa mikäli periaatepäätös Teollisuuden Voima Oyj:n esittämän uuden ydinvoimalaitosyksikön rakentamisesta raukeaa.

Periaatepäätöksen perustelut

Ydinjätehuoltoon liittyvät velvoitteet ja voimassa olevat periaatepäätökset

Ydinenergian käyttö edellyttää ydinenergiain mukaista lupaa ja lain mukaan luvan haltija, jonka toiminnan seurauksena syntyy tai on syntynyt ydinjätettä, on velvollinen huolehtimaan kaikista toimintansa seurauksena syntyvien ydinjätteiden ydinjätehuoltoon kuuluvista toimenpiteistä ja niiden asianmukaisesta valmistelemisestä sekä vastaamaan niiden kustannuksista. Mainitusta velvollisuudesta seuraa ydinenergiaa tuottavien yhtiöiden velvollisuus vastata myös laitostensa käytetyn ydinpolttoaineen huollosta.

Ydinenergiain 6 a §:ssä puolestaan on säädetty, että ydinjätteet, jotka ovat syntyneet Suomessa tapahtuneen ydinenergian käytön yhteydessä tai seurauksena, on käsiteltävä, varastoitava ja sijoitettava pysyväksi tarkoitettulla tavalla Suomeen. Valtioneuvosto teki 21.12.2000 loppusijoituslaitoksen rakentamisesta periaatepäätöksen, johon sisältyy Olkiluoto 1 -, Olkiluoto 2 -, Loviisa 1 - ja Loviisa 2 -ydinvoimalaitosyksikön käytetty ydinpolttoaine. Valtioneuvosto teki 17.1.2002 loppusijoituslaitoksen rakentamisesta laajennettuna periaatepäätöksen, johon sisältyy Olkiluoto 3 -ydinvoimalaitosyksikön käytetty ydinpolttoaine.

Hakijayhtiö Posiva Oy perii omistajayhtiöidensä ydinvoimalaitosten käytetyn ydinpolttoaineen välivarastoinnin jälkeisen huollon kustannukset, mukaan lukien loppusijoituksen suunnittelun, toteuttamisen ja käytön kustannukset kyseisiltä yhtiöiltä. Mainitut jätehuoltovelvolliset omistajayhtiöt, siis myös Teollisuuden Voima Oyj, keräävät vuosittain varoja tulevia kustannuksia vastaavasti Valtion ydinjätehuolto-rahastoon ydinenergiailaissa määritellyjä periaatteita noudattaen. Edellä mainitut taloudelliset järjestelyt ja menettelyt tulevat koskemaan myös mahdollisen Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön toiminnassa syntyvän käytetyn ydinpolttoaineen huoltoa ja sen kustannuksia.

Valtioneuvosto toteaa, ettei ole nähtävissä seikkoja, joiden perusteella Teollisuuden Voima Oyj:n suunnitteleman Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön toiminnassa syntyvän käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus olisi polttoaineen laadun tai määrän vuoksi, joko turvallisuus- tai muista näkökohdista johtuen, aiheellista toteuttaa muulla tavoin kuin loppusijoittamalla se Posiva Oy:n suunnittelemaan loppusijoituslaitokseen.

Ottaen huomioon edellä todetut ydinjätehuollon vastuut ja velvoitteet sekä loppusijoitusta koskevat ydinenergiain vaatimukset ja muut säädökset sekä voimassa olevat valtioneuvoston periaatepäätökset Suomessa syntyneen käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen rakentamisesta, valtioneuvosto katsoo, että on

tarkoituksenmukaista ja myös hyväksyttävää loppusijoittaa mahdollisen Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön toiminnassa syntyvä käytetty ydinpolttoaine samalla tavalla ja samaan loppusijoituslaitokseen kuin sijoitetaan Olkiluoto 1 -, Olkiluoto 2 -, Olkiluoto 3 -, Loviisa 1 - ja Loviisa 2 -laitosyksiköiden käytetty ydinpolttoaine. Tämä merkitsee, että loppusijoituslaitos rakennettaisiin laajennettuna siten, että maanalaisiin loppusijoitustiloihin voidaan loppusijoittaa myös Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön käytetty ydinpolttoaine.

Tarpeellisuus maan energiahuollon kannalta

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen laajentaminen kytkeytyy Teollisuuden Voima Oyj:n Olkiluoto 4 -hankkeeseen, jonka osalta tehty harkinta antaa perusteen myös tälle päätökselle.

Sijaintipaikan sopivuus ja hankkeen ympäristövaikutukset

Eurajoen Olkiluodon sopivuus loppusijoituslaitoksen sijaintipaikaksi on arvioitu periaatepäätösten yhteydessä vuosina 2000 ja 2002. Alueella on loppusijoituslaitoksen ja kapselointilaitoksen rakentamista ja toimintaa tukeva infrastruktuuri käytössä olevien ydinvoimalaitosyksiköiden vuoksi. Hakijayhtiö esittää, että turva- ja valmiusjärjestelyt tullaan kytkemään osaksi Olkiluodon alueen kokonaisjärjestelyjä ja niissä otetaan huomioon ydinenergialainsäädännön määräykset.

Eurajoen Olkiluodon kaavoituksessa on varauduttu loppusijoituslaitoksen rakentamiseen. Kaavoitus ei aseta estettä loppusijoitukselle ja loppusijoituslaitoksen laajentamiselle.

Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusten toteuttaminen on arvioitu vuoden 2000 periaatepäätöksen yhteydessä. Periaatepäätöksessä edellytetään, että rakentamislupakäsittelyä varten luvanhakija toimittaa tarkennetun selvityksen kuljetuksista.

Loppusijoituslaitoksen rakentamista laajennettuna Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön käytettyä ydinpolttoainetta varten on tarkasteltu ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä vuonna 1999. Periaatepäätöshakemuksen liitteenä hakija on toimittanut ajan tasalle saatetun selvityksen käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen ympäristövaikutuksista. Ympäristövaikutusten arviointien yhteydessä ei ole tullut esiin hankkeesta aiheutuvia paikallisesti merkittäviä ympäristöhaittoja. Näkyvin vaikutus on maanalaisten tilojen laajeneminen noin 50 hehtaarilla.

Loppusijoituspaikan kallioperän ominaisuuksien on kokonaisuutena oltava suotuisat radioaktiivisten aineiden eristämiseksi elinympäristöstä. Loppusijoituspaikaksi ei saa valita paikkaa, jolla on jokin pitkäaikaisturvallisuuden kannalta ilmeisen epäedullinen ominaisuus. Suunnitellulla loppusijoituspaikalla on oltava riittävän suuria ja ehyitä kalliotilavuuksia, joihin loppusijoitustilat voidaan rakentaa. Loppusijoitustilojen suunnittelua varten ja turvallisuusarvioissa tarvittavien lähtötietojen

hankkimiseksi loppusijoituspaikan kallioperän ominaisuudet on selvitettävä. Kallioperän soveltuvuus loppusijoitukseen varmistetaan tutkimuksin, joita tehdään maanalaisesta tutkimustilasta käsin. Maanalaisen tutkimustilan rakentaminen aloitettiin Olkiluodossa vuonna 2004. Käynnissä olevien tutkimusten tarkoitus on mm. kallio-tilavuuden karakterisointi ja loppusijoitustilojen asemointi. Tutkimustulokset analysointeineen ovat käytettävissä hankkeen jatkosuunnittelua ja rakentamislupahakemuksen käsittelyä varten. Säteilyturvakeskuksen lausunnon mukaan laajennettu loppusijoituslaitos voidaan sijoittaa loppusijoitukseen käytettävissä olevalle alueelle Olkiluodossa, mutta lopullinen varmuus tästä saadaan maanalaisilla ja maan päältä tehtävillä jatkotutkimuksilla. Alueen itäisimmässä osassa, jonne laajennusosa on alustavasti suunniteltu sijoitettavan, on tehty toistaiseksi verraten vähän tutkimuksia. Säteilyturvakeskuksen lausunnon mukaan loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuutta ei vielä ole osoitettu suurella varmuudella. Epävarmuuksia liittyy muun muassa kallioperän olosuhteiden muutoksiin pitkällä aikavälillä ja näiden muutoksien vaikutuksiin teknisten vapautumisesteiden toimintakykyyn. Pitkäaikaisturvallisuus edellytetään osoitettavan vakuuttavasti ennen rakentamisluvan myöntämistä kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle.

Eurajoen naapurikunnat, jotka ovat antaneet lausunnon periaatepäätöshakemuksesta, suhtautuvat loppusijoitustilojen laajentamiseen pääosin myönteisesti. Kunnat esittävät samassa yhteydessä jatkosuunnittelussa huomioon otettavia seikkoja.

Hakemuksessa esitetään pääpiirteittäin Olkiluodon saaren omistus- ja hallintasuhteita. Hakemusta täsmentävässä vastineessa hakijayhtiö toteaa, että kallioperätutkimukset ja niiden perusteella tehtävä suunnittelu kohdistuu maanomistuksen ja maankäytön suunnitelmien perusteella käytettävissä olevalle alueelle. Hakija on edelleen täsmentänyt, että maanomistaja laajennukselle on Teollisuuden Voima Oyj, jonka jo nyt omistamalle alueelle tilat Olkiluoto 4:n käytetylle ydinpolttoaineelle voidaan mahdollistaa.

Edellä esitetyn perusteella valtioneuvosto toteaa, ettei ole tullut esiin seikkoja, jotka osoittaisivat esitetyn sijoituspaikan soveltumattomaksi hankkeen toteuttamiseen.

Ydinjätehuollon järjestäminen

Loppusijoituslaitoksen käytöstä ei synny uusia radioaktiivisia aineita. Kapselointilaitoksen käytöstä ja käytöstä poistosta syntyvien ydinjätteiden huolto puolestaan on suunniteltu ja järjestettävissä siten, ettei säteilyturvallisuutta lyhyellä eikä pitkällä aikavälillä vaaranneta.

Hakijan kyky toteuttaa hanke

Säteilyturvakeskuksen alustavan turvallisuusarvion mukaan hakijan tutkimus- ja suunnitteluorganisaatio sekä maanalaisen tutkimustilan rakentamista toteuttava

organisaatio täyttävät asetukseen sisältyvät yleiset vaatimukset. Organisaation ja toimintajärjestelmän riittävyyden ja tarkoituksenmukaisuuden lopullisempi arviointi tehdään rakentamislupavaiheessa.

Posiva Oy toteaa hakemuksessaan, että sillä on hankkeen tutkimuksen ja suunnittelun sekä loppusijoituslaitoksen rakentamisen, käytön ja sulkemisen edellyttämä asiantuntemus ja sen lisäksi käytössään osakasyhtiöiden asiantuntemus. Yhtiöllä on myös yhteydet asiantuntijaverkoston, johon kuuluu sekä kotimaisia että ulkomaisia tutkimuslaitoksia, korkeakouluja ja konsulttiyrityksiä. Lisäksi yhtiöllä on sopimus suunnitteluyhteistyöstä ja tiedonvaihdoista useiden maiden ydinjätehuolto-organisaatioiden kanssa.

Posiva Oy perii omistajayhtiöidensä ydinvoimalaitosten käytetyn ydinpolttoaineen välivarastoinnin jälkeisen huollon kustannukset, mukaan lukien loppusijoituksen suunnittelun, toteuttamisen ja käytön kustannukset kyseisiltä yhtiöiltä. Omistajayhtiöt jätehuoltovelvollisina keräävät vuosittain varoja tulevia kustannuksia vastaavasti Valtion ydinjätehuoltorahastoon ydinenergiailaissa määriteltyjä periaatteita noudattaen.

Valtioneuvosto katsoo, että voimassa olevat periaatepäätökset, jotka koskevat käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitustilojen rakentamista, on myönnetty Posiva Oy:lle, joka hakee periaatepäätöstä loppusijoitustilojen laajentamiselle. Hakijayhtiö on toimeenpannut voimassa olevissa periaatepäätöksissä esitetyt suunnitelmat. Maanalaisen tutkimustilan rakentaminen on aloitettu vuonna 2004. Hakijayhtiö panostaa henkilöstön osaamisen ylläpitämiseen ja kehittämiseen. Hakijayhtiö tekee kansainvälistä yhteistyötä ja osallistuu Euroopan unionin tutkimusohjelmiin.

Edellä todetun perusteella valtioneuvosto katsoo, että Posiva Oy:llä on edellytykset hakemuksen mukaisen loppusijoitustilan rakentamiseen. Samalla valtioneuvosto toteaa, että loppusijoitustilojen laajentamisella ei ole suoria valtionaloudellisia vaikutuksia, koska hankkeen toteuttaminen ei vaadi valtion rahoitusta tai tukea.

Periaatepäätöksen vaikutus toteutustapaan ja toteuttamisen edellyttämiin lupiin ja niiden käsittelyyn

Tämä päätös ei myöskään rajoita millään tavalla työ- ja elinkeinoministeriön mahdollisuuksia tehdä ydinenergielain 28 §:n nojalla ydinjätehuollon periaatteita koskevia uusia päätöksiä, joiden mukaisesti voidaan esimerkiksi velvoittaa ydinvoimayhtiöt seuraamaan hakemuksessa esitetystä ratkaisusta poikkeavien käytetyn ydinpolttoaineen huollon menetelmien kehitystä ja raporttoimaan ministeriölle menetelmäkehityksen mahdollisista vaikutuksista tämän periaatepäätöksen mukaisen loppusijoitusratkaisun tarkoituksenmukaisuuteen.

Hankkeen toteuttaminen edellyttää ydinenergielain mukaan valtioneuvoston myöntämää rakentamislupaa ja myöhemmin käyttöilupaa, joiden yhteydessä hanketta jälleen tarkastellaan yhteiskunnan kokonaisedun kannalta. Lupien myöntämisen edellytyksenä on myös muun muassa, että hanke on turvallinen eikä siitä

aiheudu vahinkoa ihmisille, ympäristölle tai omaisuudelle. Tästä loppusijoituslaitosta koskevasta periaatepäätöksestä ei seuraa oikeutta korvaukseen, jos rakentamislupaa ei myönnetä.

Valtioneuvoston myöntämissä, voimassa olevissa periaatepäätöksissä edellytetään, että luvanhakija toimittaa rakentamislupahakemuksen käsittelyä varten

- ydinenergiain ja -asetuksen mukaiset, laitoksen turvallisuuden osoittavat selvitykset
- ajantasaiset selvitykset laitoksen ympäristövaikutuksista ottaen huomioon myös mahdolliset vaikutukset eläin- ja kasvilajeihin
- ajantasaiset selvitykset niistä suunnitteluperusteista, joita hakija aikoo noudattaa ympäristövahinkojen välttämiseksi ja ympäristörasituksen rajoittamiseksi
- tarkennetut selvitykset ydinpolttoaineen kuljetusvaihtoehtojen turvallisuudesta ja vaikutuksista ympäristöön sekä turvallisesta toteuttamisesta niin, että vaarallisten aineiden kuljetuksista annetun lain (719/1994) sekä sen nojalla annettujen säännösten vaatimukset tulevat täytetyiksi
- selvitykset, joilla osoitetaan hankkeeseen sovellettavien turvallisuusvaatimusten täyttyminen
- selvitys, että loppusijoitusalueen kallioperässä tai sen kautta ei tapahdu radioaktiivisten aineiden kulkeutumista ympäristöön niin, että niistä voisi lyhyellä tai pitkällä aikavälillä aiheutua haittaa ihmisille, omaisuudelle tai ympäristölle mukaan lukien meriympäristö
- selvitykset, joissa on otettu huomioon kaikki kemialliset ja fysikaaliset prosessit ja vuorovaikutukset, joilla voi olla merkitystä loppusijoituksen turvallisuudelle
- yksityiskohtaiset tekniset suunnitelmat, turvallisuusselvitykset ja selvitykset ympäristövaikutuksista kaikkien jätteiden osalta, jotka loppusijoituslaitokseen aiotaan sijoittaa
- tarkennetut, riittävän yksityiskohtaiset selvitykset ja suunnitelmat loppusijoitustilojen avattavuudesta, siihen vaikuttavista tekijöistä, avaustekniikasta, avaamisen turvallisuudesta ja arvio avaamisen kustannuksista

Yhteiskunnan kokonaisuus

Valtioneuvosto katsoo, ottaen huomioon seuraavat seikat:

- loppusijoituksen aseman ydinjätehuollossa osana turvallista ydinenergian käyttöä,
- yhteiskunnallisen vastuun ydinpolttoainehuollon kokonaisvaltaisesta ratkaisemisesta,
- sen, että esitetty loppusijoitusratkaisu toteuttaa laissa ja sen nojalla jätehuoltovelvollisille asetetut vaatimukset,

- sen, ettei ole tullut esiin seikkoja, jotka osoittaisivat, että Teollisuuden Voima Oyj:n suunnitteleman Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön toiminnassa syntyvän käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen toteutus aiheuttaisi suunnitellussa loppusijoituslaitoksessa toiminnallisia turvallisuusriskejä tai muita haittoja ja riskejä laitoksen toiminnalle,
- sen, ettei ole tullut esiin seikkoja, jotka osoittaisivat, että Teollisuuden Voima Oyj:n suunnitteleman Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön toiminnassa syntyvän käytetyn ydinpolttoaineen laadun perusteella sen loppusijoitus suunnitellussa loppusijoituslaitoksessa voisi aiheuttaa sellaisia riskejä tai ympäristövaikutuksia, jotka joltakin osalta kyseenalaistaisivat mainitun polttoaineen loppusijoituksen tarkoituksenmukaisuuden tai hyväksyttävyyden,
- sen, ettei näköpiirissä ole muita ydinenergiain mukaisia, teknillisesti toteutuskelpoisia ratkaisuja käytetyn ydinpolttoaineen tai runsasaktiivisen ydinjätteen loppusijoittamiseksi,
- ydinenergiailaissa esitetyn rajoituksen, jonka mukaan Suomessa saa sijoittaa pysyväksi tarkoitettulla tavalla vain Suomessa tapahtuneen ydinenergian käytön yhteydessä tai seurauksena syntyviä ydinjätteitä ja josta syystä on voimassa olevassa loppusijoituslaitoksen rakentamista koskevassa valtioneuvoston periaatepäätöksessä todettu tarkoituksenmukaiseksi rakentaa loppusijoitustiloja asteittain Suomessa syntyvän käytetyn ydinpolttoaineen määrän perusteella kulloisenkin tarpeen mukaan,
- Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikkö on yhteiskunnan kokonaisedun mukainen,
- että voimassa olevissa, valtioneuvoston 21.12.2000 ja 17.1.2002 tekemisissä periaatepäätöksissä tarkoitettun, Eurajoen kunnan Olkiluotoon rakennettavan Suomessa tuotetun käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen rakentaminen laajennettuna niin, että laitoksessa voidaan käsitellä ja sinne loppusijoittaa Teollisuuden Voima Oyj:n periaatepäätöshakemuksessa 25.4.2008 esitetyn ydinvoimalaitosyksikön toiminnassa syntyvä käytetty ydinpolttoaine, on yhteiskunnan kokonaisedun mukaista siten, että loppusijoitustiloja rakennetaan enintään sille määrälle käytettyä ydinpolttoainetta kuin kyseisen ydinvoimalaitosyksikön kulloinkin voimassa olevan käyttöluvan perusteella arvioitu loppusijoitustarve edellyttää.

Maksu

Tästä päätöksestä on peritty 84 100 euron maksu, joka on määrätty ydinenergian käytön valvontaan kuuluvista valtioneuvoston päätöksistä suoritettavista maksuista annetussa asetuksessa (1474/2001).

Eduskuntakäsittely

Tämä päätös annetaan ydinenergialain 15 §:n mukaisesti eduskunnan tarkastettavaksi.

Helsingissä 6 päivänä toukokuuta 2010

Elinkeinoministeri

Mauri Pekkarinen

Yli-insinööri

Jorma Aurela

LIITTEET

- 1 Yhteenveto lausunnoista ja julkisessa kuulemistilaisuudessa esitetyistä mielipiteistä
- 2 Käytetyn ydinpolttoaineen huoltoa koskeva katsaus
- 3 Säteilyturvakeskuksen alustava turvallisuusarvio

LIITE 1

Yhteenveto lausunnoista ja julkisessa kuulemistilaisuudessa esitetyistä mielipiteistä

Sisällys

1	Periaatepäätöshakemuksesta järjestetty lausuntokierros, tiedottaminen ja julkinen kuuleminen.....	24
2	Lakisääteiset lausunnot	26
3	Muut pyydetyt lausunnot	34
4	Työ- ja elinkeinoministeriöön kirjallisesti toimitetut muut lausunnot ja mielipiteet.....	40
5	Julkisessa kuulemistilaisuudessa Eurajoella 22.10.2008 esitetyt mielipiteet.....	41
6	Hakijan vastine lausunnoista ja alustavasta turvallisuusarviosta.....	45

1 Periaatepäätöshakemuksesta järjestetty lausuntokierros, tiedottaminen ja julkinen kuuleminen

Työ- ja elinkeinoministeriö on ydinenergialain 12 §:n mukaisesti pyytänyt ympäristöministeriöltä, Eurajoen kunnalta ja sen naapurikunnilta (Eura, Kiukainen, Lappi, Luvia, Nakkila, Rauma) lausunnot periaatepäätöshakemuksesta. Kiukaisten kunta ei antanut lausuntoa.

Ydinenergialain 12 §:n mukaisesti ministeriö on pyytänyt Säteilyturvakeskukselta hanketta koskevan alustavan turvallisuusarvion. Säteilyturvakeskus on toimittanut pyydetyn turvallisuusarvion ja lausunnon sekä lausunnon liitteenä ydinenergia-asetuksen 25 §:n edellyttämän ydinturvallisuusneuvottelukunnan lausunnon.

Ydinenergia-asetuksen 25 §:n mukaisesti ministeriö on myös pyytänyt hakemuksesta lausunnon seuraavilta: sisäasiainministeriö, puolustusministeriö, Länsi-Suomen lääninhallitus, Satakuntaliitto ja Lounais-Suomen ympäristökeskus. Kohdassa 2 on esitetty tiivistetty lausuntojen sisältö.

Työ- ja elinkeinoministeriö on lisäksi pyytänyt lausunnon seuraavilta tahoilta: liikenne- ja viestintäministeriö, maa- ja metsätalousministeriö, sosiaali- ja terveysministeriö, ulkoasiainministeriö, valtiovarainministeriö, Suomen ympäristökeskus. Ministeriö on lisäksi lähettänyt periaatepäätöshakemuksen tiedoksi mahdollista lausuntoa varten seuraaville tahoille: AKAVA ry, Energiateollisuus ry, Elinkeinoelämän keskusliitto EK, Fennovoima Oy, Fortum Power and Heat Oy, Länsi-Suomen ympäristölupavirasto, Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto MTK ry, Natur och Miljö rf, Satakunnan pelastuslaitos, Satakunnan TE-keskus, Suomen Ammattiliittojen Keskusliitto SAK ry, Suomen Greenpeace, Suomen luonnonsuojeluliitto, Suomen Yrittäjät ry, Svenska Lantbruksproducenternas Centralförbund, Teollisuuden Voima Oyj, Toimihenkilökeskusjärjestö STTK ry, Turun ja Porin työsuojelupiiri, Turvatekniikan keskus, Varsinais-Suomen TE-keskus, WWF Suomi. Kohdassa 3 on tiivistetty lausuntojen sisältö.

Seuraavat organisaatiot eivät antaneet lausuntoa: Länsi-Suomen ympäristölupavirasto, Natur och Miljö rf, Suomen ympäristökeskus, Svenska Lantbruksproducenternas Centralförbund, ulkoasiainministeriö, Varsinais-Suomen TE-keskus, WWF Suomi.

Kuulutus periaatepäätöshakemuksesta julkaistiin 19.9.2008 Helsingin Sanomissa, Hufvudstadsbladetissa, Länsi-Suomi-lehdessä, Satakunnan Kansassa, Turun Sano-

missa ja Uusi Rauma -lehdessä. Kuulutus ja periaatepäätöshakemus ovat työ- ja elinkeinoministeriön internet-sivuilla osoitteessa www.tem.fi

Periaatepäätöshakemus oli yleisön nähtävillä 19.9. - 19.11.2008 Eurajoen, Euran, Kiukaisten, Lapin, Luvian ja Nakkilan kunnanvirastoissa sekä Rauman ympäristövirastossa.

Hakija on jakanut laatimansa, työ- ja elinkeinoministeriön tarkastaman loppusijoituslaitoksen laajentamista koskevan yleispiirteisen selvityksen jokaiseen talouteen Eurajoen kunnassa ja sen naapurikunnissa. Yleispiirteinen selvitys on ollut yleisesti saatavilla paikoissa, jotka on mainittu työ- ja elinkeinoministeriön hanketta koskevissa julkisissa ilmoituksissa.

Työ- ja elinkeinoministeriö järjesti julkisen kuulemistilaisuuden 22.10.2008 Eurajoella. Siellä esitetyt neljä lausuntoa on esitetty kohdassa 5.

Edelleen TEM lähetti Ruotsin ydinturvaviranomaiselle SSM:lle (Strålsäkerhetsmyndigheten) kirjeen, jolla se tiedotti ns. rajareaktorisopimuksen mukaisesti Suomessa käynnissä olevista viidestä periaatepäätösprosessista. Nämä ovat Fennovoima Oy:n, Teollisuuden Voima Oyj:n ja Fortumin voimalaitoshankkeet sekä Posivan kaksi käytetyn polttoaineen käsittelyn laajennushankkeet.

Näiden puolesta lausunnon antoi Strålsäkerhetsmyndigheten SSM, jonka lausuntoa on selostettu kohdassa 3.

2 Lakisääteiset lausunnot

Eurajoen kunta

Eurajoen kunta puoltaa ydinenergialain 14 §:n mukaisesti loppusijoituslaitoksen laajentamista Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikköä varten.

Kunnan päätöksessä todetaan, että ydinjätehuoltoa säätelee ydinenergialaki ja että ydinjätehuollon kokonaisuohjelman tavoitteet on määritelty vuonna 1983 valtioneuvoston tekemässä periaatepäätöksessä. Vastuu ydinjätehuollosta kuuluu ydinvoimayhtiöille.

Loppusijoitustilojen mahdollinen laajentaminen on otettu huomioon Posivan 1990-luvun lopulla toteuttamassa ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä. Ympäristövaikutusten arviointi on päivitetty tätä periaatepäätöskäsittelyä varten. Ajantasaistetun ympäristöselvityksen perusteella laajennuksen ympäristövaikutukset jäävät melko vähäisiksi.

Loppusijoitusta koskevat turvallisuusvaatimukset esitetään valtioneuvoston vuonna 1999 tekemässä päätöksessä loppusijoituksen turvallisuudesta. Loppusijoituslaitoksen laajennuksella ei ole todettu olevan merkittäviä vaikutuksia kuntalaisten turvallisuuteen laitoksen käytön aikana tai sen sulkemisen jälkeen.

Parhailtaan Posiva rakentaa Olkiluotoon maanalaista tutkimustilaa ONKALOa, josta hankittavalla tiedolla voidaan vielä varmentaa Olkiluodon kallioperän soveltuvuus loppusijoitukseen sekä edistää maanalaisten tilojen yksityiskohtaista suunnittelua.

Käytetyn ydinpolttoaineen siirrot Olkiluodossa tapahtuvat suljetulla laitosalueella eikä käytettyä polttoainetta ole tarpeen kuljettaa maanteilla, rautateilla tai meritse. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus sijaintipaikalla ei täten johda lisääntyneeseen kuljetustarpeeseen. Kunnan lausunnossa/päätöksessä tätä pidetään parhaana ratkaisuna Eurajoen ja koko Suomen asukkaiden kannalta. Kunta ei voi yleisesti puoltaa mitään ratkaisua, joka lisäisi merkittävästi käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksista aiheutuvaa riskiä tai järjestyshäiriöiden mahdollisuutta kunnan maa- tai vesialueella.

Eurajoella 22.10.2008 järjestetyssä kuulemistilaisuudessa ei tullut esille näkökohtia, joiden perusteella kunta ei voisi puoltaa hanketta.

Kunnan päätös on hyväksytty yksimielisesti. Asiasta on jätetty yksi eriävä mielipide sillä perusteella, että loppusijoituslaitosta ei vielä ole rakennettu ja sitä halutaan jo laajentaa.

Säteilyturvakeskus

Säteilyturvakeskuksen mukaan loppusijoitushankkeen jatkaminen tavoiteaikataulun mukaisesti on perusteltua. Hanke on edennyt asetettujen tavoitteiden mukaisesti ja loppusijoituksen aloittaminen aikataulutavoitteen mukaisesti on realistista.

Tähänastisten tutkimusten nojalla Olkiluoto soveltuu loppusijoituspaikaksi. Olkiluodon kallioperästä on saatu tietoa sekä maan pinnalta tehdyillä kairauksilla ja muilla tutkimuksilla että maanalaisen tutkimustilan rakentamisen ja siihen liittyvien tutkimusten kautta. Säteilyturvakeskuksen käsityksen mukaan laajennettu loppusijoituslaitos voidaan sijoittaa loppusijoitukseen käytettävissä olevalle alueelle Olkiluodossa. Laajennukseen suunnitellulla alueella on toistaiseksi tehty vähän tutkimuksia.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käyttöön ei liity merkittäviä turvallisuusriskejä. Laitokset perustuvat valtaosin koeteltuun tekniikkaan. Tekniset komponentit edellyttävät vielä kehitystyötä. Loppusijoitustilojen optimaalinen asemointi ja rakentamisen haittavaikutusten minimointi edellyttävät lisäpanostusta menetelmäkehitykseen. Laitoksen teknisissä suunnitelmissa on otettu huomioon ydinaseiden leviämisen estämiseksi tarkoitettun valvonnan järjestäminen. Laitoksen käytölle ja ydinpoltoaineen kuljetukselle laadituissa turvallisuusarvioissa on riittävällä tavalla osoitettu turvallisuusmääräysten täyttäminen.

Tutkimukset ovat vahvistaneet käsitystä turvallisuusvaatimusten täyttymisestä myös hyvin pitkälle tulevaisuuteen ulottuvalla ajanjaksolla. Vapautumisesteet säilyttävät suurella todennäköisyydellä toimintakykynsä niin pitkään kuin on tarpeen radioaktiivisten aineiden vapautumisen ja kulkeutumisen estämiseksi. Myöskään niiden osittainen pettäminen esim. jäätiköitymisen seurauksena ei johtaisi ympäristön kannalta vakaviin seuraamuksiin. Toisaalta loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuutta ei vielä ole osoitettu suurella varmuudella. Epävarmuuksia liittyy mm. kallioperän olosuhteiden muutoksiin pitkällä aikavälillä ja näiden muutoksien vaikutuksiin teknisten vapautumisesteiden toimintakykyyn. Pitkäaikaisturvallisuus edellytetään osoitettavan vakuuttavasti ennen rakentamisluvan myöntämistä kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle.

Valmisteilla oleva loppusijoitusratkaisu on parempi lähtökohta ydinjätteistä huolehtimiseksi kuin muut nykyisin käytettävissä olevat vaihtoehdot. Jälleenkäsittely ei ole Suomessa käytännössä mahdollista, koska se on taloudellista vasta kymmenien ydinvoimayksiköiden ohjelmille. Pitkäaikaisvarastointi vaatii jatkuvaa huolenpitoa, mikä lisää ydinjätehuollon kustannuksia. Pitkäaikaisvarastointi myös siirtää ydinjätehuollon toimeenpanon suurelta osin jälkipolville, mikä on kansainvälisissä suosituksissa esitettyjen periaatteiden vastaista. Pitkäaikaisvarastointi on kriisitilanteissa

tai terrorismin kohteena olennaisesti haavoittuvampi kuin syvällä kallioperässä oleva loppusijoitustila.

Useissa ydinenergiaa käyttävissä maissa kehitellään pääperiaatteiltaan vastavia loppusijoitusratkaisuja kuin Posiva Oy:n hakemuksessaan esittämä. Olennaisesti erilaisen ydinjätehuoltoratkaisun kehittäminen riippuu ydinenergia-alan tulevasta kehityksestä. Hyötöreaktorien tulo teolliseen käyttöön ajoittuu aikaisintaan 2020-luvulle. Niiden polttoainekierto perustuisi jälleenkäsittelyyn ja tarve korkeaaktiivisten ydinjätteiden loppusijoitukseen säilyy. Nuklidierotukseen perustuva jälleenkäsittely on mahdollista aikaisintaan 30 vuoden kuluttua. Sen ja edelleen kehitetyn reaktoriteknikan avulla voitaisiin osa pitkäikäisistä radioaktiivisista aineista muuntaa stabiileiksi tai lyhytikäisemmiksi. Loppusijoitettavan jätteen määrää voitaisiin näin vähentää mutta kaikista pitkäikäisistä aineista ei päästäisi eroon eikä loppusijoituksen tarve poistuisi. Suomen näkökulmasta ei ole järkevää odottaa maailmanlaajuisista ydintekniikan kehittymistä, mikä on ydinenergian käytöstä vastaavien suomalaisten organisaatioiden vaikutusmahdollisuuksien ulkopuolella. Säteilyturvakeskuksen mukaan tulevan kehityksen tarjoamia mahdollisuuksia on syytä arvioida säännöllisesti loppusijoitushankkeen valmistelun edetessä ja erityisesti kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen tulevia lupahakemuksia käsiteltäessä.

Säteilyturvakeskuksen tekemässä alustavassa turvallisuusarviossa ei ole tullut esiin seikkoja, jotka osoittaisivat, ettei ole riittäviä edellytyksiä rakentaa Posiva Oy:n suunnitelmien mukaista käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitosta turvallisuusvaatimusten mukaisesti. Loppusijoituslaitosta voidaan Säteilyturvakeskuksen käsityksen mukaan laajentaa sijoituspaikkatutkimuksiin valitulla alueella niin, että myös Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön käytetty ydinpolttoaine voidaan sijoittaa laitokseen.

Ydinturvallisuusneuvottelukunta

Ydinturvallisuusneuvottelukunnan lausunto on Säteilyturvakeskuksen antaman alustavan turvallisuusarvion liite.

Ydinturvallisuusneuvottelukunta kiinnittää lausunnossaan huomiota loppusijoitustilojen laajentamisen sijaintiin Olkiluodossa ja erityisesti kyseisen alueen kallioperän tutkimusten määrään. Neuvottelukunta toteaa, että kyseisellä alueella on tehty vähän kallioperän tutkimuksia.

Neuvottelukunta toteaa, että Säteilyturvakeskuksen laatima alustava turvallisuusarvio on kattava ja asiantuntevasti tehty. Se pohjautuu myös monelta osin Säteilyturvakeskuksen muualta hankkimiin taustaselvityksiin loppusijoitushankkeen eri vaiheissa.

Neuvottelukunta esittää, että loppusijoitushankkeen edetessä on tarpeen määrittellä ja tarkastella lähemmin loppusijoitettavan aineen koostumusta, lämmöntuottoa ja säteilyvaarallisuutta ympäristölle. Loppusijoitettavan käytetyn ydinpolttoaineen määrittäminen pelkästään uraanitonneina ei ole riittävää.

Neuvottelukunnan käsityksen mukaan loppusijoitustilojen sijoitusyvyvyyden sopivuutta harkittaessa on otettava huomioon toisaalta pohjaveden suolaisuuden kasvu syyvyssuunnassa ja toisaalta myös ikeroudan arvioitu ulottuvuus.

Neuvottelukunta pitää hyvänä, että Säteilyturvakeskuksen lausunnossa käsitellään myös muita ydinjätehuollon ratkaisumalleja, jotka saattavat ajan mittaan realisoitua enenevässä määrin muualla ydinenergiaa käyttävissä maissa. Neuvottelukunta korostaa, että uusien ratkaisumallien soveltamisesta huolimatta jäljelle jäävä korkea-aktiivinen jäte joka tapauksessa edellyttää geologista loppusijoitusta.

Neuvottelukunta yhtyy Säteilyturvakeskuksen johtopäätöksissä esitettyyn näkemykseen siitä, että ei ole tullut esiin seikkoja, jotka osoittaisivat, ettei ole riittäviä edellytyksiä rakentaa Posiva Oy:n suunnitelmien mukaista käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitosta turvallisuusvaatimusten mukaisesti. Rakentamislupahakemuksen käsittelyn yhteydessä arvioidaan yksityiskohtaisesti, täyttääkö suunniteltu loppusijoitustila valtioneuvoston asetuksen 736/2008 12 §:n vaatimukset. Näistä yhtenä keskeisimpänä on loppusijoitustilojen kallioperän laatua kuvaava vaatimus: ”Suunnitellulla loppusijoituspaikalla on oltava riittävän suuria ja ehyitä kalliotilavuuksia, joihin loppusijoitustilat voidaan rakentaa.”

Ympäristöministeriö

Ympäristöministeriö tarkastelee lausunnossaan Olkiluodon alueen kaavoitusta. Voimassa olevan seutukaavan korvaavan maakuntakaavan laadinta on käynnissä ja sitä koskeva ehdotus on ollut julkisesti nähtävillä. Uuden osayleiskaavan hyväksymispäätös ei ole vielä lainvoimainen vaan siitä tehty valitus on korkeimman hallinto-oikeuden ratkaistavana. Asemakaavan muutostyö on käynnistetty ja loppuunsaattamisen ja hyväksymisen edellytyksenä on, että osayleiskaava tulee lainvoimaiseksi. Ympäristöministeriön tiedossa ei ole tällä hetkellä seikkoja, joiden perusteella suunniteltu sijaintipaikka olisi alueiden käytön kannalta sopimaton.

Ministeriön lausunnossa käsitellään kallioperän soveltuvuutta laitoksen laajentamiselle. Laitoksen laajentaminen tapahtuisi todennäköisesti alueelle, jota on tutkittu vasta hyvin alustavasti. Alueen kallioperän ominaisuudet ja soveltuvuus loppusijoitukseen on vielä huonosti tiedossa ja on toistaiseksi epävarmaa, soveltuuko kallioperä laitoksen laajentamiselle. On mahdollista, että asemointisuunnitelmia joudutaan huomattavasti muuttamaan alueen tutkimusten edetessä. Ympäristöministeriö korostaa, että kallioperän tutkimuksia tarvitaan vielä runsaasti sekä Onkalon alueella suunnitellulla loppusijoitusyvyvyydellä että suunnitellulla laajentamisalueella.

Ympäristöministeriö on hankkeen YVA-menettelyn yhteydessä esittänyt, että aineistossa tuotaisiin esille seuraavia asioita: millaisissa tilanteissa laajentaminen voi käydä mahdolliseksi, millaisia asioita Onkalossa meneillään olevissa tutkimuksissa voi ilmetä, jotka osoittaisivat Olkiluodon kokonaisuudessaan soveltumattomaksi loppusijoituslaitoksen sijoittamiselle ja mitä siinä tapauksessa tehtäisiin. Ministeriö katsoo, että nämä olisi ollut perusteltua käsitellä hakemuksessa.

Ympäristöministeriö tuo esille, että hankkeen toteutuksen kannalta haasteellista on se, että tilojen rakentamista, täyttöö ja sulkemista tullaan harjoittamaan rinnakkain. Ympäristövaikutusten hahmottaminen perinteisellä jaottelulla rakentamisen aikaisiin, käytön aikaisiin ja purkuvaiheen vaikutuksiin ei täysin sovellu hankkeeseen. Esimerkiksi laitoksesta tuleva meluhaitta, joka johtuu louheen murskaamisesta, tulee jatkumaan ajoittaisena niin kauan kunnes tilat suljetaan, koska tiloja tullaan rakentamaan vaiheittain.

Ympäristöministeriö toteaa edelleen, että laitoksen ympäristövaikutukset liittyvät kiinteästi pitkäaikaisturvallisuuteen. Laitos ei lakkaa olemasta, vaikka se suljetaan ja maanpäälliset osa puretaan. Radioaktiivisten aineiden kulkeutuminen kallioperässä ja vaikutukset luontoon saattavat syntyä tuhansia vuosia laitoksen sulkemisen jälkeen. Hakemusaineisto osoittaa, että pitkäaikaisturvallisuuden kannalta erityisesti epävarmuudet liittyvät uusien ydinvoimalaitosten polttoainetyyppien korkeampiin palamiin, bentoniittisaven käyttäytymiseen sekä radioaktiivisten aineiden kulkeutumiseen luonnossa. Ministeriö korostaa lausunnossaan, että rakentamislupaa haettaessa tulee laitoksen pitkäaikaisturvallisuus osoittaa tutkituin ja luotettavin tiedoin.

Ympäristöministeriö katsoo, että on perusteltua käsitellä suunnitellun käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen laajennettua rakentamista koskevat periaatepäätöshakemukset samanaikaisesti kuin uusien ydinvoimalaitosten rakentamista koskevat periaatepäätöshakemukset. Näin loppusijoituslaitoksen jatkosuunnittelussa voidaan täysimääräisesti ottaa huomioon mahdollisten uusien ydinvoimalaitosten toiminnasta syntyvä käytetty ydinpolttoaine ja sen tarvitsema loppusijoitustila. Tämä on myös linjassa ydinenergialain 9 §:n kanssa, jonka mukaan luvanhaltijalla on velvollisuus huolehtia ydinenergian käytön aikana syntyneistä ydinjätteistä.

Ympäristöministeriö korostaa, että kyseessä on periaatepäätös, jossa otetaan kantaa siihen, sijoitetaanko mahdollisen Loviisa 3 -laitoksen tai Olkiluoto 4 -laitoksen toiminnassa syntyvä käytetty ydinpolttoaine Olkiluotoon tulevaisuudessa rakennettavaan loppusijoituslaitokseen. Monet loppusijoituslaitokseen, sen maanalaisten tilojen sijoittumiseen, loppusijoitustekniikkaan ja pitkäaikaisturvallisuuteen liittyvät kysymykset ovat vielä auki. Rakentamislupahakemuksen yhteydessä tulee laitoksen käytönaikainen ja pitkäaikainen turvallisuus osoittaa luotettavasti. Vasta silloin voidaan loppusijoituksen hyväksyttävyyteen ottaa perusteellisesti kantaa.

Ympäristöministeriö ei näe estettä, että periaatepäätöshakemukset viedään valtioneuvoston käsittelyyn.

Sisäasiainministeriö

Sisäasiainministeriön pelastusosasto esittää, että sillä ei ole huomautettavaa periaatepäätöshakemukseen oman toimialansa näkökulmasta. Pelastusosasto muistuttaa aikaisemmista lausunnoistaan, joissa se kehottaa mm. kiinnittämään huomiota hankkeen rakentamis- ja käytönaikaisiin vaikutuksiin pelastustoimen järjestelyihin.

Puolustusministeriö

Puolustusministeriöllä ei ole huomautettavaa hakemukseen.

Länsi-Suomen lääninhallitus

Länsi-Suomen lääninhallitus katsoo, että loppusijoituslaitoksen suunnittelussa on otettu huomioon voimassaolevat ydin- ja säteilyturvallisuuksia koskevat määräykset. Laitos suunnitellaan siten, että normaalikäytössä radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön jäävät merkityksettömän pieniksi. Suunnittelussa varaudutaan myös käyttöhäiriöihin ja onnettomuustilanteisiin. Lähtökohtana on, että säteilyaltistus pidetään kaikissa mahdollisissa tilanteissa niin alhaisena kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista.

Lääninhallitus toteaa, että alueelle on suunnitteilla asemakaavan muutos, joka mahdollistaa loppusijoituslaitoksen rakentamisen. Laitosalueen ulkopuolella ei ole maankäytön rajoituksia. Suoja-alueella tulee olemaan maankäyttöön kohdistuvia ilmoitusvelvollisuuksia.

Lääninhallitus toteaa, että ympäristövaikutusten arvioinnin yhteydessä on tehty perusteelliset selvitykset loppusijoituslaitoksen terveydellisistä ja sosiaalisista vaikutuksista. Loppusijoituslaitoksesta ei aiheudu mahdollisten häiriö- tai onnettomuustilanteiden aikana sellaisia merkittäviä vaikutuksia ihmisten terveydelle, viihtyvyydelle ja elinoloille, joita ei voitaisi hyväksyä tai lieventää hyväksyttävälle tasolle.

Loppusijoituslaitos sijoittuu alueelle, joka on ydinvoimalaitoskäytössä ja se tukeutuu jo olemassa olevaan infrastruktuuriin. Valmius- ja turvajärjestelyissä tukeudutaan ydinvoimalaitoksen ympäristössä tarvittaviin ja laadittaviin lähialueiden käyttöä ja väestön suojelua koskeviin suunnitelmiin.

Lääninhallitus muistuttaa, että laajennuksesta päätettäessä on huolehdittava siitä, että varataan riittävästi resursseja turvallisuuden erityisvaatimusten selvittämiseksi paikallisella tasolla sekä hyvän turvallisuuskulttuurin luomiseksi koko hankkeen elinkaaren ajaksi. Tärkeää on, että ympäristöriskien hallitsemiseksi onnettomuusriskit minimoidaan etukäteen. Lääninhallitus mainitsee mm. kattavan turvallisuusvastuiden määrittelyn, henkilöstön perehdyttämisen, koulutuksen ja informaation. Perustana on nykyinen yhteistyö paikallisten pelastusviranomaisten ja toiminnanharjoittajan välillä. Lääninhallituksen mukaan erityistä huomiota tulee kiinnittää viestintälaitteiden käytettävyyteen kaikissa olosuhteissa. Laajentaminen ei aiheuta olennaisia lisävaatimuksia poliisin toiminnalle.

Lääninhallitus korostaa, että ydinvoimalaitosalueen ja ydinvoimarakennusalueen sekä ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen sisäisestä turvallisuudesta vastaa ja huolehtii Teollisuuden Voima Oyj ja Posiva Oy ydinenergialain edellyttämällä tavalla Säteilyturvakeskuksen valvonnassa. Ydinvoimalaitosalueen ulkopuolinen turvallisuus kuuluu poliisin tehtäviin. Lääninhallitus katsoo, että nykyistä hyvää yhteistyötä poliisin ja eri toimijoiden välillä tulee jatkaa alueen turvallisuusnäkökohtien varmistamiseksi.

Satakuntaliitto

Satakuntaliitto toteaa lausuntonaan, ettei Satakunnan seutukaava 5 eivätkä muut yleispiirteiset seutukaavalliset suunnitelmat ole esteenä käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen laajentamiselle Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikköä varten Eurajoen Olkiluodossa. Satakuntaliitto pitää myös välttämättömänä ja hyvänä, että Olkiluodon loppusijoitusalueen asemakaavan muutos on vireillä samanaikaisesti. Muutoksella varaudutaan ja osoitetaan aluevaraukset erityisesti loppusijoitustoiminnan tarpeisiin.

Lounais-Suomen ympäristökeskus

Lounais-Suomen ympäristökeskus esittää, että Olkiluodon osayleiskaava ei ole vielä lainvoimainen. Olkiluodon asemakaavamuutos on vireillä.

Ympäristökeskus toteaa, että hakemuksessa tulisi tarkemmin selostaa ja eritellä tekniset vaatimukset, jotka kallioperälle asetetaan, mm. vaatimustaso kallioperän geologisista ja geokemiallisista ominaisuuksista, eheys, lujuus, pohjaveden virtaamat ja laatu sekä vaadittavat suojaetäisyydet rikkonaisuusvyöhykkeisiin. Myös pitkäaikaisvaikutusten arviointityö on edelleen kesken.

Ympäristökeskus toteaa, että nykytietämyksen valossa Olkiluoto 4 -yksikön käytetty polttoaine on järkevintä ja taloudellisinta loppusijoittaa Olkiluotoon, jossa on meneillään laajat tutkimukset ja selvitykset ydinjätteen loppusijoittamisesta kallioperään ja jossa voidaan hyödyntää aiemmissa periaatepäätöksissä hyväksytyjä rakenteita. Jatkotutkimuksissa tai tietämyksen lisääntyessä loppusijoitustoiminnan myötä voidaan päätyä myös muunlaisiin ratkaisuihin; mm. pienempiin ja hajautettuihin loppusijoitusyksiköihin.

Ympäristökeskuksen näkemyksen mukaan ydinjätteen loppusijoituslaitoksen ympäristövaikutuksia tässä tapauksessa, jossa loppusijoitettavan käytetyn ydinpolttoaineen määrä kasvaa 6500 tonnista 9000 tonniin, ei ole arvioitu perinteisessä ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä. Siten kansalaisilla ja asiantuntijaviranomaisilla ei ole ollut mahdollisuutta ottaa kantaa ympäristövaikutusten arvioinnin riittävyteen. Lounais-Suomen ympäristökeskus esittää, että periaatepäätöstä harkittaessa tulisi olla käytettävissä YVA-selostus ja siitä annettu yhteysviranomaisen lausunto hankkeesta, jossa loppusijoitustiloja laajennetaan siten, että loppusijoitettavan ydinjätteen määrä kasvaa 9000 tonniin ja edelleen 12000 tonniin.

Euran kunta

Euran kunta toteaa lausunnossaan, että hakemukseen on liitetty runsaasti ajantasaistettua tietoa loppusijoituslaitoksen ympäristövaikutuksista. Kunta kiinnittää erityisesti huomioita ihmisiin ja kuntaan kohdistuvien vaikutusten arviointiin ja pitää sitä suppeana. Vaikutusten arviointi painottuu Olkiluotoon ja Eurajoen kuntaan.

Euran kunnan lausunnon mukaan valtioneuvoston tulisi edellyttää, että loppusijoituslaitoksen naapurikuntien kiinnostavuus matkailukohteena ja asuinkuntana olisi arvioitava. Lisäksi vaikutusten arviointi pitäisi ulottaa naapurikuntiin ja seutukunnan alueelle.

Lapin kunta

Lapin kunnan lausunnossa edellytetään, että laajentamisen periaatepäätöshakemusta käsiteltäessä on erityistä huomiota kiinnitettävä siihen, miten laitoksen ympäristöturvallisuus voidaan taata ja turvallisuusvaateet riittävästi ennakoida, kun otetaan huomioon se, että laajennuksen käyttöönoton ajankohta on vasta useiden vuosikymmenien päässä.

Luvian kunta

Luvian kunta toteaa lausunnossaan, että käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen laajentamishankkeeseen liittyvät erittäin suuret hankkeen vaikutuksia koskevat epävarmuustekijät, koska loppusijoituslaitoksen laajennuksen käyttöönoton ajankohta on useiden kymmenien vuosien kuluttua. Laitosta koskevat turvallisuusvaatimukset saattavat siten muuttua nykyisestä. Loppusijoituksen pitkäaikais-turvallisuuden takaamista koskevat toimenpiteet on esitettävä koko laitoksen käytön aikana.

Nakkilan kunta

Nakkilan kunnan lausunnossa todetaan, että periaatepäätöshakemus on huolellisesti valmisteltu ja siinä esitetään riittävät perustelut ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen laajentamiselle Eurajoen Olkiluotoon. Kunta edellyttää, että tähän käsiteltävänä olevaan asiaan sisällytetään kaikki aikaisemmat ydinpolttoaineen loppusijoittamiseen Suomessa liitetyt vaatimukset.

Rauman kaupunki

Rauman kaupunki toteaa lausuntonaan, että laajennus jo ratkaistun loppusijoituslaitoksen yhteyteen edellyttää ensisijaisesti paikan geologian ja teknisten toteuttamisratkaisujen soveltuvuutta tarkoitukseensa. Lisäksi kaupunki toistaa Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön hakemuksesta esittämänsä ehdotuksen, jossa paikallista kunnallishallinnon osuutta lisättäisiin ydinvoimatuotannon säteilyvaikutusten valvontaketjussa.

3 Muut pyydetyt lausunnot

Liikenne- ja viestintäministeriö

Liikenne- ja viestintäministeriön lausunnossa todetaan, että ministeriöllä ei ole suoraan lausuttavaa hakemuksen johdosta, koska laajentamishakemus koskee yksityisellä voimalaitosalueella tuotetun ydinjätteen sijoittamista samalla alueella olevaan loppusijoituslaitokseen.

Ministeriö kiinnittää huomiota ydinjätteen kuljetusturvallisuuteen, koska Olkiluodon loppusijoituslaitokseen tullaan aikanaan kuljettamaan myös Loviisan laitoksen ydinjätettä. Kuljetusten tulee tapahtua yhteistoiminnassa tienpitoviranomaisien kanssa.

Ministeriö toteaa, että ydinpolttoaineen kuljetukset tapahtuvat siinä määrin harvoin ja valvottuina, etteivät ne haittaa yleistä liikennettä eivätkä vaaranna liikenneturvallisuuksia. Kuljetussäiliöiden tekniset ratkaisut ovat sellaiset, että ympäristön saastumisen vaara on minimaalinen. Yhteisvaikutuksetvoimalaitosyksikön rakentamisen kanssa edellyttävät toimia.

Ministeriö täydentää kuljetuksiin liittyviä lupavaatimuksia ja esittää, että ydinpolttoaineen kuljetusten osalta noudatetaan vaarallisia aineita koskevia, kansainvälisen merenkulkujärjestön IMO:n SOLAS-yleissopimuksen VII-luvun D-osan määräyksiä.

Maa- ja metsätalousministeriö

Maa- ja metsätalousministeriö toteaa omaan hallinnonalaan liittyen, että sillä ei ole asiakohtaan lausuttavaa.

Sosiaali- ja terveysministeriö

Sosiaali- ja terveysministeriö toteaa lausunnossaan, että hakemuksen liitteenä on ajan tasalle saatettu kuvaus ympäristövaikutuksista. Edellisen vuonna 1999 toteutetun ympäristövaikutusten arvioinnin jälkeen on tehty huomattava määrä lisätutkimuksia ja turvallisuusselvityksiä. Kuvauksessa tuodaan esille, että lisätutkimuksia tarvitaan edelleen, koska esimerkiksi bentoniittisaven on havaittu tietyissä olosuhteissa käyttäytyvän toisin kuin on kuviteltu.

Hakemuksen liitteenä olevaan ympäristövaikutusten kuvaukseen sisältyy myös lyhyen ja pitkän aikavälin terveysvaikutusten arviointi. Merkittävin ero vuonna 1999 suoritettun ja vuonna 2008 päivitetyn arvioinnin välillä on säteilyaltistuksen lähteen määrittely. Päivitetystä arvioinnista on säteilyannosten tarkastelussa huomioitu koko pintaympäristöstä aiheutuva säteilyaltistus. Aikaisemmassa terveysvaikutusten arvioinnissa on otettu huomioon vain juomavesikaivoista peräisin olevat säteilyannokset. Tehdyissä ja monin osin oletuksiltaan hyvin konservatiivisissa skenaariotarkasteluissa säteilyasetuksen mukainen väestön vuotuisen säteilyn hyväksyttävä enimmäisarvo (1 mSv) voi jopa ylittyä, mutta tällöinkin yksilölle aiheutuvan altistumisen kokonaistodennäköisyyden voidaan arvioida jäävän merkityksettömän pieneksi.

Sosiaali- ja terveysministeriö ei näe periaatteellisia esteitä sille, että loppusijoitustunneleita louhitaan Olkiluotoon lisää niin, että myös Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön tuottamat korkea-aktiiviset jätteet voidaan sijoittaa sinne.

Valtiovarainministeriö

Valtiovarainministeriön arvion mukaan hakemuksessa on varsin kattavasti arvioitu hankkeen keskeiset kysymykset eikä ministeriöllä ole sinänsä huomautettavaa hakemuksen sisältöön.

Hankkeen rahoituksen osalta ministeriö esittää, että periaatepäätöshakemukseen liitetyt selvitykset ovat yleisluonteisia. Ministeriö pitää tarpeellisena, että hankkeen taloudelliset seikat selvitetään vielä tarkemmin.

Ministeriö tukee hakemusten samanaikaista käsittelyä.

AKAVA ry

AKAVA ry:n lausunnossa ei oteta suoraan kantaa loppusijoituslaitoksen laajentamista koskevaan periaatepäätöshakemukseen. Akava ry käsittelee lausunnossaan ydinvoiman lisärakentamista.

Elinkeinoelämän keskusliitto EK

Elinkeinoelämän keskusliitto puoltaa periaatepäätöshakemusta ja pitää tärkeänä valmistautumista varhaisessa vaiheessa uusien mahdollisten ydinvoimalaitosten käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen. Ydinenergialain mukaan ydinvoiman tuotannosta syntyvän jätteen tuottaja vastaa ydinjätteiden huollosta ja siitä aiheutuvista kustannuksista.

Teollisuuden Voima on jättänyt periaatepäätöshakemuksen Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön rakentamisesta. Laitosyksikön ydinjätehuollon toteuttaminen edellyttää, että Posiva Oy:llä on valmiudet laajentaa loppusijoitustiloja periaatepäätöshakemuksessa mainitulle tasolle.

Energiateollisuus ry

Energiateollisuus ry tukee Posiva Oy:n aktiivista ja ennakoivaa linjaa valmistautua ajoissa uusien mahdollisten ydinvoimalaitosten käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen.

Fennovoima Oy

Fennovoima Oy esittää lausunnossaan, että yhtiöllä on hallinnassaan Olkiluodossa maata alueella, johon loppusijoituslaitoksen laajennusta suunnitellaan.

Fortum Power and Heat Oy

Fortum Power and Heat Oy pitää hanketta kannatettavana. Hakijalla on tietotaitoa loppusijoitustoiminnan aloittamiseksi ja sen laajentamiseksi Eurajoen Olkiluodossa.

Teollisuuden Voima Oyj

Teollisuuden Voima Oyj pitää hanketta kannatettavana. Posiva Oy rakentaa Eurajoen Olkiluodossa tutkimustilaa, ONKALOA, jolla varmistetaan kallioperän ja loppusijoitustekniikoiden soveltuvuus käytetyn polttoaineen loppusijoitustarkoitukseen.

Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto MTK ry

Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto MTK katsoo, että hanke on yhteiskunnan kokonaisedun mukaista hakemuksen mukaisesti toteutettuna. MTK esittää myös, että Posivan omistajarakennetta on muutettava ja Posivan tulee varautua kaiken Suomessa tuotetun ydinpolttoaineen loppusijoitukseen.

Satakunnan pelastuslaitos

Satakunnan pelastuslaitos toteaa, että käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen rakentaminen ja käyttöönotto lisäävät Olkiluodon ydinvoimantuotantoon liittyviin toimintoihin uuden kohteen, jonka riskit pelastuslaitoksen on otettava huomioon toimintansa suunnittelussa ja kehittämisessä.

Satakunnan pelastuslaitos edellyttää loppusijoituslaitostoiminnan harjoittajalta panostusta pelastustoiminnan valmiuteen, käytännön järjestelyihin ja hyvään yhteistyöhön pelastusviranomaisen kanssa toimialaan liittyvissä kysymyksissä.

Satakunnan TE-keskus

Satakunnan TE-keskus toteaa, että laajennushankkeesta aiheutuvat vaikutukset on arvioitu. Laajentaminen voidaan toteuttaa taloudellisesti järkevästi. Loppusijoituslaitoksen sijoittumista Olkiluotoon puoltaa se, että näin voidaan minimoida tarvittavat kuljetukset ja niistä syntyvät riskit.

Satakunnan TE-keskuksen näkemyksen mukaan Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksiköllä ja loppusijoituslaitoksella on myönteinen vaikutus alueen työllisyyteen ja elinkeinoelämään. Hankekokonaisuus edistää teollisuuden toimintaedellytysten ja palvelujen tuottamisen edellytyksiä takaamalla riittävää perusenergian saantia kilpailukykyiseen hintaan.

Satakunnan TE-keskuksen mukaan hankekokonaisuuden toteuttaminen mahdollisimman pikaisella aikataululla on sekä Satakunnan että koko yhteiskunnan edun mukaista.

Suomen Ammattiliittojen Keskusliitto SAK ry

SAK:n lausunnossa todetaan, että laajentamishanke liittyy keskeisesti Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön rakentamiseen. SAK viittaa tältä osin Olkiluoto 4 -hankkeen periaatepäätöshakemuksesta marraskuussa 2008 antamaansa lausuntoon.

SAK:n lausunnossa todetaan, että käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittaminen turvallisesti ja luotettavasti on tärkeä osa ydinenenergian käyttöä. Kaikissa ydinenenergian tuotantovaiheissa on huolehdittava siitä, että turvallisuudesta ei tingitä. Myös ydinjätteen loppusijoitus on hoidettava turvallisuudesta tinkimättä.

Turvallisuusviranomaisten huomiot ympäristövaikutusten arvioinnista on erityisesti syytä ottaa huomioon. Ympäristön tilaan ja ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arviointi on keskeistä, kun arvioidaan turvallista loppusijoitusta. Tämän ohella on tärkeää myös arvioida loppusijoituslaitoksen laajentamisen vaikutuksia työllisyyteen ja alueen talouteen.

Loppusijoituslaitoksen laajentaminen on toteuttamiskelpoinen hanke, mikäli päädytään tekemään myönteinen periaatepäätös Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön rakentamisesta. Kaikki viranomaisten vaatimukset on täytettävä, kun loppusijoituslaitoksen laajentamisen periaatepäätöstä harkitaan.

Suomen Greenpeace

Greenpeace esittää, että Posivan hakemus tulee hylätä. Hankkeeseen liittyvät riskit suomalaisten terveydelle ja ympäristölle ovat kohtuuttomat ja pitkäaikaisturvallisuuteen liittyvät avoimet kysymykset liian suuria. Erityisesti lausunnossa tuodaan esille korkean poistopalaman ydinjätteeseen, jääkausiin ja kuparikapseliin liittyviä epävarmuuksia. Lausunnossa esitetään myös, että loppusijoitustilojen laajentamisen vaikutuksia riskeihin on arvioitava.

Suomen luonnonsuojeluliitto ry

Suomen luonnonsuojeluliitto ry toteaa lausunnossaan, että pitkäaikaisturvallisuuden tarkastelu on puutteellista. Liitto mainitsee esimerkkeinä seismisen toiminnan jääkausiin liittyvänä, ikiroudan ja onnettomuustilanteet. Lisäksi hankkeella on vaikutusta paikalliseen luonnonsuojelualueeseen.

Luonnonsuojeluliiton lausunnon mukaan uusien reaktorien ydinjätteen ominaisuudet vaativat erityistarkastelua.

Luonnonsuojeluliitto katsoo, että loppusijoitukseen liittyvät epävarmuudet ovat liian vakavia. Hakemus tulisi hylätä puutteiden vuoksi.

Suomen Yrittäjät ry

Suomen Yrittäjät ry pitää Posiva Oy:n käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen laajentamista Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikköä varten yhteiskunnan kokonaisedun mukaisena. Kyse on ydinjätehuoltoon liittyvästä huolehtimisvelvollisuudesta ja sen toteutumisen varmistumisesta. Yhdistyksen mukaan on järkevää, että ydinjätteiden käsittely tapahtuu mahdollisimman lähellä jätteiden syntypaikkaa. Yhdistys pitää hakemuksessa esitettyä laitosta ja sen käyttämää tekniikkaa käytettävissä olevan tiedon nojalla yhteiskunnan kokonaisedun kannalta parhaana tällä hetkellä.

Toimihenkilökeskusjärjestö STTK ry

Toimihenkilökeskusjärjestö STTK ry:llä ei ole lausuttavaa asiasta.

Turun ja Porin työsuojelupiiri

Turun ja Porin työsuojelupiirin lausunnossa otetaan kantaa työturvallisuuslain 738/2002 ja sen nojalla annettujen säädösten asettamiin vaatimuksiin työturvallisuudesta. Työsuojelupiirillä ei ole huomautettavaa hakemuksesta.

Turvatekniikan keskus

Turvatekniikan keskuksen (Tukes) lausunnossa tuodaan esille, että louhinnassa tarvittavien räjähteiden ja emulsiopanostuksessa tarvittavien raaka-aineiden mahdolliseen varastointiin tarvitaan Tukesin lupa. Lupaa myönnettäessä on toiminnanharjoittajan arvioitava varastoinnista aiheutuvat vaarat. Lisäksi maankäytön suunnittelussa tulee huomioida maanpäällisen räjähdevaraston vaatimat suojavyöhykkeet.

Strålsäkerhetsmyndigheten SSM

Ruotsin ydinturvaviranomainen SSM (Strålsäkerhetsmyndigheten) toteaa lausunnossaan, että Suomen ydinturvallisuusvaatimukset ottavat hyvin huomioon vaatimukset uudisrakentamiselle ja ydinlaitosten turvalliselle käytölle. Lisäksi SSM katsoo, että Ruotsilla ja Suomella on ydinturvallisuuden alueella sama korkea vaatimustaso ja maiden ydinturvallisuusviranomaisten yhteistyön toivotaan edelleen jatkuvan. SSM haluaa edelleen seurata Suomen kehitystä ydinturvallisuuskysymyksissä.

Lisäksi SSM toteaa, että Posivan hankkeessa kyse on ainoastaan kapasiteetin lisäyksestä, jotta uuden laitoksen käytetty ydinpolttoaine voidaan vastaanottaa. Kyse ei ole toiminnan tai vaatimusten muuttumisesta.

4 Työ- ja elinkeinoministeriöön kirjallisesti toimitetut muut lausunnot ja mielipiteet

Työ- ja elinkeinoministeriön hanketta koskevissa kuulutuksissa esitetyn mukaisesti kenellä tahansa on ollut tilaisuus esittää ministeriölle mielipiteensä hankkeesta. Yhteensä neljä yksityishenkilöä toimitti hanketta vastustavan kannanoton. Yhtenä perusteluna esitetään turvallisuuskysymysten ratkaiseminen ennen käytännön toiminnan aloittamista.

5 Julkisessa kuulemistilaisuudessa Eurajoella 22.10.2008 esitetyt mielipiteet

Työ- ja elinkeinoministeriön järjestämä käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen laajentamishanketta koskeva ydinenergialain 13 §:n mukainen julkinen kuulemistilaisuus

Aika Keskiviikko 22.10.2008 klo 18.00-19.10

Paikka Vuojoen kartano, Eurajoki

Viranomaisen edustajat

Ylitarkastaja Jaana Avolahti, TEM, pj.

Ylitarkastaja Pasi Mustonen, TEM, siht.

Ylitarkastaja Anne Väätäinen, TEM

Toimistopäällikkö Risto Paltemaa, STUK

Osanottajien määrä n. 20.

1 Tilaisuuden avaaminen

Ylitarkastaja Jaana Avolahti (TEM) toivotti läsnäolijat tervetulleiksi ja totesi, että tilaisuuden tarkoituksena on kuulla mielipiteitä käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen laajentamista koskevasta periaatepäätöshakemuksesta. Työ- ja elinkeinoministeriö toimii hankkeessa yhteysviranomaisena ja on ydinenergialain nojalla velvoitettu järjestämään tämän julkisen kuulemistilaisuuden, jonka ohjelman pääsisällön Avolahti pääpiirteissään esitteli.

2 Esittelyt

Avolahti esittäytyi ja ilmoitti toimivansa TEM:n määräämänä tilaisuuden puheenjohtajana. Lisäksi hän totesi, että ministeriöstä olivat läsnä ylitarkastaja Anne Väätäinen sekä tilaisuuden sihteerinä toimiva ylitarkastaja Pasi Mustonen. Puheenjohtaja ilmoitti myös, että hankkeen turvallisuusnäkökohtia käsittelevän

Säteilyturvakeskuksen esityksen pitäisi tilaisuudessa toimistopäällikkö Risto Paltemaa.

3 Menettelytavat tilaisuudessa

Puheenjohtaja selosti tilaisuudessa noudatettavia menettelytapoja seuraavasti. Periaatepäätösmenettelyä ja loppusijoituslaitoksen laajentamishankkeen turvallisuusnäkökohtia käsittelevien esitysten jälkeen pidetään 15 minuutin mittainen tauko, jonka aikana tilaisuuden osanottajat voivat jättää puheenvuorovaroja käyttäen tarkoitusta varten laadittua kaavaketta. Kaavakkeet palautetaan tilaisuuden sihteerille. Puheenvuorot myönnetään siinä järjestyksessä kuin ne on varattu. Jos kyseessä on yhteisön mielipide, puheenvuorovaruksen yhteydessä on jätettävä myös yhteisön valtakirja tai toimitettava se jälkikäteen työ- ja elinkeinoministeriöön viimeistään 19.11.2008. Mielipiteensä voi esittää ministeriölle myös kirjallisesti viimeistään edellä mainittuna päivänä. Kirjallisen mielipiteen voi jättää myös tässä kuulemistilaisuudessa. Yhteisöä edustettaessa on kirjallistenkin mielipiteiden yhteydessä toimitettava valtakirja samaan tapaan kuin suullisten mielipiteiden osalta edellä todettiin.

Koko kuulemistilaisuus ja puheenvuorot nauhoitetaan ja videokuvataan. Puheenvuoroista laaditaan tilaisuuden jälkeen kirjallinen kooste, joka toimitetaan myöhemmin valtioneuvostolle yhdessä periaatepäätöshakemusta koskevan esityksen kanssa. Valtioneuvostolle toimitetaan myös TEM:iin toimitetut kirjalliset mielipiteet ja lausunnot.

4 Periaatepäätösmenttelyn keskeinen sisältö ja aikataulu

Ylitarkastaja Anne Väätäinen (TEM) kertoi loppusijoituslaitoksen laajentamishankkeen periaatepäätösmenttelyn aikataulusta, asian käsittelyvaiheista ja myönteisen periaatepäätöksen edellytyksistä (mm. sijaintikunnan puoltava lausunto ja Säteilyturvakeskuksen alustava turvallisuusarvio).

5 Hankkeeseen liittyvät turvallisuusnäkökohdat

Toimistopäällikkö Risto Paltemaa (STUK) kertoi loppusijoituslaitoksen laajentamishankkeeseen liittyvistä turvallisuusnäkökohdista ja Säteilyturvakeskuksen roolista suunnitellun ydinvoimalaitosyksikön turvallisuuden arvioinnissa.

Arto Laurin esittämään kysymykseen siitä, miksei reaktorista läpi tulevaa neutronivuota lainkaan huomioida laskettaessa säteilyannoksia, Paltemaa vastasi, että pitkälle jäähtyneessä käytetyssä ydinpolttoaineessa tapahtuu pienissä määrin spontaania fissiota, mutta kaikki säteily otetaan kyllä arvioinnissa huomioon viimeisimpien kansainvälisten suositusten mukaisesti.

TAUKO klo 18.35-18.45. Tauon aikana vastaanotettiin puheenvuorovaraukset (4 kpl).

6 Mielenpitojen esittäminen

Puheenjohtaja ilmoitti, että puheenvuorovarauksia on jätetty 4 kpl ja asetti puheenvuoron maksimipituudeksi 15 minuuttia.

Yhteenvedo esitetyistä mielenpiteistä on tämän pöytäkirjan liitteenä.

7 Tilaisuuden päättäminen

Puheenjohtaja totesi kaikkien pyydettyjen puheenvuorojen tulleen pidetyiksi ja päätti tilaisuuden klo 19.10.

Pöytäkirjan vakuudeksi

Jaana Avolahti
puheenjohtaja

Pasi Mustonen
sihteeri

LIITTEET

Yhteenvedo tilaisuudessa esitetyistä mielenpiteistä

Yhteenvedo tilaisuudessa esitetyistä mielenpiteistä - Mielenpiteet esitys järjestyksessä

Esittäjä: Pertti Kunelius

Kotipaikka: Pori

Minulla on mökki Olkiluodon itärannalla. En ole koskaan vastustanut ydinvoimaa, mutta olen kiinnostunut ydinjätteiden loppusijoituksen turvallisuusvaikutuksista. Kun ydinvoimaa on käytetty vasta joitakin kymmeniä vuosia, miten on mahdollista nyt arvioida käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen ympäristövaikutuksia edes sadan vuoden päähän, kun kokemuksia ei ole? Onko edellisen loppusijoituspäätöksen jälkeen ehditty oppia jotain olennaista uutta, jotta tonnimäärää voidaan turvallisesti lisätä? Mitä tapahtuu esimerkiksi kallioperälle, jos ns. tekniset esteet yllättäen pettävätkin?

Esittäjä: Arto Lauri

Kotipaikka: Eurajoki

Yleisen taustasäteilyn taso on kymmenkertaistunut 1930-luvun tasosta. Tämä johtuu siitä, että ydinvoimaloiden säteilyenergiasta vuotaa noin kolmasosa ulos eikä tätä protonisäteilyä kyetä millään mittareilla rekisteröimään. Suomalaiselle ydinvoimakulttuurille on tyypillistä härski sensurointi, asioista ei kerrota. STUK on

menettänyt luotettavuutensa ja sen toiminnasta pitäisi teettää riippumaton kansainvälinen tutkimus.

Yhteisö: Rauman kauppakamari

Esittäjä: Jaakko Hirvonsalo

Kotipaikka: Rauma

Ydinjätehuollon turvallisuuden varmistaminen on ratkaiseva kysymys koko Suomen ja varsinkin tämän seudun kannalta. Seudun asukkaiden luottamus ydinvoimaan ja ydinjätehuoltoon on ollut perinteisesti korkealla tasolla. Posivan hankkeen ympäristövaikutukset ja sen yhteiskunnan kokonaisedun mukaisuus arvioitiin jo kertaalleen vajaat kymmenen vuotta sitten. Tilanne ei ole tämän uuden periaatepäätöshakemuksen osalta muuttunut vuosituhannen vaihteen tilanteesta. Ydinjätteiden loppusijoituskapasiteetin kasvattaminen tietysti lisää luottamusta siihen, että ydinjätehuolto on Suomessa hyvässä hoidossa.

Esittäjä: Altti Lucander

Kotipaikka: Eurajoki

Olen ollut STUK:n kanssa tekemisissä kohta noin 40 vuoden ajan, ja aina olen voinut sen asiantuntemukseen luottaa. Vaikka suomalainen päätöksentekomenettely ydinvoima-asioissa on raskas, se on myös johdonmukainen ja demokraattinen - on ensisijaisen tärkeää, että kuntalaisia kuullaan näissä asioissa ja että sijaintikunnalla on veto-oikeus. Eräästä elinkeinoministerin lausunnosta on herännyt täällä pelko, että Olkiluotoon voitaisiin sijoittaa joskus myös ulkomaisia ydinjätteitä. Tähän suhtaudumme jyrkän kielteisesti.

6 Hakijan vastine lausunnoista ja alustavasta turvallisuusarviosta

Hakija Posiva Oy on antanut vastineensa annetuista lausunnoista ja mielipiteistä sekä Säteilyturvakeskuksen laatimasta alustavasta turvallisuusarviosta. Seuraavassa on esitetty tiivistelmä Posiva Oy:n esittämistä näkemyksistä.

Käytetyn polttoaineen kuljetukset

Olkiluoto 4:n polttoaine kuljetetaan maitse käytetyn polttoaineen välivarastosta kapselointilaitokseen. Kuljetus tapahtuu kokonaisuudessaan Olkiluodon saarella laitosalueeksi luokiteltavalla alueella. Posiva luvittaa jokaisen käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksen. Lupahakemuksessa Posiva esittää selvityksen kuljetuksen turvallisuudesta. Lupahakemuksen yhtenä osana on kuljetuksen turvajärjestelysuunnitelma. Kuljetuslupaa myöntäessään STUK määrittää myös kuljetuksen turvajärjestelyjen tason.

Taloudelliset ja sosiaaliset vaikutukset ympäristökunnissa, tiedotus

Eurajoen asukkaiden suhtautumista käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen on tutkittu 1980-luvun alusta lähtien. Muissa tutkimuksissa on selvitetty asukkaiden luottamusta loppusijoitukseen, hankkeeseen liittyviä huolenaiheita ja odotuksia sekä kunnan ulkoista imagoa. Loppusijoitushankkeen vaikutuksia myös Eurajoen naapurikunnissa on tutkittu mm. vuonna 2007 ja 2008. Vuosina 2008-2009 Posivan viestintä ja vuorovaikutus Eurajoella ja naapurikunnissa on ollut runsasta.

Eurajokelaiset pitävät kotikuntaansa hyvänä asuinpaikkana ja suhtautuvat loppusijoitukseen myönteisemmin kuin kuluttajat muualla Suomessa.

Posivan periaatepäätösten ajoitus

Posiva ei ota kantaa siihen, missä järjestyksessä valtioneuvosto valmistelee ja käsittelee vireillä olevat periaatepäätöshakemukset.

Fennovoiman alue Olkiluodossa

Posiva selvittää ainoastaan omistajiensa käytetyn polttoaineen loppusijoitusta Olkiluotoon. Kallioperätutkimukset ja niiden perusteella tehtävä suunnittelu kohdistuu maanomistuksen ja maan käytön suunnitelmien perusteella käytettävissä olevalle alueelle. Nykyisten suunnitelmien mukaan Posivalla ei ole tarvetta Fennovoiman hallitseman alueen käytölle.

Korkeapalamainen polttoaine

Pyrkimys polttoaineen nykyistä korkeampiin poistopalamiin on yhteistä kaikille reaktoreille eikä koske pelkästään uusia reaktoreita. Posiva on varautunut siihen, että tulevaisuudessa Loviisan ja Olkiluodon laitoksilta loppusijoitettavaksi kertyy nykyistä korkeampipalamaista polttoainetta.

Loppusijoitettavan polttoaineen alikriittisyys pystytään aina varmistamaan huolehtimalla siitä, että yhteen säiliöön sijoitettavan polttoaineen määrä ja reaktiivisuus eivät missään olosuhteissa riitä kriittisen massan muodostumiseen. Käytännössä asia voidaan ratkaista teknisesti rajoittamalla kapseliin sijoitettavan polttoaineen määrää tai muuttamalla kapselin sisärakennetta tai kriittisyyslaskelmia voidaan tarkentaa siten, että polttoaineen todellinen palama ja reaktiivisuus otetaan nykyistä enemmän huomioon.

Käytetyn polttoaineen radionuklidi-inventaari pystytään ennustamaan reaktorin käyttöhistorian avulla verraten luotettavasti ja karkeasti se voidaan arvioida palama-arvioiden perusteella. Tulevaisuudessa arvioita tarkennetaan sekä laskuin että mittauksin.

YVA-selostuksessa palamannoston vaikutuksia oli arvioitu karkeasti yliarvioiden. Jo tällaisilla arvioilla pystyttiin osoittamaan, että turvallisuuskriteerit pystytään täyttämään riittävin turvamarginaalein ilman, että loppusijoitusmenetelmään tarvitaan merkittäviä muutoksia. Kasvaneen lämmöntuoton takia kapselien sijoitustäisyyksiä saatetaan joutua kasvattamaan (tai jäähdytysaikoja pidentämään), mutta vastaavasti käytettyä polttoainetta kertyy tuotettua energiamäärää kohden entistä vähemmän.

Korkeapalamaisen polttoaineen ominaisuuksia selvitetään lisää vuosina 2010-2012.

Jääkauden vaikutukset

Posiva tarkastelee tulevassa turvallisuusperustelussa aiemmasta poikkeavia ilmastokenaarioita ja ikiroudan loppusijoitusvyvydelle tunkeutumisen seurauksia. Tähänastisten tutkimusten perusteella ikiroudasta ei aiheudu merkittävää haittaa loppusijoitusjärjestelmän toimintakyvylle eikä siten pitkäaikaisturvallisuudelle.

Maanjäristykset ja niihin liittyvät kallion liikkeet ovat yksi loppusijoitusjärjestelmän suunnitteluperuste. Tulevassa turvallisuusperustelussa tarkistetaan jälleen arviot todennäköisyyksistä ja seurauksista olettaen, että kalliosiiros rikkoo osan loppusijoitetuista kapselista. Ympäristöön ja ihmisiin kohdistuva riski on osoitettu vähäiseksi.

Voimassa olevat säännökset eivät edellytä loppusijoitustilojen jälkivalvontaa sen jälkeen kun tilat on suljettu. Palautettavuus on teknisesti mahdollista ainakin niin kauan kuin loppusijoituskapselit pysyvät ehjinä. Palauttaminen on hankalaa, kun Suomea peittää mannerjää. Siinä yhteydessä on vaikea kuvitella syitä palauttamiseen eikä myöskään ole selvää, kuka asiasta päättäisi.

Kuparikapselin korroosio

Kuparin korroosioista hapettomassa ja puhtaassa vedessä on käyty keskusteluja jo 1980-luvun puolivälistä lähtien, jolloin Ruotsissa julkaistiin aiheeseen liittyviä koetuloksia. Kokeita on useat eri ryhmät yrittäneet toistaa, mutta niissä ei ole saatu vastaavanlaisia tuloksia. Alan asiantuntijoiden näkemys on, että kuparin korroosioita puhtaassa ja hapettomassa vedessä ei ole yksiselitteisesti esitetty vaan johtopäätösten tekeminen edellyttää aiemmin saatujen koetulosten lisävahvistamista. Korroosioita koskevassa jatkoselvitystyössä on pyrittävä tekemään kokeita, joiden perusteella saataisiin toistettua aiemmin tehtyjen kokeiden tuloksia ja lisättyä käsitystä koetuloksiin vaikuttavista tekijöistä.

Posiva ja SKB aloittavat yhteistyössä kokeet VTT:llä kuparin korroosioista puhtaassa vedessä ja ensimmäisiä tuloksia saadaan vuoden 2010 aikana. Kokeita tehdään aiheeseen liittyen mahdollisesti myös ulkopuolisen riippumattoman tutkijaryhmän toimesta.

Loppusijoituksen turvallisuusarvioinnissa olosuhteiden vaihtelua ja niiden vaikutusta kuparikapselin korroosioon tarkastellaan mahdollisimman kattavasti kaikki tekijät huomioiden. Tällöin voidaan luotettavasti arvioida pohjavedessä olevien eri alkuaineiden vaikutusta korroosioilmiöihin. Tähän mennessä tehdyt tarkastelut ovat osoittaneet, että kuparikapselin korroosio on hyvin hidasta ja rajallista epäedullisikinkin oletetuissa olosuhteissa ja kapseli säilyttää syväkallio-olosuhteissa tiiveytensä erittäin pitkän ajan.

Riski Itämerelle

Loppusijoituslaitoksen laajentamista koskevassa YVA-menettelyssä ei tullut esille mitään loppusijoitustoiminnasta aiheutuvia riskejä Itämerelle. YVA-selostuksen mukaan loppusijoituslaitoksella ei ole merkittäviä päästöjä vesistöön. Laitoksen aiheuttama lisäkuormitus Olkiluotoa ympäröivälle merialueelle on erittäin pieni.

Pitkäaikaisturvallisuus

Teollisuuden Voima Oyj ja Posiva ovat arvioineet käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen turvallisuutta 1980-luvulta lähtien. Arviointiperusteina on käytetty aiemmin kansainvälisiä suosituksia ja myöhemmin valtioneuvoston asettamia turvallisuuskriteereitä. Vuonna 2000 myös Säteilyturvakeskus teki loppusijoitukselle alustavan turvallisuusarvion.

Loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuus perustuu tieteellisiin faktoihin ja tutkimuksiin, joiden tulokset ovat julkisia. Säteilyturvakeskus on erikseen teettänyt kansainvälisillä asiantuntijaryhmillä arvioita tutkimusten luotettavuudesta ja kattavuudesta. Tähän mennessä ei ole käynyt ilmi mitään sellaista, mikä kyseenalaistaisi mahdollisuudet loppusijoituksen turvalliseen toteuttamiseen, vaikka useat asiat vaativat vielä lisää tutkimus- ja kehitystyötä.

Loppusijoituksen laajentamisen ympäristövaikutusten arvioinnissa on erikseen tarkasteltu loppusijoitettavan polttoainemäärän vaikutusta turvallisuuteen. Kyseiset vaikutukset ovat jokseenkin riippumattomia polttoaineen määrästä.

Pitkäaikaisturvallisuuden osoittamiseksi tehtävässä turvallisuusperustelussa esitetään ne tieteelliset ja tekniset perustelut, joihin turvallisuuden arviointi nojautuu. Siinä osoitetaan, että loppusijoitus on turvallista jäljelle jäävistä epävarmuuksista huolimatta. Pitkäaikaisturvallisuuteen liittyvillä tutkimuksilla pyritään epävarmuuksien vähentämiseen siten, että pitkäaikaisturvallisuus on mahdollisimman luotettavasti osoitettavissa.

Osaava henkilöstö

Posiva Oy:n henkilömäärä vuoden 2008 lopussa oli 83. Valtaosalla posivalaisista on joko tekninen tai matemaattis-luonnontieteellinen peruskoulutus.

Osaamisen kehittämisen painopisteet määritellään vuosittain. Viime vuosina on panostettu erityisesti räätälöityyn peruskoulutukseen henkilöstön perusvalmiuksien varmistamiseksi.

Posivan henkilöstön pätevyysvaatimusten ja osaamisprofiilien määrittelytyö rakentamislupaa varten tarvittavan osaamisen varmistamiseksi on meneillään. Pätevyysvaatimusten laatimisessa sovelletaan YVL-ohjeissa ydinvoimalaitoksen henkilöstölle määriteltäviä pätevyysvaatimuksia.

Posiva on vahvistanut rakennus- ja käyttövaiheessa tarvittavaa osaamista rekrytoimalla mm. ydinenergia-alan kokemusta omaavia henkilöitä. Posivan henkilöstöresurssien kehittymisestä on tehty pitkän aikavälin henkilöstösuunnitelma, jossa huomioidaan erilaiset osaamistarpeet loppusijoitushankkeen elinkaaren aikana.

Posiva hyödyntää merkittävässä määrin omistajiensa ja ulkopuolisten konsulttien, suomalaisten tutkimuslaitosten ja korkeakoulujen asiantuntemusta. Asiantuntemuksen kehittämiseksi ja varmentamiseksi Posiva on solminut kumppanuussopimuksia.

Posiva tekee kansainvälistä yhteistyötä eri maiden ydinjätehuolto-organisaatioiden kanssa, EU:n puiteohjelmien puitteissa ja osallistumalla kansainvälisten yhteistyöjärjestöjen ja ydinjätealan kansainvälisten asiantuntijaryhmien toimintaan.

Posiva nimeää ydinlaitoksen rakentamiselle ydinenergiain 7 k §:n mukaisesti vastuullisen johtajan ja tälle varamiehen sekä ydinenergiain 7 i §:n tarkoittamat turva- ja valmiusjärjestelyistä sekä ydinmateriaalivalvonnasta huolehtivat henkilöt.

Pelastustoiminta

Loppusijoituslaitoksen laajentamisella ei ole merkitystä kapselointi- ja loppusijoituslaitoksessa samanaikaisesti käsiteltävän polttoaineen enimmäismäärän eikä siten pelastustoiminnan mitoitukseen.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitos suunnitellaan Suomen ydinturvallisuusmääräysten mukaisesti siten, että loppusijoitustoiminnasta ei saa aiheutua työnteekijöille eikä ympäristön asukkaille terveyshaittaa. Posiva tulee laatimaan määräysten mukaiset valmius- ja pelastussuunnitelmat.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen valmius- ja pelastustoiminnat on tarkoitus kytkeä osaksi Olkiluodon alueen kokonaisjärjestelyjä. Posivan erityistarpeet tullaan huomioimaan valmius- ja pelastustoiminnan resurssoinnissa, ohjeistuksessa ja koulutuksessa.

Posiva nimeää ydinenergiain 7 i §:n tarkoittaman henkilön huolehtimaan valmiusjärjestelyihin liittyvistä tehtävistä. Valmius- ja pelastustoiminta suunnitellaan ja toimeenpannaan viranomaisten kanssa yhdessä sovittujen periaatteiden mukaisesti. Em. järjestelyjen toimivuutta tullaan testaamaan viranomaisten kanssa säännöllisesti järjestettävissä harjoituksissa.

Käytönaikainen turvallisuus

Posivan TKS-2009-ohjelma tähtää epävarmuuksien vähentämiseen siten, että käytönaikainen turvallisuus on mahdollisimman luotettavasti osoitettavissa.

Kallioperän tutkimukset, Olkiluodon soveltumattomuus loppusijoitukseen

Posivan lähtökohtana on, että käytettyä polttoainetta loppusijoitetaan vain sellaiseen kallioon, joka täyttää asetetut turvallisuusvaatimukset.

Tällä hetkellä ei ole näköpiirissä mitään sellaista seikkaa, joka antaisi aihetta epäillä Olkiluodon soveltuvuutta käytetyn polttoaineen loppusijoitukseen.

YVA-menettely

Vuonna 1998-1999 toimeenpantu YVA-menettely kattaa kuudennen laitossyksikön käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen ympäristövaikutusten arvioinnin. Periaatepäätöshakemukseen on liitetty YVA-selostus ja ajantasalle saatettu selvitys loppusijoitushankkeen ympäristövaikutuksista. Molempiin asiakirjoihin sisältyvät pitkäaikaisturvallisuuden takaamista koskevat toimenpiteet koko laitoksen käytön aikana.

Viimeisin tieto, tutkimusmenetelmät ja paras mahdollinen tieto

Valtioneuvoston ydinjätteiden loppusijoituksen turvallisuutta koskeva asetus ja Säteilyturvakeskuksen ohjeluonnos edellyttävät määräaikaista turvallisuusarviota. Muun muassa viimeisin tieto käytettävissä olevasta teknologiasta ja tutkimusmenetelmistä otetaan huomioon vähintään 15 vuoden välein tehtävässä turvallisuusarvioinnissa.

Natura, luontoarvot

Ajan tasalle saatetun ympäristövaikutusselvityksen mukaan ”kalliotunneleihin purkautuvilla vesimäärillä on korkeintaan hyvin vähäinen vaikutus Liiklankarin luonnonsuojelualueen kasvien kasvuun”. Posivan näkemyksen mukaan kyse on eri asiasta kuin vaikutuksesta luonnonsuojelualueeseen.

Loppusijoituskonsepti

Loppusijoituskonseptiin liittyy edelleen avoimia asioita, joita selvitetään Posivan tutkimus-, kehitys- ja suunnittelutyöohjelmassa.

Rakentamisen turvallisuus

Posiva on hakenut lupaa räjähteiden pysyvää varastointia varten. Varastointipaikat sijaitsevat Olkiluodon saarella noin 1,5 kilometrin päässä käyvistä ydinvoimalaitoksista. Alle kilometrin säteellä sijaitsevat Olkiluoto 3 -työmaan väliaikainen betoni-asema, Olkiluodon sataman varastorakennuksia ja Onkalo-työmaan rakennuksia.

Toiminnan taloudelliset edellytykset

Olkiluoto 4 -yksikön käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus alkaisiin nykyisten arvioiden mukaan kuluvan vuosisadan loppupuolella noin 60 vuotta laitossyksikön käynnistymisen jälkeen. Tätä ennen loppusijoituksesta aiheutuisi vähäisiä tutki-

mus-, kehitys- ja suunnittelukustannuksia loppusijoitusalueen ja -suunnitelmien tarkistusten vuoksi.

Posivan omistajat ovat sitoutuneet maksamaan käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen Posivalle aiheuttamat kustannukset. Posiva tuottaa omistajilleen palveluja omakustannushintaan eikä tuota voittoa.

Ydinjätehuollon rahoituksen varmistamiseksi TVO maksaisi Olkiluoto 4 -yksikön käynnistymisestä lähtien ydinjätehuoltomaksua valtion ydinjätehuolto-rahastoon siten, että noin 20 vuoden käyttöajan jälkeen Olkiluoto 4:n jäljellä olevat jätehuoltovastuut voitaisiin tarvittaessa kattaa rahastossa olevilla varoilla. Rahaston kartuttamisvaiheessa kokonaisvastuun ja rahastossa olevien varojen erotus katettaisiin turvaavin vakuuksin.

Periaatepäätöshakemuksen hylkääminen

Posiva katsoo, että ydinenergialaissa ja -asetuksessa nimetyistä lausunnonantajista mikään taho ei ole esittänyt periaatepäätöshakemuksen hylkäämistä.

Posiva katsoo edelleen, että ydinenergialain 14 §:n 1 momentin ehtojen periaatepäätöksen myöntämiselle täyttyvän. Eurajoen kunta on puoltanut ydinlaitoksen rakentamista ja kunnanvaltuuston päätös on lainvoimainen. Kuulemismenettelyssä ei ole tullut esiin seikkoja, jotka osoittaisivat, ettei Posivalla ole riittäviä edellytyksiä rakentaa ja laajentaa laitosta ydinenergialain 6 §:ssä edellytetyllä tavalla.

LIITE 2

Käytetyn ydinpolttoaineen huoltoa koskeva katsaus

Käytetyn ydinpolttoaineen
loppusijoituslaitoksen rakentamista
laajennettuna koskeva periaatepäätös

Sisällys

1	Yleistä	55
2	Perusvaihtoehdot käytetyn ydinpolttoaineen huollossa	57
3	Suora loppusijoitus	59
4	Jälleenkäsittely	61
4.1	Jälleenkäsittelyprosessi	61
4.2	Jälleenkäsittelyvaihtoehto ydinjätehuollon osana.....	61
5	Tehostettu jälleenkäsittely ja transmutaatio	63
6	Valvottu pitkäaikaisvarastointi	64
6.1	Pitkäaikainen välivarastointi vesialtaissa	64
6.2	Pitkäaikainen kuivavarastointi.....	64
7	Loppusijoituksen palautettavuus	66
8	Ydinjätehuollon vaikutukset ympäristöön	68
8.1	Yleistä.....	68
8.2	Säteilyvaikutukset	68
8.2.1	Välivarastointi.....	69
8.2.2	Jälleenkäsittely.....	69
8.2.3	Käytetyn polttoaineen kapselointi.....	70
8.2.4	Radioaktiivisten aineiden kuljetukset.....	70
8.2.5	Loppusijoitus kallioperään.....	71
8.2.6	Kokonaissäteilyvaikutukset ydinjätehuollon eri vaihtoehdoissa.....	73
9	Yhteenveto: ydinjätehuollon vaihtoehtoratkaisujen vertailu	74
10	Yleiskatsaus käytetyn ydinpolttoaineen huollon tilanteeseen eri maissa	75
10.1	Yleistä.....	75
10.2	Käytetyn ydinpolttoaineen huollon tilanne Isossa-Britanniassa, Ranskassa, Ruotsissa, Saksassa ja Yhdysvalloissa.....	78

Käytetyn ydinpolttoaineen huolto

Ydinenergia-asetuksen (161/1988) 26 § edellyttää, että työ- ja elinkeinoministeriö toimittaa valtioneuvostolle ydinlaitoksen periaatepäätöksen ratkaisemista varten erityisen katsauksen käytössä oleviin ja suunniteltuihin ydinjätehuollon menetelmiin, niiden turvallisuuteen, ympäristövaikutuksiin, taloudellisuuteen ja soveltuvuuteen Suomen oloihin.

Tämän asetuksessa edellytetyn katsauksen pohjana on käytetty työ- ja elinkeinoministeriön toimeksiannosta VTT:ssä laadittua raporttia Katsaus ydinjätehuollon tilanteeseen Suomessa ja muissa maissa (VTT Tiedotteita 2515, Joulukuu 2009).

1 Yleistä

Ydinvoimalaitoksessa energiantuotanto perustuu reaktoriin ladatun ydinpolttoaineen sisältämän uraanin halkeamisessa vapautuvaan energiaan. Suomessa nykyisin käytössä olevissa kevytvesireaktoreissa hyödynnetään halkeamisreaktioissa pelkästään isotooppia U-235. Uraanin toisesta luonnossa esiintyvistä isotoopista U-238 muodostuu reaktorissa plutoniumia. Kun polttoaine muutaman vuoden käytön jälkeen poistetaan reaktorista, se on erittäin radioaktiivista ja sen lämmöntuotto on korkea. Käytetyn polttoaineen sisältämiä radioaktiivisia aineita ei voida nykyisin tuhota tavanomaisin keinoin, joten käytetyn ydinpolttoaineen huolto perustuu sen luotettavaan, pitkäaikaiseen eristämiseen elollisesta ympäristöstä. Radioaktiiviset aineet hajoavat itsestään erilaisten luonnollisten ydinfysikaalisten hajoamisreaktioiden kautta. Osa käytetyn polttoaineen sisältämistä radioaktiivisista aineista on kuitenkin niin pitkäikäisiä, että eristäminen tulee suunnitella kestäväksi hyvin pitkiä ajanjaksoja. Periaatteessa radioaktiivisia aineita voidaan myös tuhota ydinreaktioissa, mutta laajamittainen ja täydellinen hävittäminen ei ole mahdollista nykyisin käytössä olevalla tekniikalla.

Voimalaitosten käytäntö on, että reaktorista käytetty ydinpolttoaine siirretään aluksi laitoksella oleviin jäähdytysaltaisiin. Altaiden vesi toimii sekä jäähdytteenä että säteilysuojauksena. Altaissa polttoaineniput viipyvät yhdestä kymmeneen vuotta, jona aikana niiden sisältämien radioaktiivisten aineiden määrä ja lämmöntuotto alenevat luonnollisen radioaktiivisen hajoamisen seurauksena merkittävästi ja nippujen jatkokäsittely helpottuu tältä osin.

Seuraava huoltovaihe on yleensä välivarastointi, jonka aikana aktiivisuus edelleen alenee. Esim. Olkiluodossa ja Loviisassa käytetty ydinpolttoaine pidetään välivarastoissa nykyisten suunnitelmien mukaisesti 15–40 vuotta. Kyseiset varastot ovat ns. märkävarastoja, joissa polttoaine edelleen säilytetään vesialtaissa. Myös näistä poikkeavia, ns. kuivavarastoja on kehitetty ja käytössä ulkomaisilla ydinvoimalaitoksilla.

Käytetty ydinpolttoaine voidaan periaatteessa nähdä joko sellaisenaan jätteenä tai osittain kierrätyskelpoisena materiaalina, koska se edelleen sisältää ydinenergian tuotannossa käyttökelpoista uraania (U-238) ja reaktorissa syntyneitä plutoniumia ja muita uraania raskaampia aineita (aktinideja). Käytettyä ydinpolttoainetta kierrätettäessä se joudutaan ensin jälleenkäsittämään. Tällöin erotetaan

vielä käyttökelpoiset aineet (uraani ja plutonium) jatkokäyttöä varten ja valtaosa polttoaineen sisältämistä radioaktiivisista halkeamistuotteista jää syntyvään korkea-aktiiviseen jälleenkäsittelyjätteeseen, joka on hyvin radioaktiivista ja siitä on huolehdittava sen mukaisesti. Jälleenkäsittelyn yhteydessä syntyy myös muita loppusijoitusta edellyttäviä keski- ja matala-aktiivisia jätevirtoja. Korkea-aktiivisesta jätteestä voidaan edelleen erottaa muita hyödyntämiskelpoisia aineita, mutta kaikesta huolimatta kaikkia aineita ei voida ydinreaktioilla kokonaan hävittää. Jälleenkäsittelyvaihtoehto ja siitä edelleen kehitetyt uudet ratkaisut eivät näin ollen poista loppusijoitustarvetta.

2 Perusvaihtoehdot käytetyn ydinpolttoaineen huollossa

Käytetyn ydinpolttoaineen huollon alkuvaiheen osalta voidaan valita kolmen vaihtoehdoisen strategian välillä:

1. Avoin polttoainekierto, jossa käytetty ydinpolttoaine sijoitetaan asianmukaisesti kapseloituna syväälle kallioperään lyhyehkön muutaman kymmenen vuotta kestävän välivarastoinnin jälkeen. Tätä kutsutaan myös suoraksi loppusijoittamiseksi. Useiden maiden turvallisuusvaatimuksissa edellytetään käytettäväksi sellaista menetelmää, jossa ydinpolttoaine voidaan haluttaessa palauttaa maan pinnalle jatkokäsitteltäväksi.

2. Suljettu polttoainekierto, jossa käytetty ydinpolttoaine jälleenkäsitellään muutaman vuoden välivarastoinnin jälkeen esimerkiksi erottamalla polttoaineeiksi kelpaavat uraani ja plutonium muista aineista. Uraania ja plutoniumia voidaan käyttää polttoaineen valmistukseen. Uraanin halkeamisreaktioissa syntyneet voimakkaasti radioaktiiviset halkeamistuotteet ja muut aktinidit kuin uraani ja plutonium voidaan joko loppusijoittaa kiinteytettynä jälleenkäsittelyjätteenä tai myöhemmin muuttaa jatkokäsittelmällä (transmutoimalla) vähemmän vaaralliseen muotoon, mikäli tähän soveltuva tekniikka on tuolloin käytettävissä.

3. Hyvin pitkäaikainen välivarastointi, jossa käytettyä ydinpolttoainetta varastoidaan sellaisenaan määräämättömän pitkän ajan joko maan pinnalle tai matalalle maankamaran sisään rakennettavissa välivarastoissa. Kyseessä on tällöin kuitenkin vain väliaikaisratkaisu ja täten päätös jatkokäsittelystä tai suorasta loppusijoituksesta on välttämätöntä tehdä joskus tulevaisuudessa.

Suoralle loppusijoittamiselle on nähtävissä mm. eettisiä perusteita: ydinvoimasta hyötyvät sukupolvet huolehtivat lopullisesti myös syntyneistä jätteistä eivätkä siirrä vastuun taakkaa tulevaisuuteen. Lisäksi maan päällä sijaitsevilla laitoksilla pitkäaikaisesti varastoidun käytetyn ydinpolttoaineen voidaan olettaa olevan riski esim. yhteiskunnallisesti epävakaisissa oloissa ja myös altis tahallisesti aiheutetuille onnettomuuksille.

Jälleenkäsittelyllä voidaan vähentää polttoaineeiksi louhittavan uraanin määrää jonkin verran (luokkaa 10 %) sekä myös loppusijoitettavan korkea-aktiivisen jätteen määrää. Jälleenkäsittely yhdistettynä vielä kehittyneillä olevaan pitkäikäisten radioaktiivisten aineiden transmutointiin voisi lyhentää aikaa, jonka kuluessa jät-

teet olisivat eliökunnalle ja ihmisille vaarallisia, mikäli kyseiset aineet joutuisivat niiden elinympäristöön.

Edellä mainittujen merkittävien haittojen vastapainona välivarastoinnin pitkitämisen etuna on pidetty sitä, että tällöin jäisi aikaa seurata, tuottaako ydinvoimatekniikan kehittyminen sellaisia keinoja, joilla voidaan vähentää loppusijoitettavien aineiden määriä ja niiden vaarallisuutta, esimerkiksi transmutaatio. Lisäksi siinä tapauksessa, että loppusijoitus toteutettaisiin myöhemmin, saataisiin lisää aikaa loppusijoitustekniikkaan sisältyvien epävarmuuksien vähentämiseen. Välivarastoinnin pitkäaikainen jatkaminen myös alentaa polttoaineen aktiivisuutta ja lämmöntuottoa, mikä jossain määrin voisi pienentää loppusijoitustilan tarvitsemaa kalliotilavuutta.

Teoreettisina vaihtoehtoina korkea-aktiivisten jätteiden tai käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukselle esitettiin ydinvoimatekniikan kehityksen alkuvaiheessa ja myöhemminkin monia tapoja, esim. avaruuteen lähettämistä, napajäätiköihin tai valtamerten pohjasedimentteihin hautaamista. Näitä vaihtoehtoja on myös tutkittu ja selvitetty, mutta niiden soveltamiseen käytännössä liittyy huomattavia teknisiä ja/tai oikeudellisia ongelmia.

3 Suora loppusijoitus

Avoimessa polttoainekierrossa käytetty ydinpolttoaine loppusijoitetaan syvälle kallioperään, kuten kiteiseen kallioperään tai savikivi- tai suolakivimuodostumiin. Loppusijoituksen turvallisuus perustuu ehdotetuissa teknisissä ratkaisuissa moninkertaisten vapautumisesteiden käyttämiseen. Niiden avulla varmistetaan, että ydinjätettä ei pääse haitallisessa määrin elolliseen luontoon tai ihmisten ulottuville. Tällä hetkellä vallitsee yleinen käsitys, että tutkituista loppusijoitusvaihtoehdoista syvälle kallioperään tapahtuva loppusijoitus eli geologinen loppusijoitus tarjoaa teknisesti parhaat ja realistisimmat mahdollisuudet eristää korkea-aktiiviset ydinjätteet riittävän pitkäaikaisesti elinympäristöstä.

Suomessa ja Ruotsissa esitetyssä loppusijoituksen perusmallissa käytetty ydinpolttoaine pakataan kapselointilaitoksessa loppusijoituskapseleihin, joiden sisäosa on pallografiittirautaa ja ulkokuori kuparia. Valurautainen sisus tekee kapselin riittävän vahvaksi kestämaan kallioperässä vallitsevat mekaaniset rasitukset. Hyvin korroosiota kestävä kupari suojaa säiliötä pohjaveden syövyttävältä vaikutukselta. Kuparivalurautakapselit on tarkoitettu sijoittamaan noin 400 metrin syvyydessä Olkiluodon kallioperässä sijaitseviin loppusijoitustiloihin. Jokaiseen kapseliin sijoitettaisiin 12 polttoainepussia Suomessa nykyisin käytössä olevien reaktorien (Lo 1& 2 ja OL 1&2) käytettyä ydinpolttoainetta tai neljä kappaletta Olkiluoto 3:n EPR polttoainepussia. Kapselit ympäröidään bentoniittisavella, jonka tehtävänä on muun muassa vähentää virtaavan pohjaveden pääsyä kosketuksiin kapseleiden kanssa. Lisäksi bentoniitti suojaa kapselia kallion mahdollisilta liikkahduksilta. Kallioperä tarjoaa kapselille ja bentoniitille olosuhteet, jossa muutokset ovat hitaita ja ennustettavia. Viimeisten kapselien tultua loppusijoitetuksi kaikki tunnelit täytetään savilohkoilla ja -pelleteillä ja alas johtavat kuilut suljetaan. Näin estetään tunnelien ja kuilujen muuttuminen keskeisiksi pohjaveden virtausreiteiksi sekä säilytetään tunnelien mekaaninen vakaus. Sulkemisen jälkeen alue ei vaadi erillistä valvontaa. Kun laitos on suljettu ja maanpäälliset rakennelmat purettu aluetta voidaan käyttää muihin tarkoituksiin.

Geologisessa loppusijoituksessa polttoainekapseleita ympäröi kalliomassa, joka vaimentaa täydellisesti kaiken suoran säteilyn maan pinnalle. Useiden satojen metrien loppusijoitusyvyys myös suojaa käytettyä ydinpolttoainetta jääkausien kallioperää kuluttavalta vaikutukselta. Kallioperän raoissa ja halkeamissa virtaava pohjavesi tarjoaa ainoan kulkuyälän käytetyn ydinpolttoaineen sisältämille radioaktiivisille

aineille päästä kosketuksiin ihmisten ja muun elävän luonnon kanssa. Loppusijoitukseen suunnitellussa moniestejärjestelmässä (mm. polttoaineen kapselointi ja loppusijoitustilojen bentoniittitäyte) on teknisten vapautumisesteiden päämääränä rajoittaa pohjaveden pääsyä kosketuksiin käytetyn ydinpolttoaineen kanssa. Moniestejärjestelmän peräkkäiset vapautumisesteet toimivat eri fysikaalis-kemiallisilla periaatteilla. Loppusijoitustilan moniestejärjestelmän suunnittelussa tavoitteena on, että minkään yksittäisen vapautumisesteen peittäminen ei olennaisesti alentaisi koko järjestelmän toimintakykyä.

Edellä kuvatun perusmallin rinnalla on Ruotsissa ja Suomessa selvitetty pitkiin vaakasuoriin reikiin tapahtuvaa geologista loppusijoitusta. Teknisen toteutettavuuden kannalta tätä vaihtoehtoista menetelmää ei ole selvitetty yhtä perusteellisesti kuin perusmallia. Aiemmassa suunnitteluvaiheessa on esitetty myös syviin pystyreikiin perustuvaa loppusijoitusratkaisua. Loppusijoitustilaan sijoitettujen jätteiden mahdollinen palautettavuus eli niiden poistaminen sijoitustiloista mahdollista jatkokäsittelyä varten on vaakavaihtoehdossa hankalampi toteuttaa.

4 Jälleenkäsittely

Suljetussa polttoainekierrossa käytetty polttoaine jälleenkäsittellään ja polttoaineeksi kelpaavat uraani ja plutonium hyödynnetään edelleen. Käsittelyprosessista jää jäljelle voimakkaasti radioaktiivista jälleenkäsittelyjätettä, joka on loppusijoitettava. Kuitenkin vain osa jälleenkäsittelyssä erotetusta plutoniumista ja uraanista voidaan käytännössä hyödyntää polttoaineen valmistuksessa käytettäväksi nykyisen tyyppisissä kevytvesireaktoreissa.

4.1 Jälleenkäsittelyprosessi

Jälleenkäsittelyn yhteydessä käytetystä ydinpolttoaineesta erotetaan ensimmäisessä vaiheessa käyttökelpoinen uraani ja plutonium jatkokäyttöä varten. Ensimmäisen erotusvaiheen jälkeen ne erotetaan edelleen toisistaan erillisiin liuoksiin puhdistettaviksi ja jatkokäsiteltäviksi sen mukaan, millaisessa valmistusprosessissa niitä on tarkoitus käyttää uuden ydinpolttoaineen valmistuksessa.

Jälleenkäsittelystä jää edelleen ydinjätteeksi useita radioaktiivisia aineita, joita ovat sekoittuneina jälleenkäsittelyprosessissa käytettyihin kemiallisiin yhdisteisiin, yleensä liuoksiin. Tämän runsasaktiivisen nestemäisen jätteen alkuperäistä tilavuutta pienennetään höyrystämällä. Jätteen varastointiin nestemäisenä liittyy turvallisuusriskejä ja siksi jäteliuos saatetaan turvallisempaan olomuotoon lasittamalla eli kuivaamalla ja sekoittamalla jäte sulaan lasimassaan, joka puolestaan valetaan terässäiliöihin.

4.2 Jälleenkäsittelyvaihtoehto ydinjätehuollon osana

Jälleenkäsittelyn lopputuloksena syntyy korkea-aktiivista lasitettua jätettä sekä erilaisia matala- ja keskiaktiivisia jätteitä. Lasitetun jätteen loppusijoitustarve ja loppusijoituksen turvallisuustekninen vaativuus ovat periaatteessa samat kuin avoimessa polttoainekierrossa syntyvän käytetyn ydinpolttoaineen. Myös syntyneiden matala- ja keskiaktiivisten jätteiden loppusijoituksesta on luonnollisesti huolehdittava asianmukaisesti.

Jälleenkäsittelyn myönteisinä puolina voidaan nähdä mm. uraanivarojen tehokkaampi hyödyntäminen ja loppusijoitettavan korkea-aktiivisen jätteen pienempi tilavuus. Tämä johtuu lähinnä siitä, että jätteessä ei ole käytetyn polttoaineen uraania ja plutoniumia. Uraanilla ja plutoniumilla on heikko liikkuvuus syvällä kallioperässä vallitsevissa olosuhteissa, mikä tasoittaa jälleenkäsittelyvaihtoehdon etua päästöjen ja säteilyvaikutuksien osalta suoraan loppusijoitukseen verrattuna.

Toisaalta jälleenkäsittely merkitsee käytetyn ydinpolttoaineen käsittelyvaiheiden ja kuljetusten huomattavaa lisääntymistä sekä näistä aiheutuvien normaalikäytön päästöjen ja häiriö- ja onnettomuustilanteiden mahdollisuuksien lisääntymistä. Erääksi jälleenkäsittelyn ongelmaksi on nähty ydinräjähdeiden valmistukseen soveltuvan plutoniumin leviämisen riskin kasvaminen.

Jälleenkäsittelyn tarkoituksenmukaisuutta voidaan tarkastella paitsi turvallisuustekniseltä myös mm. taloudelliselta kannalta. Suoraan loppusijoitukseen on päädytty etenkin sellaisissa maissa, joissa jouduttaisiin käyttämään ulkomaisia jälleenkäsittelypalveluita ja joissa ydinvoimakapasiteetti on suhteellisen pieni. Jälleenkäsittelypalveluita on saatavissa vain muutamista maista ja oman jälleenkäsittelyn toteuttaminen esimerkiksi vain Suomen tarpeita varten rakennetussa laitoksessa ei ole teknis-taloudellisesti mielekästä. Toisaalta Suomen ydinenergialaki kieltää kokonaan ydinvoimalaitosten käytetyn ydinpolttoaineen viennin ulkomaille, mikä nykytilanteessa estää Suomessa syntyneen käytetyn ydinpolttoaineen jälleenkäsittelyn ulkomailla.

5 Tehostettu jälleenkäsittely ja transmutaatio

Käytetyn ydinpolttoaineen käsittelyyn on pyritty kehittämään tekniikkaa, jolla vaarallimmat radioaktiiviset aineet voitaisiin ydinfysikaalisesti muuntaa vähemmän vaaralliseen muotoon. Tämän ns. transmutoinnin tavoitteena on lyhentää sitä aikaväliä, jonka kuluessa kyseiset aineet voivat aiheuttaa vaaraa. Menetelmä sisältäisi useimpien esitettyjen suunnitelmien mukaan ensimmäisenä vaiheena nykyisin käytettävään jälleenkäsittelyprosessiin verrattuna tehostetun erottelun, jossa käytetystä polttoaineesta ensin erotettaisiin uraanin ja plutoniumin ohella erilleen myös eräitä pitkäikäisiä fissiotuotteita ja myös muut aktinidit. Sen jälkeen erotetut aineet muunnettaisiin ydinreaktioissa eli transmutoitaisiin toisiksi aineiksi joko tavanomaisissa reaktoreissa tai erityisissä transmutaatiolaitoksissa.

Tehokkaimmillakaan kaavailluilla tavoilla kaikkia radioaktiivisia aineita ei voida kokonaan tuhota tai siihen tarvittava ajanjakso olisi teknisesti kohtuuttoman pitkä ja näin joka tapauksessa tietty osa jätteistä tulee aikanaan loppusijoitettavaksi.

Transmutaatiohankkeet ovat vielä verrattain varhaisella kehitysasteella ja menetelmän todelliset tekniset mahdollisuudet ovat vielä osoittamatta. Periaatteellisena vaihtoehtona transmutaatio ei kuitenkaan ole uusi ajatus, vaan sen fysikaaliset perusteet on esitetty jo kymmeniä vuosia sitten. Transmutaation ja siihen tarvittavan, nykyistä jälleenkäsittelyä tehokkaamman erotustekniikan on arvioitu tulevan selvästi kalliimmaksi kuin suora loppusijoitus.

Transmutaatio voidaan tällä hetkellä nähdä lähinnä pitkän aikavälin tutkimuskohteena, joka liittyy yleiseen ydinenergian kehittämiseen tai laajentuvaan käyttöön. Transmutaation mahdollinen teollinen soveltaminen on nykynäkemyksen mukaan vähintään vuosikymmenien päässä.

6 Valvottu pitkäaikaisvarastointi

Väliaikaisena ratkaisuna käytetyn ydinpolttoaineen huollolle on esitetty hyvin pitkäaikaista välivarastointia. Käytetyn ydinpolttoaineen välivarastointitekniikka ei periaatteessa ole riippuvainen siitä, onko varastointi suunniteltu lyhyt- vai pitkäaikaiseksi. Jälkivalvonnan ja turvallisten toimintaolosuhteiden säilyttämisen merkitys korostuu sitä enemmän, mitä pitkäaikaisemmaksi välivarastointi on tarkoitettu. Seuraavassa on lyhyesti kuvattu nykyisiä vaihtoehtoisia välivarastointimenetelmiä.

6.1 Pitkäaikainen välivarastointi vesialtaissa

Käytettyä polttoainetta säilytetään nykyisin useimmiten vesiallasvarastoissa. Näin tapahtuu mm. Suomen ydinvoimalaitoksilla. Tästä niin sanotusta märkävarastoinnista on käytettävissä kokemuksia jo usealta vuosikymmeneltä. Käyttökokemukset ovat osoittaneet, että kaikki kuviteltavissa olevat, polttoainetta mahdollisesti vaurioittavat mekanismit, kuten hapettuminen, vedyttyminen, eri korroosimuodot, galvaniset ilmiöt tai reaktiot polttoaineen suojakuoren ja fissiotuotteiden välillä voidaan estää, jos varastoaltaissa ylläpidetään oikeat olosuhteet.

Vesiallasvarastojen käyttökokemusten mukaan on ennustettavissa, että varastoitavat polttoaine-elementit säilyvät vaurioitumatta yli 50 vuotta, ja ruotsalaisen maanalaisen CLAB-keskusvälivaraston käyttökokemusten perusteella tehtyjen arvioiden perusteella jopa yli 100 vuotta. Polttoaine-elementtien säilyminen vaurioitumatta edellyttää kuitenkin, että säilytysaltaan veden kemialliset ominaisuudet ylläpidetään koko varastointijakson ajan oikeina. Tarkasti valvotuissa olosuhteissa hyvin pitkäaikaisestakaan välivarastoinnista ei aiheudu säteilyhaittoja ympäristön väestölle eikä käyttökunnalle.

6.2 Pitkäaikainen kuivavarastointi

Kuivavarastointikin on mahdollista toteuttaa joko maanalaisena tai maanpäällisenä. Ennen varastoon siirtämistä polttoaine-elementtejä on pidettävä muutaman vuoden ajan reaktoreiden yhteydessä olevissa vesialtaissa tai vesiallasvälivarastoissa. Tämän vesijähdytysvaiheen jälkeen käytetyssä polttoaineessa syntyvän jälkilämmön poistamiseen riittää kuivavarastoinnissa ilman luonnolliseen kiertoon perustuva

jäähdytys. Märkävarastointiin verrattuna kuivavarastointi asettaa pienempiä vaatimuksia seurannalle ja valvontatoimille. Toisaalta kuivavarastossa käytännön mahdollisuudet polttoainien kunnan valvontaan ovat huomattavasti huonommat kuin vesiallasvarastossa. Menetelmänä kuivavarastointi sopisi periaatteessa käytettäväksi myös Suomessa.

Käytetyn polttoaineen välivarastointiin on alettu käyttää yhä enemmän myös kuljetukseen soveltuvia ilmajäähdytteisiä metallisia säiliöitä. Tällaisia kuivavarastoja on käytössä mm. Belgiassa, Saksassa, Sveitsissä, Unkarissa ja Yhdysvalloissa. Muun muassa monet niistä Itä-Euroopan maista, jotka aiemmin palauttivat käytetyn polttoaineen entiseen Neuvostoliittoon, ovat päätyneet kuivavarastointiin käyttäen säiliöitä, jotka soveltuvat sekä kuljetukseen että varastointiin. Kuivavarastoinnista kertyneet käyttökokemukset ovat olleet hyviä ja mahdollisuuksia jatkaa välivarastointia aina 50–150 vuoteen pidetään hyvinä.

Nykyisin käytössä olevat kuivavarastot on kuitenkin tarkoitettu vastaavaan välivarastointiin kuin Suomessakin käytettävät vesiallasvarastot. Eräissä maissa, mm. Ranskassa, on esitetty suunnitelmia selvästi pidempiaikaiseen, jopa satojen vuosien välivarastointiin tarkoitetuista kuivavarastoista.

7 Loppusijoituksen palautettavuus

Useissa maissa käytetyn ydinpolttoaineen tai korkea-aktiivisen jätteen loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuudesta varmistautumiseen on liitetty suunnitteluvaatimus, että käytetty ydinpolttoaine tai korkea-aktiivinen jäte on voitava tarvittaessa palauttaa varastosta tai loppusijoitustilasta takaisin maan pinnalle.

Palauttamista voidaan tulevaisuudessa pitää tarpeellisenä esimerkiksi siinä tapauksessa, että transmutointiteknologiassa tehdään merkittävä harppaus eteenpäin. Oleellisesti loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuteen vaikuttavien puutteellisuuksien tai vapautumisesteiden vaurioiden havaitseminen polttoaineen loppusijoituksen kuluessa tai jonkin verran sen jälkeen voivat myös edellyttää palautettavuutta. Lisäksi teknologian kehittymisen myötä ydinpolttoaineen jatkohyödyntäminen energian tuotannossa saattaisi luoda tarpeen palauttamiseen.

Loppusijoituksen tarkoituksena on käsitellä käytetty ydinpolttoaine niin, että siitä ei tulevaisuudessa aiheudu haittaa eikä huolehtimisvelvollisuutta. Viime kädessä tämä tarkoittaisi, ettei jälkipolvien tarvitsisi välttämättä tietää loppusijoitustilojen olemassaolosta ja sijainnista. Syväälle kallioperään sijoittamisen etuna ja vaatimuksenakin on pidetty sitä, että väärinkäytön estämiseksi kapselit ei helposti saada palautetuksi ja että loppusijoitustilaan ei tulevaisuudessa vahingossa tunkeuduta. Toisaalta palautettavuuden vaatimus edellyttää tiedon säilyttämistä jälkipolville siitä, missä ja miten kapselit ovat varastoituina. Samalla kuitenkin kasvaa myös todennäköisyys tahalliseen tai rikolliseen tiloihin tunkeutumiseen.

Aiemmin kuvattuja, pitkäaikaiseen väliavarastointiin tarkoitettuja menetelmiä käytettäessä ja varsinkin varaston sijaitessa maan päällä tai maan pinnan tuntumassa, on palautettavuus paitsi mahdollista myös suhteellisen yksinkertaista ja halvempaa. Palautettavuuskysymyksistä on pääasiassa keskusteltu geologisen loppusijoituksen yhteydessä. Suomessa ja Ruotsissa ei turvallisuusvaatimusten mukaan vaadita loppusijoitustilojen jälkivalvontaa pitkäaikaisturvallisuuden varmistamiseen. Esitetyn tekniikan mukaisesti toteutettuna loppusijoitus on kuitenkin peruutettavissa ja ydinpolttoaine palautettavissa maan pinnalle kaikissa loppusijoituksen vaiheissa, myös tilojen ja tunnelien sulkemisen jälkeen.

Syväällä kallioperässä sijaitsevan loppusijoitustilan avaaminen ja kapselien palauttaminen tapahtuisi periaatteessa samoin menetelmin kuin tilan rakentaminen ja kapselien vienti tilaan. Toteutus, sen vaikeusaste ja kustannukset riippuvat ennen muuta

siitä, missä vaiheessa loppusijoitusta palauttaminen tehtäisiin. Loppusijoitustilan käyttöjakson aikana pystykuilut loppusijoitustilaan ja keskustunneli säilytetään avoimina, jolloin ratkaisun peruuttaminen edellyttää ainoastaan sijoitustunnelin avaamista ja sijoitusreikien bentoniittitäyteen poistamista. Kapselit on suunniteltu hyvin kestäviksi korroosiota ja mekaanisia rasituksia vastaan eikä ehjien kapselien poistamisessa tarvita sen tehokkaampia säteilysuojajärjestelyjä eikä monimutkaisempia kuljetusvälineitä kuin alkuperäisessä sijoittamisessakaan. Ajan myötä muuttuva ja palauttamisjärjestelyihin mahdollisesti vaikuttava tekijä on esim. kapselien ympäristössä vallitseva lämpötila, joka vajaan sadassa vuodessa nousee ylimmilleen, n. 65 asteeseen. Kapselien pintalämpötila on korkeimmillaan, n. 95 astetta, parinkymmenen vuoden kuluttua loppusijoituksen jälkeen.

Ruotsin Äspön laboratoriossa on tehty palauttamistekniikkaan liittyviä käytännön kokeita. Vuonna 2006 tehdyssä täyden mittakaavan kokeessa osoitettiin, että metallikanisteri voitiin onnistuneesti poistaa samalla nostotekniikalla kuin se oli sijoitusreikään asennettu. Ennen kapselin poistoa paisunut täyteaine oli erityiskäsittelymenetelmällä poistettu. Suomen ja Ruotsin kiteinen, luja kallioperä on erityisesti pitkällä aikavälillä edullisempi palautettavuutta ajatellen kuin savi- ja suola- muodostumat, joita eräissä muissa maissa kaavailtaan vaihtoehtoina loppusijoitustilan sijaintipaikaksi.

8 Ydinjätehuollon vaikutukset ympäristöön

8.1 Yleistä

Ydinjätehuollon ja loppusijoituksen ympäristövaikutukset voidaan jakaa säteilyyn liittyviin ja muihin vaikutuksiin. Muilla vaikutuksilla tarkoitetaan lähinnä ns. sosiaalisia, psykososiaalisia ja taloudellisia vaikutuksia. Näille on käytetty myös yhteisenä yleisnimityksenä ”yhteiskunnallisia” vaikutuksia kuvaamaan niiden erilaista luonnetta verrattuna säteilyn ihmiseen ja luontoympäristöön aiheuttamiin fysiologisiin ja luonnontieteellisiin vaikutuksiin. Toisaalta säteilyvaikutusten jyrkkä erottelu muista vaikutuksista on vaikeaa, sillä mahdollisilla säteilyvaikutuksilla on esimerkiksi fysiologisten terveysvaikutusten tai niiden uhan kautta luonnollisesti yhteys myös psykososiaalisiin ja taloudellisiin vaikutuksiin.

Yhteiskunnallisia vaikutuksia voidaan tarkastella suoraan laitoksesta aiheutuvina tai välillisesti esimerkiksi yhdyskuntarakenteen muutosten tai ns. imagovaikutusten kautta. Nämä vaikutukset ovat luonnollisesti merkittävimmät loppusijoituslaitoksen ympäristössä. Kuljetusten osalta vaikutukset voivat koskettaa laitoksen sijainnista ja kuljetustavasta riippuen suurempaa väestömäärää.

Lakisäätteisessä ympäristövaikutuksen arviointimenettelyssä (YVA) sovelletaan luonnontieteellisten ja teknisten arviointimenetelmien lisäksi myös yhteiskuntatieteellisen tutkimuksen menetelmiä. Siinä otetaan huomioon sekä suorat että epäsuorat vaikutukset. Edellä kuvattujen yhteiskunnallisten ja säteilyvaikutusten lisäksi loppusijoituslaitoksen tai muiden ydinjätehuollon osina toimivien ydinlaitosten rakentamisesta aiheutuu luonnollisesti ympäristöön normaalin teollisuusrakentamisen vaikutuksia (esim. pöly, melu, värinä, maisemamuutokset ja tarvittavat maankäytön ratkaisut).

Seuraavassa keskitytään tarkastelemaan käytetyn polttoaineen huollosta ympäristölle mahdollisesti aiheutuvia säteilyvaikutuksia.

8.2 Säteilyvaikutukset

Käytetyn ydinpolttoaineen huollon terveysvaikutuksia arvioidaan normaalitoiminnasta aiheutuvien todellisten sekä mahdollisten onnettomuustilanteiden aiheuttamien päästöjen perusteella laskemalla kuvitteelliselle ihmiselle joko elimistöön

joutuneen radioaktiivisen aineen tai suoran ulkoisen säteilyn aiheuttama säteilyannos. Laskettua säteilyannosta verrataan asetettuihin turvallisuuskriteereihin. Säteilyannoksien suuruutta tarkastellaan erityisesti säteilylle eniten altistetun ryhmän yksilöannosten kannalta. Laajemman alueen väestölle pidemmällä aikavälillä yhteensä aiheutuvia säteilyvaikutuksia voidaan arvioida ns. väestöannoksen avulla. Ydinlaitosten välittömässä läheisyydessä asukkaille aiheutuvien yksilöannosten tulee viranomaismääräysten mukaan pysyä selvästi luonnollisen taustasäteilyn tasoa pienempänä. Suomessa viranomaisten asettama enimmäisyksilöannos on 0,1 mSv (millisievert) vuodessa. Tämä on alle 3 % suomalaisten keskimääräisestä, pääosin luonnollisesta taustasäteilystä ja huoneilman radonista aiheutuvasta säteilyannoksesta (noin 3,7 mSv/vuosi).

Huolimatta radioaktiivisten aineiden hajoamisesta eräät pitkäikäisimmät aineet eivät ehdi kokonaan hävitä esimerkiksi kallioperässä kulkeutumisen kuluessa ja voivat näin ollen vapautua biosfääriin ja säilyä siellä kauan ja aiheuttaa pitkäaikaista säteilyaltistusta. Valtioneuvoston esittämien yleisten turvallisuusvaatimusten mukaisesti säteilyä aiheutuvia haittoja on tarkasteltava myös pitkien aikavälien kuluessa. Koko ydinpolttoainekierron kattavissa kansainvälisissä selvityksissä on arvioitu eri vaiheiden osuutta kokonaisväestöannokseen. Tällöin lasketaan yhteen koko tarkasteluajanjaksona ja kulloinkin tarkasteltavalla kohdealueella kertyvät säteilyannokset käyttäen mittayksikkönä mansievertiä (manSv). Tällöin tarkastelujakson pituus ja alueen suuruus vaikuttavat pitkäikäisten radioaktiivisten aineiden osalta merkittävästi kokonaisväestöannoksen suuruuteen.

8.2.1 Välivarastointi

Ydinvoimalaitosten normaalikäytöstä ympäristöön aiheutuvat säteilyvaikutukset ovat tehtyjen arvioiden mukaan erittäin alhaiset luonnon taustasäteilyyn verrattuna. Käytetyn ydinpolttoaineen välivarastoinnista joko voimalaitoksella tai erillisessä välivarastossa aiheutuvat päästöt normaalikäytössä ovat edelleen olennaisesti pienemmät kuin päästöt itse ydinvoimalaitoksilta eli luonnon taustasäteilyn aiheuttamiin annoksiin verrattuina merkityksettömiä.

Käytännön kokemukset ovat osoittaneet märkä- ja kuivavarastoissa tapahtuvan käytetyn ydinpolttoaineen välivarastoinnin olevan koeteltua ja turvallista tekniikkaa. Vesiallasvarastoinnin keskeinen turvallisuuskysymys on jäähdytyksen keskeytymättömyyden takaaminen. Varastolaitokset suunnitellaankin kestämaan suuria mekaanisia rasituksia ja muita häiriöitä kuten esimerkiksi sähkön saannin katkoksia.

8.2.2 Jälleenkäsittely

Jälleenkäsittelylaitoksen normaalikäytössä vapautuvista pitkäikäisistä radioaktiivisista aineista aiheutuvat väestöannokset ovat tehtyjen arvioiden mukaan suuremmat kuin ydinvoimalaitoksen vastaavasti aiheuttama väestöannos.

Onnettomuustilanteiden vaarallisuus riippuu olennaisesti laitoksilla käsiteltävien materiaalien laadusta ja niiden sisältämien radioaktiivisten aineiden määrästä. Merkittävä ero esimerkiksi jälleenkäsittelylaitoksen ja ydinvoimalaitoksen välillä on se, että samanaikaisesti käsiteltävä radioaktiivisten aineiden määrä on jälleenkäsittelylaitoksella olennaisesti pienempi. Toisaalta aineet ovat siellä helposti leviävässä muodossa (liuoksina, jauheina, kaasuina) ja niissä tapahtuu voimakkaita fyysikaalisia ja kemiallisia reaktioita. Korkea-aktiivisten nestemäisten jätteiden kiinteytysprosessissa, lasittamisessa, ei ole kokemusten perusteella todettu merkittäviä turvallisuusongelmia.

8.2.3 Käytetyn polttoaineen kapselointi

Käytetyn polttoaineen kapseloinnissa loppusijoituslaitokselta normaalitilanteessa tapahtuvat radioaktiivisten aineiden päästöt ovat tehtyjen arvioiden mukaan pienempiä kuin ydinvoimalaitoksen vastaavat päästöt ja luonnon taustasäteilyyn verrattuna merkityksettömät. Kapselointilaitoksen työntekijöille aiheutuvat säteilyannokset ovat arvioiden mukaan niin ikään pienempiä kuin ydinvoimalaitosten henkilökunnalleen aiheuttamat.

Myös kapselointilaitoksella kerrallaan käsiteltävät radioaktiivisten aineiden määrät ovat pieniä verrattuna ydinvoimaloiden vastaaviin materiaalmääriin. Kapselointi tapahtuu eristetyissä kammioissa kauko-ohjatusti lämpötilan ja paineen ollessa alhaiset, mikä pienentää mahdollisten käsittelyhäiriöiden todennäköisyyttä sekä alentaa niistä aiheutuvien päästöjen määriä. Kapselointi ei edellytä radioaktiivisen materiaalin prosessointia, ja siksi siihen liittyvät turvallisuusriskit ovat selvästi pienemmät kuin jälleenkäsittelylaitoksen riskit. Radioaktiivisten aineiden päästöjä voi tapahtua ainoastaan polttoaine-elementtien vaurioituessa esimerkiksi putoamisen seurauksena. Kapselointilaitoksista ei toistaiseksi ole todellisia käyttökokemuksia, mutta kapselointiprosessin voidaan perustellusti olettaa olevan säteilyturvallisuuden kannalta vaikeuksitta toteutettavissa. Samaan suuntaan viittaavat välivarastointilaitoksien ja jälleenkäsittelylaitoksien polttoaineen siirto- ja käsittelytekniikasta saadut kokemukset.

8.2.4 Radioaktiivisten aineiden kuljetukset

Käytetyn ydinpolttoaineen ja muiden radioaktiivisten materiaalien kuljetuksista on paljon kokemuksia ja niitä varten on luotu toimivat järjestelmät ja kattavat kansainväliset turvallisuusmääräykset. Kuljetussäiliöratkaisut on testattu monipuolisesti erilaisia häiriötilanteita (mm. rajut törmäykset, tulipalot ja veteen uppoamiset) silmällä pitäen.

Kuljetusten aiheuttamia riskejä arvioitaessa turvallisuusanalyysseissa on tarkasteltu normaaleja kuljetuksia sekä erilaisia häiriö- ja onnettomuustilanteita. Tutkimustulosten perusteella kuljetusten aiheuttamat säteilyannokset ovat vähäisiä

verrattuna luonnon taustasäteilyyn. Vakavissakin kuljetussäiliön vaurioitumistilanteissa radioaktiivisten aineiden päästön aiheuttama väestöannos jäisi alle kymmenesosaan luonnon taustasäteilystä saatavaan annokseen.

8.2.5 Loppusijoitus kallioperään

Kapselointivaiheen jälkeen käytetyn ydinpolttoaineen syvälle kallioperään tapahtuvassa loppusijoituksessa ei ole nähtävissä suuria kertapäästöjä aiheuttavia onnettomuuksia, jotka aiheuttaisivat nopeasti ilmeneviä säteilyvaikutuksia väestössä. Loppusijoituksen mahdolliset säteilyvaikutukset kohdistuvat laitoksen lähiseudun asukkaisiin ja ne todennäköisesti ajoittuvat kauas tulevaisuuteen.

Kallioperään sijoitetun ydinpolttoaineen sisältämät radioaktiiviset aineet voivat teknisten vapautumisesteiden mahdollisesti vaurioituttua vapautua ensin kallioperään liukenemalla pohjaveteen ja kulkeutua edelleen pohjavesivirtausten kuljettamana kallioperästä biosfääriin sekä aiheuttaa sen jälkeen eri altistusreittien kautta säteilyannoksia. Nykyisten laskelmien mukaan luonnolliset radionuklidien vapautumisesteet (lähinnä kallio) ja tekniset esteet (kapselointi, bentoniitti) varmistavat suunnitellusti toimiessaan, että ympäristössä asuville henkilöille aiheutuva vuosittainen säteilyaltistuksen lisäys olisi luokkaa 0,001 mSv. Suuremmille väestöryhmille keskimäärin aiheutuvat annokset jäisivät hyvin paljon edellä mainittua arvoa pienemmiksi. Näin myös väestöannos jäisi pieneen murto-osaan taustasäteilyn aiheuttamaan väestöannokseen verrattuna.

Merkittävin haitta loppusijoitustilan moniestejärjestelmälle voisi aiheutua jääkauden jälkeisistä maankuoren lohkoliikunnoista. Tällaisten tapausten vaikutuksia on arvioitu olettaen erittäin pessimistisesti, että jo 1000 vuoden kuluttua voimakas loppusijoitustilaa leikkaava siirros rikkoisi kymmeniä kapseleita samanaikaisesti. Tulosten mukaan ympäristön väestölle aiheutuva säteilyannoksen lisäys jäisi luonnolliseen taustasäteilyyn verrattuna vähäiseksi ja annoksen odotusarvo turvallisuusvaatimusten mukaisen annosrajan alapuolelle. Loppusijoitustilat sijoitetaan kuitenkin turvallisuussyistä mahdollisimman ehjiin kalliolohkoihin, sillä liikunnot todennäköisimmin tapahtuvat ensisijaisesti jo olemassa olevia liikuntasauvoja (mm. rakoja ruhjevyöhykkeet) pitkin. Lisäksi täyteaineena käytettävä bentoniitti suojaa kapseleita loppusijoitustilassa tapahtuvilta pienehköiltä kallioperän liikunnoilta.

Geologisen loppusijoituksen säteilyvaikutuksia arvioitaessa tarkastellaan ketjua, jonka muodostavat kupari-rautakapselin korroosiotarkastelu tai vaurioituminen mekaanisesti, pohjaveden virtaustarkastelut, radionuklidien leviämistarkastelu pohjaveden virtauskentässä sekä radionuklidien leviämistarkastelu biosfäärissä ja ihmisen altistus säteilylle elinpiirissään. Perustapaukseksi oletetaan tilanne, jossa kallioperässä nyt vallitsevat olosuhteet jatkuvat myös tulevaisuudessa. Herkkyystarkasteluissa taas selvitetään perustapauksesta poikkeavien kehityskulkujen seurauksia, jolloin laskelmissa vaihdellaan mm. pohjaveden kemiallisia ominaisuuksia sekä pohjaveden virtaamaa ja ajanhetkeä, jolloin radionuklidit alkavat vapautua

pohjaveteen. Lisäksi herkkyytarkasteluissa on selvitetty myös ihmisen tahatonta tunkeutumista loppusijoitustilaan. Taulukkoon 1 on koottu suppea yhteenveto suomalaisissa turvallisuusanalyysissä tarkastelluista tapauksista. Lasketut säteilyannokset jäivät kaikissa yhdistelmissä viranomaisten esittämiä annosrajoituksia alhaisemmiksi ja myös epätodennäköisten onnettomuuksien tapauksessa luonnon taustasäteilyn aiheuttamia annoksia pienemmiksi.

Taulukko 1. Suomalaisissa käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen turvallisuusanalyysissä tarkasteltuja tapauksia.

Tapaus	Perustelu
<p>Pohjavesikemian muutokset</p> <ul style="list-style-type: none"> • pelkistävä (perustapaus) • hapettava • suolainen 	<p>Peruskalliosta tavattu kemiallisesti erilaisia pohjavesiä; kemia olennaisesti mukana kupari- rautakapselin korroosiossa, radionuklidien liukenemisessä pohjaveteen ja radionuklidien vuorovaikutuksessa kivi-vesisysteemissä</p> <ul style="list-style-type: none"> • loppusijoitusvyydellä nykyisin vallitseva tilanne • lähempänä maanpintaa vallitseva tilanne; vaikuttaa merkittävästi kapselin korroosioon, radionuklidien liukoisuuteen ja leviämiseen; jääkaudet voivat syöttää hapettavaa sulamisvettä kallioruhjeisiin • rannikoilla tavattu syviä lähes liikkumattomia suolaisia pohjavesiä; vaikuttaa radionuklidien liukoisuuteen ja leviämiseen; jääkaudet voivat siirtää makean ja suolaisen veden rajapintaa
<p>Pohjaveden virtaama</p> <ul style="list-style-type: none"> • uusia ruhjeita • häiriintynyt vyöhyke 	<p>Radionuklidien leviäminen tapahtuu pohjaveden välityksellä; mikäli pohjavesikemia ei muutu, pohjaveden kuljetuskyky on suoraan riippuvainen virtaamasta</p> <ul style="list-style-type: none"> • jääkausien yhteydessä voi kallion jännitystila laueta uusien vettä hyvin johtavien ruhjeiden syntymisen kautta • tunnelien louhiminen häiritsee kallion jännitystilaa ja voi aikaansaada tunnelien ympärille vettä paremmin johtavan vyöhykkeen
<p>Kapselin elinikä</p> <ul style="list-style-type: none"> • odotettu elinikä vähintään 100 000 vuotta (perustapaus) • alun pitäen viallisia kapse- leita, esim. reikiä, viallinen hitisauma • hapettava pohjavesi • kallioliikunnot vaurioittavat kapselia 	<p>Kuparin korroosionopeuden arviointi riippuu monista tekijöistä</p> <ul style="list-style-type: none"> • kuparin korroosio on hidasta vallitsevissa kemiallisissa olosuhteissa • kapselin valmistuksen laadunvarmistus vastaavan teollisen toiminnan tasoa • hapettava pohjavesi korrodoi kuparia • kallioliikuntoja tiedetään tapahtuneen Suomessakin
<p>Jääkausien vaikutukset</p> <ul style="list-style-type: none"> • maan nousu rannikolla • vaikutus pohjavesi- kemiaan • kallioliikunnot 	<p>Jääkausia tiedetään olleen Suomen leveysasteilla ja voidaan olettaa olevan myös tulevaisuu- dessa; jääkausien kaikkia yksityiskohtia ei tunneta</p> <ul style="list-style-type: none"> • nykyiset maannousunopeudet tunnetaan • sulamisvesien tunkeutumiseen kallioperään liittyy epävarmuuksia • jääkauden aikana kallion jännitystila vaihtelee, jännitysten laukaisemat maanjäristykset voivat aiheuttaa kallioliikuntoja ja uusia ruhjeita, vaikkakin jännitykset useimmiten purkautu- vatkin olemassa olevia ruhjeita pitkin
<p>Tunkeutuminen loppu- sijoitustilaan</p> <ul style="list-style-type: none"> • koeporaus • syvä porakaivo 	<p>Ihmisen voidaan kuvitella tunkeutuvan tahattomasti loppusijoitustilaan</p> <ul style="list-style-type: none"> • kairausnäytteen käsittely voi altistaa työntekijät säteilylle • loppusijoitustilan lähelle voidaan tehdä porakaivo, jos sijoitustilasta ei tiedetä

8.2.6 Kokonaissäteilyvaikutukset ydinjätehuollon eri vaihtoehdoissa

Ydinjätehuollon vaihtoehtoratkaisujen ympäristölle aiheuttamia kokonaissäteilyvaikutuksia verrattaessa on otettava huomioon koko ydinpolttoaineen kierto alkaen uraanimalmin louhinnasta, koska eri vaihtoehdoissa materiaalivirrat merkittävästi poikkeavat toisistaan. Tällöin tulee tarkastella myös mm. mahdollisen jälleenkäsittelyn vaikutusta väestöannoksiin ja säteilyriskeihin. Laskennallisiin väestöannoksiin vaihtoehtoisissa prosesseissa ja jälleenkäsittelyn eri vaiheissa vaikuttavat hyvin monet tekijät, eikä suoran loppusijoituksen strategiaa ja jälleenkäsittelyn sisältävää ydinjätehuollon strategiaa voida yksiselitteisesti asettaa paremmuusjärjestykseen.

Polttoainekierron alkupäässä eli uraanin louhinnasta ja malminrikastuksesta aiheutuvat jätteet sisältävät luonnon radioaktiivisia aineita, jotka sisältyvät uraanin luonnossa esiintyvistä isotoopeista ($U\ 238$ ja $U\ 235$) alkaviin pitkiin hajoamisketjuihin. Malmia käsiteltäessä näihin hajoamisketjuihin sisältyvät uraania lyhytikäisemmät aineet, kuten radium ja siitä hajoamistuotteena syntyvä radon aiheuttavat pitkään jatkuvan altistusmahdollisuuden radioaktiivisille aineille. Tämän vuoksi uraanimalmin louhinnasta ja malminrikastuksesta aiheutuvat jätteet on eristettävä luotettavasti elävästä luonnosta. Nykyisin toimivilla kaivoksilla on kiinnitetty huomattavasti aiempaa enemmän huomiota malminlouhinnan ja malminrikastuksen tuottamien jätekasojen jälkihoitoon eristämällä ne suojaavilla savikerroksilla, jolloin niiden läpi tihkuu vain vähän radioaktiivista radonkaasua, jonka puoliintumisaika on alle 4 vuorokautta. Uraanikaivos- ja malminrikastusjätteistä vapautuvan radonin aiheuttamaa väestön altistumista koskevia laskelmia on viime aikoina tarkennettu käyttäen parempia leviämismalleja sekä todellisten kaivosalueiden ympäristön väestöjakautumia. Uusimmat arviot ovat aiempia alhaisempia ja tuotettua sähköenergia-yksikköä kohden väestölle aiheutuvan yhteenlasketun säteilyannoksen arvioidaan olevan noin $1\ \text{manSv/GWa}$, mikä on samaa luokkaa kuin ydinvoimalaitosten normaaliikäytöstä aiheutuva väestöannos.

9 Yhteenveto: ydinjätehuollon vaihtoehtoratkaisujen vertailu

Edellä kuvattujen, käytetyn ydinpolttoaineen huollon vaihtoehtoisten ratkaisujen keskeisiä etuja ja haittoja on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Yhteenveto käytetyn ydinpolttoaineen huollon ja loppusijoituksen vaihtoehtoisten ratkaisujen eduista ja haitoista sekä sovellettavuudesta Suomen olosuhteissa.

Vaihtoehto	Edut	Haitat	Soveltamismahdollisuudet Suomessa
Suora loppusijoitus	<ul style="list-style-type: none"> • Käsittelyvaiheita vähän ja käyttöhenkilökunnan säteilyaltistus pieni • Perusteknologia olemassa • Suuria kertavaikutuksia aiheuttavat tapahtumat erittäin epätodennäköisiä 	<ul style="list-style-type: none"> • Kaikki pitkäikäiset radioaktiiviset aineet mukana jätteessä, joten potentiaalinen vaarallisuus kestää pitkään • Uraanivarojen käyttötehokkuus huono 	<ul style="list-style-type: none"> • Perusratkaisumalli Suomessa • Täyttää ydinenergialain vaatimukset käsittelystä ja pysyvistä sijoittamisesta Suomeen; myös palauttamisen mahdollista
Valvottu pitkäaikainen väilvarastointi	<ul style="list-style-type: none"> • Valvonta mahdollista • Mahdollistaa vaihtoehtojen uudelleen harkinnan: palautettavuus suhteellisen yksinkertaista • Teknologia olemassa 	<ul style="list-style-type: none"> • Siirtää vastuuta tuleville polville • Turvallisuus ja ympäristövaikutusten hallinta vaativat aktiivista valvontaa • Vaatii jatkuvaa ydinmateriaalivalvontaa • Lisää kustannuksia • Ei voi olla lopullinen ratkaisu 	<ul style="list-style-type: none"> • Nykyisten väilvarastojen käyttöä voidaan jatkaa jopa 100 vuotta • Mahdollisen uudentyyppisen väilvaraston rakentamispäätös tarvitaan vasta vuosikymmenien päästä
Jälleenkäsittely ja loppusijoitus	<ul style="list-style-type: none"> • Uraanivaroja voidaan käyttää tehokkaammin ja uraanin väkevöintitarve pienempi • Uraanin ja plutoniumin määrä jätteessä pienempi ja mahdollinen vaarallisuus pitkällä aikavälillä alaisempi 	<ul style="list-style-type: none"> • Useita käsittelyvaiheita, mikä lisää käyttöhenkilökunnan säteilyannoksia; häiriötilanteissa voi aiheutua päästöjä ympäristöön • Kustannukset kasvavat • Useita loppusijoitettavia jäteyyppejä; kokonaistilavuus ei olennaisesti pienene • Ydinmateriaalien leviämiskäsi suurempi 	<ul style="list-style-type: none"> • Kustannus- ja muista syistä johtuen olisi epätarkoituksenmukaista rakentaa pelkästään Suomen tarpeisiin jälleenkäsittelylaitosta • Nykyisessä muodossaan ydinenergialaki ei salli ulkomaisten palvelujen käyttöä
Jälleenkäsittely, lisäerottelu, transmutaatio, loppusijoitus	<ul style="list-style-type: none"> • Pitkäikäisten radioaktiivisten aineiden määrä jätteessä vähenee • Potentiaalisen vaarallisuuden ajanjakso lyhenee • Osana kehittyntä ydinenergiajärjestelmää voisi olla edullinen ratkaisu 	<ul style="list-style-type: none"> • Tarvittava jälleenkäsittelyteknologia monimutkaista ja kasvattaa edelleen kustannuksia • Ydinmateriaalin valmistusteknologian leviämiskäsi voi lisääntyä • Teknologia ei ole käytettävissä vielä, vaan vaatii huomattavaa läikehitystä • Toteutettavuus epävarmaa 	<ul style="list-style-type: none"> • Suomen ydinvoimahjelma on liian suppea itsenäiseen soveltamiseen • Ottaen huomioon jo perusvaihtoehtoon sisältyvän väilvarastoinnin ja loppusijoituksen palautettavuuden tarvittaessa tulevaisuudessa voidaan periaatteessa hyödyntää mahdollisesti kehittyviä kansainvälisiä palveluita
Avaruuteen lähettämisen tms.	<ul style="list-style-type: none"> • Jätteistä päästään lopullisesti eroon 	<ul style="list-style-type: none"> • Luotettavuusongelmia ==> riski laaja-alaiseen ydinsaastumiseen • Kustannukset vaikeita arvioida 	<ul style="list-style-type: none"> • Mahdollista ainoastaan kansainvälisenä yhteistyönä ja yhteisin sopimuksin

10 Yleiskatsaus käytetyn ydinpolttoaineen huollon tilanteeseen eri maissa

10.1 Yleistä

Alun perin ydinvoimalaitosten polttoainekierron suunnittelun lähtökohtana pidettiin yleisesti periaatetta, jossa halkeamiskelpoisten aineiden mahdollisimman tehokkaan hyväksikäytön takaamiseksi uraanin lisäksi myös reaktoreissa syntyvä plutonium kierrätetään käytettäväksi polttoaineena joko tavallisissa reaktoreissa tai niin sanotuissa hyötöreaktoreissa. Sähköenergian tarpeen kasvaessa ennustettua hitaammin ja ydinennergian osuuden jäädessä kaavailtua pienemmäksi raakauraanin hinta on pysynyt edullisena ja tarjonta runsaana. Näin ollen on muodostunut tilanne, jossa monissa maissa on katsottu kierrätysvaihtoehdon jäävän taloudellisesti epäedullisemmaksi, etenkin tapauksissa, joissa joudutaan käyttämään ulkomaisia jälleenkäsittelypalveluita ja ydinvoimakapasiteetti on melko pieni. Eräissä maissa on perusteluksi jälleenkäsittelystä ja erotettavien ydinaineiden kierrätyksestä luopumiselle esitetty myös ydinaseiden leviämismahdollisuuksien pienentämiseen liittyvät näkökohdat.

Taulukossa 3 esitetään yhteenveto ydinenergiaa käyttävien maiden valitsemista käytetyn polttoaineen huoltostrategioista ja ydinjätehuollon toteutusvaiheesta. Yhteenvetoa laadittaessa on käytetty hyväksi useita lähteitä, muun muassa Käytetyn polttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon turvallisuutta koskevaan yleissopimukseen liittyviä kansallisia selontekoja sekä Ydinturvallisuutta koskevan yleissopimuksen (SopS 74/1996) vastaavia selontekoja

Jälleenkäsittelyyn voimakkaimmin sitoutuneita OECD-maita ovat Ranska ja Japani sekä aiemmin myös Iso-Britannia. Lisäksi useissa muissa maissa, kuten Saksassa ja Belgiassa, jälleenkäsittely on aiemmin ollut päävaihtoehtona. mutta suora loppusijoitus on sittemmin vaihtunut perusratkaisuksi. Venäjä on pitkällä aikavälillä vahvasti jälleenkäsittelyvaihtoehtoon suuntautuva. Entisen Itä-Euroopan maat ovat osittain vielä horjuvalla kannalla. Useimmissa tapauksissa käytetyn polttoaineen vienti Venäjälle on tullut joko muiden tai oman maan lainsäädännöllisten muutosten takia tai taloudellisista syistä suljetuksi pois vaihtoehtona. Tässä tilanteessa näissä maissa varaudutaan ainakin toistaiseksi pitkään väliavarastointiin. Käytetyn polttoaineen suoraan loppusijoitukseen ovat tällä hetkellä tiukimmin suuntautuneet Yhdysvallat, Kanada, Ruotsi, Espanja ja Suomi. Lisäksi maissa, joissa on vain pieni

ydinvoimaohjelma (esimerkiksi alle neljä reaktoria) suora loppusijoitusta pidetään nykyisissä olosuhteissa ilmeisimpänä vaihtoehtona. Tätä vaihtoehtoa katsotaan erityisesti pienten, ulkopuolisista jälleenkäsittelypalveluista riippuvien maiden tapauksessa puoltavan myös taloudelliset tekijät.

Taulukko 3. Eri maissa valitut käytetyn ydinpolttoaineen huollon perusratkaisut ja geologisessa loppusijoituksessa tutkitut kalliomuodostelmat sekä aikataulu.

Maa	Perusratkaisu		Loppusijoituspaikka, kivilaji(t)	Lisätietoja
	Jälleenkäsittely	Suora loppusijoitus		
Argentiina	Valinta avoin			Kuiva välivarastointi 50–100 vuotta
Belgia	(X)	X	Savi (Boom Clay) Kalliolaboratorio HADES; Mol (SCK-CEN) Sijoituspaikan valinta v. 2013 valmistuvan turv. analyysin perusteella	Perusratkaisu avoin; jälleenkäsittely keskeytetty. Suunnitelma hallituksen periaatepäätöstä varten 2010. Luvitusprosessin käynnistys v. 2025.
Brasilia	X			
Bulgaria	X		Korkea-aktiivisen jätteen loppusijoitus Bulgariassa; konseptista päätös 2012.	Keskitetty välivarasto käytetylle polttoaineelle; myös kuljetuksia Venäjälle jälleenkäsiteltäväksi jatkettu.
Espanja		X	Sijoituspaikan valintaselvitykset on toistaiseksi keskeytetty.	Ohjelma keskeytyksissä ainakin v. 2010 asti; loppusijoitus ehkä 2050—>.
Etelä-Korea		X	Ei vielä paikkakohtaisia loppusijoitusselektioitä.	Keskitetyn välikaivaraston paikanvalinta keskeytetty ja loppusijoitus avoin.
Hollanti		X		Keskitetty välivarastointi \geq 100 vuotta ennen lopullista päätöstä.
Intia	X		Sijoituspaikan valinnassa keskitytään maan luoteisosaan	Aikataulutavoitteista ei tietoa.
Iso-Britannia	X	X	Sijoituspaikan valinta kansallisen suunnitelman (2008) mukaisesti.	Loppusijoitustilan käyttöönotolle ei aikataulutavoitetta. Mahdollisten uusien reaktorien osalta ei jälleenkäsittelyä.
Japani	X		Kaksi kalliolaboratoriota (kiteinen kallio ja savi)	Oma jälleenkäsittelylaitos valmistumassa; loppusijoituslaitoksen käyttöönotto tavoite v. 2035.
Kanada		X	Kiteinen kallioperä, vaiheittainen etenevä, sopeutettavissa oleva sijoituspaikan valinta.	Loppusijoitustilan käyttöönotto 2030-luvun jälkipuoliskolla.
Kiina	X		Kiteinen kallio; sijoituspaikkatutkimuksia Beishan alueella (Gobin autiomaa).	Keskitetty välivarasto suunnitteilla. Loppusijoituksen aloituksen aikataulutavoite 2050.
Liettua		X		Vähintään 50 vuoden välivarastointi ennen loppusijoitusta.
Meksiko		X		
Pakistan		X		
Ranska	X		Tutkittu Buren aluetta, jossa kalliolaboratorio (savi).	Sijoituspaikan valinta 2015. Loppusijoituksen aloitus 2025.
Loppusijoituksen aloitus 2025.				
Romania		X		Kesk. välivarastosta toteutettu 3 moduulia; loppusij. laitoksen käyttö 2055—>.

Maa	Perusratkaisu		Loppusijoituspaikka, kivilaji(t)	Lisätietoja
Ruotsi		X	Östhammar valittu 2009; graniittityyppinen.	Keskitetty käyt. polttoaineen välivarasto.
Loppusijoituksen aloitus 2023				
Saksa		X	Paikkatutkimuksia aiotaan jatkaa Gorlebenissä.	Jälleenkäsittely keskeytetty 2005; loppusijoitustila käyttöön 2035.
Slovakia		X		Paikkatutkimukset keskeytyksissä välivarastointia 40–50 vuotta.
Slovenia/Kroatia		X		Loppusijoituksen aloitus 2065.
Suomi		X	Olkiluoto; graniittityyppinen.	Rakentamislupahakemus 2012. Loppusijoituksen aloitus 2020.
Sveitsi	X	X	Savi; kolme aluetta valittu sijoituspaikkatutkimuksiin.	Keskusvälivarasto käytössä; ls-paikan valintaprosessi kolmivaiheinen, loppusijoituslaitoksen rakentaminen 2040—> ja käyttöönotto v. 2050 (loppusijoitus valvottu, palautettavissa).
Taiwan	Valinta avoin	Valinta avoin		
Tšekki	(X)	X	6 potentiaalista sijoituspaikkavaihtoehtoa valittu.	Paikanvalinta 2025, kalliolaboratorio 2030; loppusij. aloitus ennen 2065.
Ukraina	X	X		
Unkari	(x)	X	Kalliolaboratorio 2012; savimuodostelma (Boda).	Loppusijoituksen aloitus ennen 2050.
Venäjä	X		Sijoituspaikkatutkimuksia mm. Tseljabinskin ja Krasnoyarskin alueilla.	Tavoiteaikataulu loppusijoituslaitoksen käyttöönotolle 2025–2030.
Yhdysvallat		X	Tuhkakivi /Yucca Mountain hankkeen jatko epäselvässä tilanteessa.	Ennen v. 2009 alun uusia linjauksia ls-laitoksen arvioitu käyttöönotto oli n. 2020. Myös palaamista jälleenkäsittelyvaihtoehtoon on harkittu.

Suurimmassa ydinenergiamaissa voidaan jälleenkäsittelyvaiheesta aiheutuvia lisäkustannuksia kompensoida polttoainemateriaalien kierrätyksestä ja raakaenergiavarojen tehokkaammasta käytöstä saatavalla hyödyllä. Muun muassa Japanissa, Ranskassa ja Yhdysvalloissa tutkitaan laajasti myös edistyneitä polttoainekiertoratkaisuja, joissa jälleenkäsittelyssä eroteltuja pitkäikäisiä radioaktiivisia aineita voitaisiin erityisrakenteisissa reaktoreissa tai hiukkaskiihdyttimiä käyttäen muuntaa eli transmutoida lyhytikäisemmiksi aineiksi. Tässäkään tapauksessa ei voida välttyä korkeaaktiivisten jätteiden loppusijoitustarpeelta, mutta loppusijoituksen teknisten vapautumisesteiden pitkäaikaiskestävyydelle ja sijoituspaikoille asetettavia vaatimuksia voitaisiin lievittää. Siitä huolimatta voitaisiin saavuttaa yhtä korkea turvallisuustaso kuin nykyisin esitetyin loppusijoitusratkaisuin voidaan saavuttaa sekä jälleenkäsittelyjätteiden että käytetyn polttoaineen suorassa loppusijoituksessa.

10.2 Käytetyn ydinpolttoaineen huollon tilanne Isossa-Britanniassa, Ranskassa, Ruotsissa, Saksassa ja Yhdysvalloissa

Iso-Britannia

- Käytössä olevien reaktorien määrä ja tuotantokapasiteetti lokakuussa 2009: 19 kpl; 11 000 MW
- Ydinenergian osuus sähkön tuotannosta vuonna 2008: 13,5 %

Isossa-Britanniassa ydinjätteiden tuottajat ovat vastuussa jätehuollon suunnittelusta ja toteutuksesta. Sellafieldissa sijaitsee kaksi jälleenkäsittelylaitosta ja alkupeäräisenä strategiana on ollut, että kaikki syntyvä käytetty ydinpolttoaine jälleenkäsittelylaitoksiin näissä laitoksissa. Jälleenkäsittelyjäte on välivarastoituna laitoksen yhteyteen. Ensimmäisessä vaiheessa otettiin 1960-luvun puolivälissä käyttöön Magnox-reaktorien polttoaineen jälleenkäsittelyyn tarkoitettu laitos. Se lopettaa toimintansa viimeistään vuonna 2013, kun viimeisimmänkin suljetun Magnox-reaktorin polttoaine on jälleenkäsittelyyn tarkoitettu laitos (THORP, THERmal Oxide Reprocessing). Laitoksen toiminta on kuitenkin useiden käyttöhäiriöiden vuoksi ollut katkonaista ja kaikkiaan laitoksella on käsitelty noin 600 tonnia käytettyä polttoainetta. Jatkon osalta Iso-Britannia ei ole sitoutunut suljettuun eikä avoimeen polttoainekierto; käytettyä polttoainetta ei kuitenkaan katsota jätteeksi vaan tulevaisuudessa mahdollisesti käyttökelpoiseksi polttoainemateriaaliksi. Esimerkiksi Ison-Britannian ainoan kevytvesireaktorin, Sizewell B:n, polttoainetta välivarastoidaan toistaiseksi. Muista maista toimitettua polttoainetta jälleenkäsittellään edelleen THORP-laitoksella. Nykyisten sopimusten mukainen polttoainemäärä saadaan jälleenkäsitellyksi suunnilleen ensi vuosikymmenen puoleen väliin mennessä. Tämänhetkisen näkemyksen mukaan Iso-Britanniaan mahdollisesti rakennettavien uusien ydinvoimalaitosten osalta perusolettamuksena on, että polttoainetta ei jälleenkäsiteltäisi.

Vuonna 2001 hallitus käynnisti radioaktiivisten jätteiden huollon kokonaisvaltaisen ohjelman laadinnan. Ohjelman laadinnan tueksi hallitus asetti marraskuussa 2003 ydinjätehuoltokomitean (CoRWM, Committee on Radioactive Waste Management). Lokakuussa 2006 hallitus hyväksyi CoRWM:n geologista loppusijoitusta koskevat suositukset. Hallitus myös tuki komitean suositusta, että loppusijoituspaikan valinnassa tulee edetä kuntien vapaaehtoisesti ilmaisemaan halukkuuteen perustuen. Kesäkuussa 2008 parlamentille esitettiin yleissuunnitelma (White Paper) liittyen geologiseen loppusijoitukseen. Samalla esitettiin kunnille kutsu tarjoutua ilmaisemaan kiinnostuksensa jatkokeskusteluihin ilman sitoumusta lopullisesta hyväksymisestä. Ydinjätekomitean (CoRWM) tilanneraportissa hallitukselle heinäkuussa 2009 esitetään lisäsuosituksia sijaintipaikan valintaprosessin edistämiseksi ja todetaan, että Copedalen ja Allerdale Boroughin alueneuvostot (valtuustot) ovat ilmaisseet alustavan kiinnostuksensa ja Cumbriassa ollaan aloittamassa keskusteluita.

Komitea on kuitenkin ilmaissut olevan toivottavaa, että useammat kunnat ilmaisevat halukkuutensa.

Isossa-Britanniassa toteuttajaorganisaationa toimii keskitetysti kaikesta ydinlaitosten käytöstä poistosta ja ydinjätehuollosta huolehtiva, vuonna 2005 perustettu, julkishallinnon laitos (NDA, Nuclear Decommissioning Authority), jonka tehtävät on määritelty energiahuoltoa koskevassa laissa (Energy Act 2004). Aiemmin jätehuollon vastuunorganisaationa toiminut Nirex on liitetty NDA:han ja Nirexin tehtäviä hoitaa nyt NDA. Viranomaisvalvonnasta vastaavat yhdessä Health and Safety Executive ja Environment Agency.

Ranska

- Käytössä olevien reaktorien määrä ja tuotantokapasiteetti lokakuussa 2009: 59 kpl; 63 500 MW
- Rakenteilla olevien reaktorien määrä ja tuotantokapasiteetti lokakuussa 2009: 1 kpl; 1 600 MW

Ydinenergian osuus sähkön tuotannosta vuonna 2008: 76,2 %

Ydinjätehuollon toteuttamisesta vastaa valtion omistama ydinjäteyhtiö ANDRA (Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs). Käytännön tutkimus- ja kehitystyöstä vastaa ANDRA yhdessä ydinenergiakomissio CEA:n kanssa. Ranskassa kaasujäähdytteisten reaktorien polttoaineen jälleenkäsittelylaitos (UP1, Usine de Plutonium) oli käytössä Marcoulessa vuoteen 1997 asti. La Hagueen on rakennettu suuri kevytvesireaktorien polttoaineen jälleenkäsittelylaitos, jossa on nykyisin käytössä kaksi yksikköä. UP2:ssa, jonka kapasiteetti nykyisin on 1 000 tonnia käytettyä polttoainetta vuodessa, käsitellään kaikki Ranskassa syntyvä käytetty ydinpoltoaine. UP3 laitoksella käsitellään ulkomaisten ydinvoimayhtiöiden Ranskaan toimittamaa käytettyä polttoainetta ja myös sen nimellinen kapasiteetti on luokkaa 1 000 tonnia vuodessa. Ulkomainen kysyntä on kuitenkin huomattavasti vähentyneessä johtuen toisaalta oman jälleenkäsittelykapasiteetin rakentamisesta (Japani) tai monien maiden siirtymisestä käytetyn polttoaineen suoraan loppusijoitukseen ilman jälleenkäsittelyä.

Ranskan korkea-aktiivisen ydinjätteen huollon (ml. käytetyn polttoaineen loppusijoitus) tutkimusta ja kehitystä varten säädettiin vuonna 1991 erityinen laki. Siinä määrättiin selviteltäväksi ja tutkittavaksi yhtä suurella panostuksella (1) geologista loppusijoitusta, (2) isotooppierottelua ja transmutaatiota sekä (3) pitkäaikaisvälivarastointia. Lain edellyttämät tutkimukset raportoitiin vuonna 2006 ja tutkimustuloksien pohjalta hallitus valmisteli uuden lain, joka hyväksyttiin vuonna 2006. Laissa määritellään käytetyn polttoaineen käsittelyyn ja korkea-aktiivisen jätteen geologiseen loppusijoitukseen liittyvän tutkimuksen ja toteutuksen tavoitteet ja aikataulut. Entiseen tapaan käytetystä polttoaineesta pääosa jälleenkäsitellään ja UP2- ja UP3-laitosten kapasiteetti riittää kaikkiaan noin 1 700 tonnin polttoainemäärän jäl-

leenkäsittelyyn vuodessa. Aiemmassa laissa määritellyille pääselvityskohteille on kullekin määritelty uudet tavoitteet.

Isotooppierottelun ja transmutaation tutkimuksen ja kehityksen vastuuorganisaationa on edelleen CEA (Commissariat à l'Énergie Atomique). Transmutaation toteuttamisvaihtoehtoina selvitetään edelleen uuden sukupolven nopeita reaktoreita että kiihdytinpohjaisia alikriittisiä järjestelmiä ja tavoitteena on vuonna 2012 tehdä valinta näiden vaihtoehtoisten ratkaisujen kesken perustuen arvioihin teollisesta toteuttamiskelpoisuudesta. Valintaa vastaavan prototyypilaitoksen käyttöön oton aikataulutavoite on vuosi 2020. Alustavien näkemysten perusteella on todennäköisintä, että aikanaan päädytään nopean natrium-jäähdytteisen reaktorin valintaan prototyypilaitokseksi. On huomattava, että kaikkia radioaktiivisia aineita ei voida täydellisesti transmutoida, vaan myös transmutaatiota sovellettaessa jää lopuksi jäljelle korkea-aktiivisia jätteitä, jotka edellyttävät geologista loppusijoitusta. Lisäksi transmutointia ei voida soveltaa jo aiemmin syntyneisiin korkea-aktiivisiin jätteisiin, jotka on kiinteytetty lasittamalla.

Geologisen loppusijoituksen osalta aiempi laki edellytti valitsemaan vähintään kaksi paikkaa, joihin rakennetaan maanalainen laboratorio. Laki edellytti, että laboratorioista ainakin yhden tulisi sijaita graniittikalliossa ja toisen savikivessä. Savivilaboratorion paikaksi on hallituksen päätöksellä vuonna 1998 valittu Buren alue. Sen sijaan graniittilaboratorion sijoituspaikan valinnasta jouduttiin kokonaan luopumaan, koska millään vaihtoehtoisilla sijoituspaikoilla ei saatu riittävän laajaa poliittista ja kansalaisten hyväksyntää. Vuoden 2006 lain mukaan loppusijoituspaikan kallioperän tulee olla tyypiltään samaa kuin on tutkittu kalliolaboratoriossa eli Buressa tutkittu savimuodostelma. Yksityiskohtaiset sijoituspaikkatutkimukset loppusijoitusalueen valitsemiseksi käynnistettiin vuonna 2007. Tavoitteena on jättää vuonna 2015 viranomaisten käsiteltäväksi esitys alueen valinnasta geologisen loppusijoituslaitoksen sijoituspaikaksi. Laissa on määritelty, että loppusijoituslaitos on toteutettava ylläpitäen vaiheittaisessa toteutuksessa kaikissa vaiheissa mahdollisuus kunkin vaiheen peruuttamiseen. Peruutettavuusvaatimus koskee vähintään 100 vuoden jaksoa. Vaatimuksen noudattamisen vahvistaminen edellyttää parlamentin hyväksyntää ennen kuin aikanaan päätetään loppusijoituslaitoksen käyttöönotosta. On suunniteltu, että parlamentin käsittely toteutetaan laajan kansalaiskeskustelun pohjalta vuonna 2012. Parlamentin hyväksyntä edellytetään myös loppusijoituslaitoksen lopullisen sulkemisen yhteydessä. Syvän geologisen loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemus on suunniteltu jätettäväksi viranomaisten käsiteltäväksi vuonna 2015 ja laitoksen käyttöönoton on suunniteltu tapahtuvan vuonna 2025.

Pitkäaikaisväliavarastoinnin tutkimuksessa ja kehityksessä selvitettiin vuoteen 2006 mennessä erilaisia teknisiä mahdollisuuksia toteuttaa maanpinnalla tai maanalaisesti lähellä maanpintaa tapahtuva erilaisten jätetuotteiden (mm. lasitettu korkea-aktiivinen jäte ja polttoaine-elementtien metalliset rakenneosat) ja sekaoksidipolttoaine-elementtien (MOX) väliavarastointi. Vaikkakin sekä vuoden 1991 että vuoden 2006 laeissa pitkä-aikaisvarastointi tuodaan esille itsenäisenä tutkimuslinjana

ei sitä voida pitää kestävästä kehityksestä mukaisena lopullisena ratkaisuna. Toisaalta pitkäaikainen välivarastointi on jo nykyisin sovellettava, geologista loppusijoitusta edeltävä välivaihe. Lisäksi välivarastointivaihe luo joustavuutta isotooppierottelun ja transmutaation toteutukseen ennen geologista loppusijoitusta. Esimerkiksi sekaoksidipolttoainetta ei tällöin ole tarvis loppusijoittaa käsittelemättömänä, vaan jälleenkäsittely on mahdollista toteuttaa myös tälle polttoainetyypille pitkähkön jäähtymisajan (60–80 vuotta) jälkeen ja tällöin voidaan hyödyntää myös sekaoksidipolttoaineessa käytön jälkeen vielä olevat käyttökelpoiset polttoainevarat (uraani, aktinidit ja sivuaktinidit). Vuoden 2006 lain vaatimusten mukaan pitkäaikaisvarastointia koskevalla tutkimuksella on luotava edellytykset toteuttaa uusi pitkäaikainen välivarastointiratkaisu tai modifioida olemassa olevia pitkäaikaisvarastoja siten, että ne täyttävät lisäkapasiteetin tarpeen.

Ruotsi

- Käytössä olevien reaktorien määrä ja tuotantokapasiteetti lokakuussa 2009: 10 kpl; 9 400 MW
- Ydinenergian osuus sähkön tuotannosta vuonna 2008: 42,0 %

Ydinjätehuollon turvallisuutta valvoo ympäristöministeriön alaisuudessa toimiva säteilyturvallisuusviranomaisen SSM (Strålsäkerhetsmyndigheten). Oman ja kansallisen osaamisensa turvaamiseksi SSM rahoittaa tutkimusta sekä Ruotsissa että muissa maissa. Osa tutkimuksista liittyy riippumattomien arviointien suorittamiseen. Hallituksen antaman tehtävän mukaisesti SSM on laatinut ja julkaissut kesäkuussa 2009 kaikki radioaktiiviset jätteet kattavan kansallisen jätehuoltosuunnitelman, joka lähinnä määrittelee viranomaistehtävät eri jätetyyppien osalta, joista merkittävien ydinenergian tuotannosta peräisin olevat ydinjätteet. Lisäksi yhtenä neuvonantavana elimenä toimii ydinjäteneuvottelukunta KASAM (Statens råd för kärnavfallsfrågor), joka riippumattomana muista toimijoista arvioi kolmen vuoden välein julkaisemissaan raporteissa Ruotsin ydinjätehuollon tieteellistä tasoa ja osaamista. Ydinvoimateollisuuden omistama SKB-yhtiö (Svensk Kärnbränslehantering Ab) on vastuussa ydinjätehuollon toteutuksesta ja sen edellyttämästä tutkimustoiminnasta.

Käytetty ydinpolttoaine välivarastoidaan tällä hetkellä Oskarshamnissa ydinvoimalaitoksen yhteydessä olevassa keskusvarastossa (CLAB), johon kauempana sijaitsevista laitoksista tulevat käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukset saapuvat meritse. Keskusvaraston yhteyteen on suunniteltu rakennettavaksi myös laitos käytetyn ydinpolttoaineen kapseloimiseksi loppusijoitusta varten. Kapselointilaitoksen rakentamiseen tarvitaan kaksi erillistä lupaa. SKB jätti ydinenergiain (kärntekniklagen) mukaisen hakemuksen kapselointilaitoksen rakentamisesta jo marraskuussa 2006 ja tätä hakemusta käsittelee SSM. Toinen hanketta koskeva hakemus ympäristöviranomaiselle (Miljöbalken) on tarkoitus jättää vuonna 2010. Kapselointilaitoksen rakentaminen on tarkoitus aloittaa noin vuonna 2015. Kapselointilaitoksen rakentamisen keskusvaraston yhteyteen on nähty tarjoavan useita etuja. Kapselointilaitos

on tarkoitus ottaa käyttöön samana vuonna kuin otetaan käyttöön käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitos eli noin vuonna 2023.

SKB on toteuttanut useassa vaiheessa tutkimuksia käytetyn polttoaineen loppusijoituslaitoksen sijoituspaikan valintaan liittyen. Viimeisimmässä vaiheessa vertailevia tutkimuksia suoritettiin Oskarshamnin ja Forsmarkin ydinvoimalaitosten läheisyydessä, niiden sijainti- tai lähikunnissa eli Simpevarp ja Laxemar sekä Östhammar. Kesäkuussa 2009 SKB tiedotti valinneensa sijoituspaikaksi Östhammarin kunnan, jonka alueella sijaitsee Forsmarkin ydinvoimalaitos, jossa on käytössä kolme reaktoriyksikköä. Östhammarin valintaa puolsivat useat, erityisesti pitkäaikaisturvallisuuden vaikuttavat tekijät, kuten alueen kallioperän eheys ja alhainen vedenjohtavuus sekä kallion parempi lämmönjohtavuus verrattuna vaihtoehtona olleeseen Laxemarin alueeseen. Jälkimmäinen tekijä vaikuttaa myös loppusijoitustilan mitoittamiseen ja saman jätemäärän loppusijoittaminen Östhammarissa vaatii pienemmän kallio-tilavuuden kuin Laxemariin. SKB:lla on aikomus jättää rakentamislupahakemuksensa säteilyturvallisuusviranomaiselle (SSM) ja ympäristöviranomaiselle vuoden 2010 lopulla. SKB arvioi saavansa hallitukselta luvan loppusijoituslaitoksen rakentamiseen aikaisintaan vuonna 2013, jolloin rakentaminen voitaisiin aloittaa vuonna 2014 ja käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus voitaisiin aloittaa vuonna 2023.

Pieni osa Ruotsissa syntyneitä käytettyä ydinpolttoainetta on jälleenkäsitelty Isossa-Britanniassa. Suunnitelmien mukaan tulnaisiin pieniä määriä MOX-polttoainetta valmistamaan ja käyttämään Oskarshamnin ydinvoimalaitoksella. Ruotsin hallitus teki päätöksen asiasta joulukuussa 2002. Silloin voimayhtiö esitti aikovansa ladata reaktoriin kyseistä polttoainetta vuoden 2005 jälkeen. Lisäksi on sovittu Saksan ja Ruotsin kesken, että Ruotsista aikanaan La Hagueen jälleenkäsiteltäväksi toimitetusta polttoaine-erästä (55 tonnia) muodostuneen lasitetun korkea-aktiivisen jätteen Ruotsiin palautuksen sijasta saksalaista MOX-polttoainetta palautetaan 24 tonnia Ruotsiin ja sitä varastoidaan CLAB-keskusvarastossa. Perusteluna tälle vaihdolle on se, että tällöin Ruotsin käytetyn polttoaineen loppusijoituslaitoksella ei tarvitse erikseen suunnitelmassa varautua myös lasitetun jätteen loppusijoittamiseen.

Käytetty ydinpolttoaine on tarkoitus loppusijoittaa noin 500 metrin syvyyteen kalliooperään. Loppusijoitusmenetelmä vastaa Suomessakin käytettäväksi suunniteltua KBS-3-menetelmää. Sen mukaan ydinpolttoaineput kapseloidaan kupari-rauta-kapseloihin, jotka loppusijoitustilassa lisäksi eristetään bentoniitilla ympäröivästä kalliosta. Sulkemisen jälkeen loppusijoitustila ei edellytä valvontaa. Loppusijoituksen palautettavuudelle tai peruutettavuudelle ei ole viranomaisvaatimuksia, mutta käytännössä valittu loppusijoituskonsepti tarjoaa eri vaiheissa mahdollisuuksia tällaisiin ratkaisuihin.

Monipuolisia käytännön loppusijoitustutkimuksia sekä ruotsalaisten omina että kansainvälisinä projekteina tehdään SKB:n Äspössä sijaitsevassa maanalaisessa kalliolaboratoriossa, jossa tutkimukset voidaan tehdä todellisessa loppusijoitusyvyssä. Äspön kalliolaboratorioon on myös rakennettu prototyyppiloppusijoitustila eli täysimittaisen loppusijoitustilan osa, johon on sijoitettu kuusi sähköisesti

lämmitettyä loppusijoituskapselia. Mittauksin seurataan sijoitusreiän kallion, kapselin, täyteaineen ja tunnelitäytteen käyttäytymistä pitkäaikaiskokeen kuluessa.

Saksa

- Käytössä olevien reaktorien määrä ja tuotantokapasiteetti lokakuussa 2009: 19 kpl; 21 200 MW
- Ydinenergian osuus sähkön tuotannosta vuonna 2008: 28,3 %

Saksan alkuperäinen atomienergielaki edellytti kaiken käytetyn ydinpolttoaineen jälleenkäsittelyä ja valtion rakentamaa loppusijoituslaitosta kaikille ydinjätteille. Vuonna 1979 aloitettiin valtiovalan toimesta suolakivimuodostumaan sijoitettavan loppusijoituslaitoksen kehittäminen Gorlebeniin. Saksassa ei kuitenkaan ole omaa jälleenkäsittelylaitosta, vaikka pilottityyppinen laitos oli käytössä Karlsruheessa ja Wackersdorfiin suunniteltiin rakennettavaksi teollisesti toimiva laitos, mutta sen rakentamisesta luovuttiin myöhemmin. Tämän vuoksi ydinvoimayhtiöt tekivät sopimuksia jälleenkäsittelystä Ranskassa ja Englannissa. Jo vuodesta 1994 alkaen yhtiöt ovat voineet perustaa käytetyn polttoaineen huollon suunnittelun myös suuralle loppusijoitukselle. Saksassa on myös valtion ylläpitämiä alueellisia välivarastoja, joista osaan on sijoitettu tai on mahdollista sijoittaa välivarastoitavaksi käytettyä polttoainetta. Sittemmin hallitus teki päätöksen, että jatkossa käytetyn polttoaineen välivarastointi tulee ensisijaisesti hoitaa ydinvoimalaitosten yhteyteen rakennettavissa pitkäaikaisvarastoissa. Myös voimalaitosjätteitä välivarastoidaan laitospaikoilla. Vuonna 2014 on tarkoitus ottaa käyttöön voimalaitosjätteiden loppusijoituslaitos Konradissa. Syväälle kallioperään rakennettava laitos soveltuu myös muiden pitkäikäisten ydinjätteiden loppusijoitukseen, lukuun ottamatta käytettyä polttoainetta tai korkea-aktiivista jälleenkäsittelyjätettä.

Saksan hallitus ja neljä suurinta ydinvoimayhtiötä ovat allekirjoittaneet kesäkuussa 2001 sopimuksen, jossa sovitaan maan ydinvoimalaitosten sulkemisen aikataulusta ja niiden tuottamien ydinjätteiden loppusijoituksen periaatteista. Sopimuksen pohjalta on atomienergielakiin tehty vastaava muutos ja tämä viimeisin atomienergielain muutos tuli voimaan huhtikuussa 2002. Sopimuksen ja lakimuutoksen mukaan ydinpolttoaineen jälleenkäsittely lopetetaan niin pian kuin se on mahdollista rikkomatta jo tehtyjä jälleenkäsittelysopimuksia. Ydinpolttoaineen kuljetukset jälleenkäsittelylaitoksille eivät ole enää olleet mahdollisia 1.7.2005 jälkeen. Jälleenkäsittelyssä erotettu plutonium on käytettävä MOX-polttoaineena saksalaisissa ydinvoimalaitoksissa. Voimayhtiöt veloitettiin rakentamaan mahdollisimman nopeasti polttoaineen välivarastot kunkin voimalaitoksen yhteyteen tai lähistölle, jotta voitiin välttää kuljetuksia tai ainakin vähentää niiden määrää. Käytettyä polttoainetta voitiin kuitenkin kuljettaa alueellisiin välivarastoihin, kunnes paikalliset varastot ovat valmiit. Kaikkiaan on vuoden 2008 loppuun mennessä otettu käyttöön paikalliset välivarastot 12 laitospaikalla ja viimeisimmän jo käytöstä poistetun Obrigheimin reaktio-

rin osalta on myös paikallisen kuivavaraston rakentamislupahakemus viranomais-
ten käsittelyssä.

Hallitus sitoutuu edelleen vastaamaan loppusijoituksesta. Toteutuksesta vastaa-
maan on ympäristöministeriön (BMU) alaisuudessa toimiva liittovaltion säteilysuojelu-
toimisto (BfS) asettanut erillisen yhtiön (DBE, Die Deutsche Gesellschaft zum
Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH). Viranomaisvalvonnasta vas-
taa ympäristöministeriö (BMU) ja tässä tehtävässä sitä tukee Gesellschaft für Anla-
gen- und Reaktorsicherheit mbH (GRS) sekä reaktoriturvallisuus- ja säteilysuojelu-
neuvottelukunnat. Ympäristöministeriölle on asetettu jo vuonna 2001 tehtävä val-
mistella laajapohjainen kansallinen suunnitelma kansalliseksi radioaktiivisten jät-
teiden huolto-ohjelmaksi. Ministeriöllä on tavoitteena esittää luonnos ohjelmasta
vuoden 2009 kuluessa.

Lopullista päätöstä käytetyn polttoaineen ja korkea-aktiivisen jätteen loppusijoi-
tuslaitoksen paikasta ei ole tehty eikä myöskään kiinnitetty minkä tyyppiseen kal-
liomuodostelmaan loppusijoitus tapahtuisi. Loppusijoitustilan käyttöön otolle ase-
tettu aikataulutavoite on vuosi 2035. Aiemmin Saksassa tutkittiin erityisesti suola-
muodostelmia korkea-aktiivisen jätteen loppusijoituspaikoiksi, mutta Gorlebenin val-
mistelevat työt päätettiin vuonna 2000 keskeyttää hukkainvestointien välttämiseksi
siihen asti kunnes eräät geologiseen loppusijoitukseen yleensä (mm. palautettavuun-
den tarve) ja suolakivisijoituksen turvallisuuteen erityisesti liittyvät kysymykset on
selvitetty, kuitenkin vähintään kolmeksi ja enintään kymmeneksi vuodeksi. Saksan
lokakuussa 2009 muodostetun uuden hallituksen ohjelmaan sisältyy suunnitelma
Gorlebenin tutkimusten käynnistämiseksi uudelleen. Gorlebeniin on jo rakennettu
pilottilaitos käytetyn polttoaineen käsittelyä loppusijoitusta varten. Laitosta ei ole
vielä kuitenkaan otettu lopullisesti käyttöön, vaan sitä käytetään ainoastaan vioit-
tuneiden kuljetus- ja varastoastioiden korjaamiseen.

Yhdysvallat

- Käytössä olevien reaktorien määrä ja tuotantokapasiteetti lokakuussa 2009:
104 kpl; 101 100 MW
- Rakenteilla olevien reaktorien määrä ja tuotantokapasiteetti lokakuussa
2009: 1 kpl; 1 200 MW
- Ydinenergian osuus sähkön tuotannosta vuonna 2008: 19,7 %

Kaavailut käytetyn polttoaineen/korkea-aktiivisen jätteen loppusijoittamisesta
geologisiin muodostumiin ovat Yhdysvalloissa alkaneet jo 1950-luvun puolivälissä.
Kaupallisten ydinvoimalaitosten käytetyn polttoaineen jälleenkäsittely on Yhdysval-
loissa ollut kiellettyä vuodesta 1977 lähtien. Vuonna 1982 säädettiin ns. ydinjätelaki,
Nuclear Waste Policy Act, jonka mukaan tällä hetkellä toimitaan. Laissa on määritelty
käytetyn polttoaineen suora geologinen loppusijoitus maan viralliseksi pitkän täh-
täimen toimintastrategiaksi. Vielä vuonna 2008 Yhdysvalloissa esitettiin näkemyk-
siä kansainväliseen yhteishankkeeseen GNEP (Global Nuclear Energy Partnership)

liittyen, että kotimaista jälleenkäsittelyä harkittaisiin osana pitkän aikavälin suunnitelmia edistyksellisten polttoainekiertoratkaisujen ja uuden sukupolven nopeiden reaktorien käyttöönottoa. Vuoden 2009 alussa energiaministeriö (DOE) päätti kuitenkin peruuttaa GNEP-aloitteen ohjelmallisen ympäristövaikutusten arviointiprosessin, koska kotimaista jälleenkäsittelyä ei tässä vaiheessa nähdä tarpeellisena.

Ydinjätehuollosta ja loppusijoituksesta on vastuussa energiaministeriön (DOE, Department of Energy) alaisuudessa toimiva yksikkö (OCRWM, Office of Civilian Radioactive Waste Management). Ydinjätehuolto rahoitetaan ydinjäterahastosta, jonka varat kertyvät ydinvoimayhtiöiden suorittamista, voimantuotannon ja -myynnin määrän mukaan määräytyvästä maksusta (1 US\$/MWh). Syyskuuhun 2007 mennessä varoja on näin kerätty 27 miljardia dollaria ja käytetty 7 mrd. Ydinjätehuollon ja loppusijoituksen turvallisuusvalvonnasta vastaa ydinturvallisuusviranomaisen (NRC, Nuclear Regulatory Commission). Loppusijoituksen ympäristö- ja säteilyturvallisuusvaatimusten asettamisesta puolestaan vastaa ympäristöviranomaisen (EPA, Environmental Protection Agency).

Mainitun ydinjätelain ohjaamana tutkittiin aluksi kolmea erityyppistä kalliomuodostelmaa (basaltti, Washingtonin osavaltiossa; suola Teksasissa ja tuhkakivi Nevadassa). Näiden alustavien loppusijoituslaitoksen paikanvalintavaiheiden jälkeen vuonna 1987 kongressi kehotti energiaministeriötä keskittämään paikkatutkimukset Yucca Mountainin (Nevada) alueelle. Vuonna 2002 senaatti hyväksyi Yucca Mountainin valinnan loppusijoituslaitoksen sijaintipaikaksi. Yucca Mountain -hankkeen aikataulua on useaan otteeseen lykätty ja alkuperäinen aikataulutavoite käyttöön otolle on vähitellen lykkääntynyt 2010-luvun loppupuoliskolle.

Yucca Mountainin tutkimusalue koostuu vulkaanisesta kivilajista (tuhkakivistä) ja loppusijoitustilat on suunniteltu rakennettavan 300 m:n syvyyteen. Paikalle on rakennettu maanalaiset tutkimustilat, joissa on suoritettu muun muassa täyden mittakaavan loppusijoituskokeita. Laitokseen loppusijoitettaisiin käytettyä ydinpolttoainetta, joka on kertynyt paitsi ydinvoimaloista myös puolustusvoimien toiminnoista, tutkimusreaktoreista (ml. ulkomailla toimivat tutkimusreaktorit) ja ydinkäyttöisistä aluksista. Loppusijoituslaitokseen voidaan sijoittaa myös ydinkärjistä purettavaa plutoniumia ja ydinaseohjelmista peräisin olevaa korkea-aktiivista lasitettua jätettä. Nykyinen laki rajoittaa loppusijoitettavan jätemäärän 70 000 tonniin. On arvioitu olettaen kaikkien 104 reaktorin saavan 20 vuoden pidennyksen käyttölupaansa, että vuoteen 2055 mennessä käytettyä ydinpolttoainetta kertyy USA:ssa 130 000 tonnia.

Kesäkuussa 2008 DOE toimitti rakentamislupahakemuksen ydinturvallisuusviranomaisen (NRC) käsiteltäväksi. On arvioitu, että NRC:n turvallisuusarviointiin kuluisi ainakin kolme vuotta. Kuitenkin uuden presidentin Barack Obaman astuttua virkaansa 2009 Yhdysvaltain hallitus leikkasi merkittävästi Yucca Mountain hankkeen rahoitusta tasolle, joka riittää pelkästään vastausten valmistelemiseen kysymyksiin, joita NRC lupakäsittelyn yhteydessä esittää. Tämän on arvioitu merkitsevän, että Yucca Mountain -hanketta ei ole kokonaan keskeytetty, mutta lupakäsittelyn

aikana hallitus valmistelee tulevaa vaihtoehtoista strategiaa, jonka yksityiskohdista ei toistaiseksi ole käytettävissä tietoja.

New Mexicon osavaltiossa Carlsbadissa otettiin v. 1999 käyttöön maanalainen, maailman ensimmäinen pitkäikäisille ydinjätteille tarkoitettu loppusijoituslaitos WIPP (Waste Isolation Pilot Plant). Laitos on tarkoitettu USA:n ydinasetuotannossa kertyville matala- ja keskiaktiivisille transuraanipitoisille ydinjätteille.

LIITE 3

Säteilyturvakeskuksen alustava turvallisuusarvio

Posiva Oy:n periaatepäätöshakemuksesta
käytetyn ydinpolttoaineen
loppusijoituslaitoksen laajentamiseksi
Olkiluoto 4 -yksikköä varten

Sisällys

1	Johdanto	89
2	Loppusijoituksen toteutustapa ja ajoitus	91
3	Organisatoriset vaatimukset	95
4	Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelu	98
	4.1 Käytetyn ydinpolttoaineen käsittely	98
	4.2 Turvallisuusluokitus	100
	4.3 Häiriöiden ja onnettomuuksien ehkäiseminen	101
	4.4 Loppusijoitustoiminnot	103
5	Ydinmateriaalivalvonta	106
6	Vapautumisesteiden toimintakyky	108
	6.1 Moniesteperiaate.....	108
	6.2 Tekniset vapautumisesteet.....	111
	6.3 Loppusijoituspaikan kallioperä	113
7	Turvallisuusvaatimusten täyttymisen osoittaminen	117
	7.1 Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käyttö	117
	7.2 Pitkäaikaisturvallisuus	118
	7.3 Kuljetukset.....	120
8	Säteilyturvallisuus	122
	8.1 Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käyttö	122
	8.2 Pitkäaikaisturvallisuus	124
	8.3 Kuljetusten turvallisuus	129
9	Yhteenveto	131
10	Viitteet	133

1 Johdanto

Valtioneuvosto teki joulukuussa 2000 ydinenergialain mukaisen periaatepäätöksen käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen¹ rakentamisesta Olkiluotoon ja toukokuussa 2001 eduskunta vahvisti periaatepäätöksen. Kyseinen päätös koski ydinvoimalaitosyksiköitä Loviisa 1 ja 2 sekä Olkiluoto 1 ja 2. Tammikuussa 2002 valtioneuvosto teki periaatepäätöksen, jonka eduskunta vahvisti toukokuussa 2002, kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamisesta laajennettuna myös viidennen ydinvoimalaitosyksikön (Olkiluoto 3) käytettyä polttoainetta varten. Nämä periaatepäätökset kattavat enintään 6500 uraanitonnia vastaavan määrän käytettyä ydinpolttoainetta.

Posiva Oy (Posiva) jätti 25.4.2008 valtioneuvostolle ydinenergialain mukaisen periaatepäätöshakemuksen suunnitteilla olevan käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen laajentamisesta Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön käytettyä ydinpolttoainetta varten. Hakemuksessa esitetään laitosten kapasiteetin lisäämistä siten, että loppusijoitettavan käytetyn ydinpolttoaineen kokonaismäärä kasvaisi enintään 9000 uraanitonniin.

Säteilyturvakeskus (STUK) toimitti 11.1.2000 työ- ja elinkeinoministeriölle² (TEM) ydinenergialain 12 §:n mukaisen alustavan turvallisuusarvion käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitosta koskevasta hakemuksesta /1/. Koska Posivan alkuperäiseen periaatepäätöshakemusaineistoon sisältyi myös tuolloin suunnitteilla oleva viides laitosyksikkö, kattoi STUK:n tammikuussa 2000 esittämä alustava turvallisuusarvio myös kyseisen laitosyksikön.

Tässä raportissa esitetään STUK:n laatima alustava turvallisuusarvio Posivan periaatepäätöshakemuksesta käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen laajentamisesta Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön käytettyä ydinpolttoainetta varten. Koska edellinen vastaava turvallisuusarviointi tehtiin yhdeksän vuotta

1 Periaatepäätöksessä vuodelta 2000, samoin kuin valtioneuvoston päätöksessä 478/1999, käytetään termiä loppusijoituslaitos kokonaisuudesta, johon sisältyy käytettyjen polttoaineriippujen kapselointiin tarkoitettu laitos ja kapseloidun käytetyn polttoaineen loppusijoitukseen tarkoitettujen maanalaisien tilojen oheistiloineen. Valtioneuvoston asetuksessa 736/2008 kyseistä laitoskokonaisuutta nimitetään ydinjätelaitokseksi ja loppusijoituslaitoksella tarkoitetaan jätepakkausten loppusijoitusta varten rakennettuja maanalaisia tiloja oheistiloineen. Tässä alustavassa turvallisuusarviossa käytetään termiä kapselointi- ja loppusijoituslaitos Posiva Oy:n hakemuksessa tarkoitettua laitoskokonaisuudesta.

2 Ydinenergialain 54 §:n tarkoittama ministeriö oli vuoden 2007 loppuun asti kauppa- ja teollisuusministeriö ja sen jälkeen työ- ja elinkeinoministeriö. Tässä asiakirjassa käytetään systemaattisesti jälkimmäistä nimitystä.

sitten, tässä arvioinnissa tarkastellaan loppusijoitushanketta kokonaisuutena eikä pelkästään laajennuksen vaikutuksia loppusijoituksen turvallisuuteen.

Käytetyn ydinolttoaineen kuljetus ydinvoimalaitokselta loppusijoituslaitokselle ei edellytä valtioneuvoston periaatepäätöstä, mutta Posivan hakemusaineistossa käsitellään myös kuljetusasioita ja myös tässä turvallisuusarviossa tarkastellaan lyhyesti esitettyjä kuljetusten turvallisuus selvityksiä.

Turvallisuusarvio pohjautuu 1.12.2008 voimaan astuneeseen valtioneuvoston asetukseen (736/2008) ydinjätteiden loppusijoituksen turvallisuudesta. Raportin kunkin luvun alussa esitetään asiaa koskevat turvallisuusvaatimukset ydinenergiain tai valtioneuvoston päätöksen mukaan. Turvallisuusvaatimussitaattien jälkeen arvioidaan periaatepäätöshakemuksen ja sen keskeisten viiteraporttien pohjalta, miten turvallisuusvaatimusten täytyminen on osoitettu.

2 Loppusijoituksen toteutustapa ja ajoitus

Posivan loppusijoitussuunnitelma perustuu Teollisuuden Voima Oy:n noin 30 vuotta sitten aloittamaan tutkimus- ja kehityshankkeeseen, jossa lähtökohtana oli ruotsalainen käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusratkaisu. Valtioneuvoston vuonna 1983 tekemä periaatepäätös ydinjätehuollon tutkimus-, selvitys- ja suunnittelutyön tavoitteista loi aikataululliset puitteet hankkeelle.

Loppusijoitushanke on ollut ydinenergiain kuudennessa luvussa säädetyn viranomaisvalvonnan kohteena. Jätehuoltovelvolliset on veloitettu raportoimaan ajoittain kattavasti loppusijoitushankkeen tilanteesta sekä tutkimus-, kehitys- ja suunnittelutyöstä viranomaisille (TEM ja STUK) sen arvioimiseksi, onko hanke toteutumassa ajallaan ja asianmukaisesti. Viimeisin tällainen kattava raportointi (raportti TKS-2006) tapahtui vuoden 2006 lopussa ja STUK teki siitä vuonna 2007 kansainvälisen asiantuntijaryhmän tukeman arvioinnin /2/. STUK katsoi kypsyyden hankkimisen rakentamislupahakemuksen jättämiselle vuoden 2012 loppuun mennessä aikataulullisesti tiukaksi tavoitteeksi mutta totesi, että johtopäätöksiä sen realistisuudesta on syytä tehdä vasta seuraavan TKS-raportin (TKS-2009) arvioinnin yhteydessä.

Vuonna 2000 tehdyllä valtioneuvoston periaatepäätöksellä käytetyn polttoaineen loppusijoitus Olkiluotoon katsottiin yhteiskunnan kokonaisedun mukaiseksi. Päätöksen toinen merkitys oli, että hanke voi edetä maanalaisen tutkimustilan rakentamiseen ja sijoituspaikan soveltuvuutta varmentaviin tutkimuksiin.

Tässä luvussa arvioidaan, miten loppusijoitushankkeen toteutuksessa on otettu huomioon ydinenergiainlakiin ja valtioneuvoston asetukseen sisältyvät määräykset.

Turvallisuusvaatimukset

Ydinenergiain 7a §:n mukaan ydinenergian käytön turvallisuus on pidettävä niin korkealla tasolla kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista. Turvallisuuden edelleen kehittämiseksi on toteutettava toimenpiteet, joita käyttökokemukset ja turvallisuustutkimukset sekä tieteen ja tekniikan kehittyminen huomioon ottaen voidaan pitää perusteltuina.

Ydinenergiain 7h §:n mukaan ydinjätteistä on huolehdittava siten, ettei loppusijoituksen jälkeen aiheudu sellaista säteilyaltistusta, joka ylittäisi loppusijoituksen toteutusajankohtana hyväksyttävänä pidetyn tason. Ydinjätteiden sijoitus pysyväksi

tarkoitettulla tavalla on suunniteltava turvallisuuden kannalta edullisesti ja siten, ettei pitkäaikaisturvallisuuden varmistaminen edellytä loppusijoituspaikan valvontaa.

Valtioneuvoston asetuksen 736/2008 10 § sisältää seuraavat määräykset.

Loppusijoitus on toteutettava vaiheittain ottaen erityisesti huomioon pitkäaikaisturvallisuuteen vaikuttavat seikat. Loppusijoituslaitoksen rakentamisen, käytön ja sulkemisen suunnittelussa on otettava huomioon ydinjätteen aktiivisuuden vähentäminen väli-varastoinnilla, korkeatasoisen tekniikan ja tieteellisen tiedon hyväksikäyttö sekä tarve varmistaa pitkäaikaisturvallisuus tutkimuksilla ja seurantamittauksilla. Loppusijoituksen eri vaiheiden toimeenpanoa ei kuitenkaan saa tarpeettomasti siirtää.

Turvallisuusvaatimusten toteutuminen

Ehdotetussa loppusijoitusratkaisussa käytetyt polttoaineniput, joita on jäähdytetty palamasta riippuen 30 - 60 vuotta, ensin kapseloidaan eli sijoitetaan sellaisenaan kuparista ja raudasta valmistettuihin kapseleihin, jotka suljetaan kaasutiiviiksi. Nämä jätekapselit sijoitetaan bentoniittisaven ympäröiminä kallioperään 400-700 metrin syvyyteen rakennettavaan tunneliverkostoon siten, että kapselien välimatkaksi tulee minimissään 6-11 metriä. Tämä loppusijoitusratkaisu on ollut laajan tutkimus- ja kehitystyön kohteena noin 30 vuoden ajan varsinkin Ruotsissa ja Suomessa.

Loppusijoitusratkaisun suunnitteluperusteena on käytettyyn polttoaineeseen sisältyvien radioaktiivisten aineiden täydellinen eristäminen hyvin pitkiksi ajoiksi (vähintään 100 000 vuodeksi) kestäväen loppusijoituskapselin avulla. Sen jälkeen kun loppusijoituskapselit ovat menettäneet tiiveytensä, muut vapautumisesteet rajoittavat jäljellä olevien radioaktiivisten aineiden vapautumista niin, että elinympäristöön vapautuvien radioaktiivisten aineiden määrät jäävät vähäisiksi. Myös tilanteissa, joissa pieni osa loppusijoituskapseleista on menettänyt tiiveytensä huomattavasti suunnitteluperustetta aiemmin, rajoittavat muut vapautumisesteet tehokkaasti näistä kapseleista vapautuvien radioaktiivisten aineiden määrää.

Vaikka käytetyn polttoaineen kapseloinnin ja loppusijoituksen periaateratkaisu on pysynyt jokseenkin muuttumattomana, ovat tekniset ratkaisut jatkuvasti kehittyneet. Vuonna 2000 tehdyn periaatepäätöksen jälkeen on mm. loppusijoituskapselin valmistus-, sulkemis- ja tarkastustekniikkaa kehitetty merkittävästi, mutta lopulliset valinnat eri vaihtoehtojen välillä on vielä tekemättä. Loppusijoitustekniikan alueella on perinteisen KBS-3 -pystysijoitusratkaisun vaihtoehtona kehitetty ns. vaakasijoitusratkaisua ja myös puskuri- ja täyteainetekniikat ovat vielä osin avoimina. Lopullisia tekniikoita valittaessa pitkäaikaisturvallisuusnäkökohdat tulevat olemaan etusijalla.

Vuonna 2000 tehdyn periaatepäätöksen valtuuttamana Posiva aloitti vuonna 2004 maanalaisen tutkimustilan (ONKALOn) rakentamisen valitulla loppusijoituspaikalla ja lopullinen noin 400 metrin syvyys on tarkoitus saavuttaa vuonna 2010. ONKALOn on suunniteltu käytettäväksi myöhemmin osana loppusijoituslaitosta. Sen vuoksi

ONKALOA rakennettaessa tavoitteena on välttää sellaisten häiriöiden synnyttämistä kallioperään, jotka voisivat heikentää loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuutta.

ONKALOSSA tehtävien tutkimusten tarkoituksena on hankkia tietoa, jota voidaan käyttää sijoituspaikan soveltuvuuden arviointiin, loppusijoitustilojen suunnitteluun ja turvallisuus selvitysten lähtötietoina. Rakentamislupaa varten tehtävät tutkimukset on tehtävä vuoteen 2011 mennessä, mutta tutkimuksia ja testauksia on tarkoitus jatkaa ONKALOSSA sen jälkeenkin. Posiva on myös varautunut jatkamaan kallioperän ominaisuuksien selvittämiseen ja turvallisuuden varmistamiseen tähtääviä tutkimuksia loppusijoituslaitoksen käytön aikana.

Suunnitellun loppusijoitusratkaisun tarkoituksena on eristää käytetty polttoaine elinympäristöstä niin, ettei turvallisuudesta varmistautuminen edellytä valvontatoimia kaikkien maanalaisten tilojen sulkemisen jälkeen. Posivan hakemusaineistossa kuitenkin todetaan, että seuranta, jolla mm. selvitetään kallioperän ominaisuuksien palautumista rakentamista edeltäneeseen tilaan, saattaa tulla kyseeseen loppusijoituslaitoksen sulkemisen jälkeen. Lisäksi kansainväliset sopimukset saattavat edellyttää valvontaa loppusijoitettujen ydinmateriaalien koskemattomuuden toteamiseksi loppusijoituslaitoksen sulkemisen jälkeen.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus kallioperään on tarkoitettu pysyväksi. Polttoaine voidaan palauttaa maan pinnalle, jos siihen ilmaantuu perustellut syyt, mutta se edellyttää huomattavia teknisiä ja taloudellisia resursseja. Palauttaminen on periaatteessa mahdollista hankkeen kaikissa vaiheissa, myös koko loppusijoituslaitoksen sulkemisen jälkeen niin kauan, kun loppusijoituskapselit ovat säilyneet tiiviinä.

Periaatepäätöshakemuksessa esitetty yleisaikataulu kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen toteutukselle perustuu TEM:n vuonna 2003 tekemään päätökseen. Sen mukaan jätehuoltovelvollisten tulee varautua esittämään vuoden 2012 loppuun mennessä rakentamislupaa varten tarvittavat selvitykset ja suunnitelmat, joiden perusteella kapselointi- ja loppusijoituslaitos voidaan rakentaa siten, että loppusijoitus on mahdollista aloittaa noin vuonna 2020. Ministeriön vuonna 2003 tekemällä päätöksellä valmiuden hankkimista rakentamislupaa varten myöhennettiin kahdella vuodella, mutta muutoin yleisaikataulu vastaa valtioneuvoston vuonna 1983 tekemää periaatepäätöstä. Loppusijoituslaitoksen sulkeminen ajoittuu Posivan suunnitelmien mukaan 2120-luvulle, mikäli Olkiluoto 3 ja 4 -ydinvoimalaitosyksiköitä käytetään 60 vuotta.

TEM:n vuonna 2003 tekemän päätöksen mukaan jätehuoltovelvollisten on toimitettava vuoden 2009 loppuun mennessä kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemusta vastaavat selvitykset sen toteamiseksi, miltä osin tarvittava asiakirja-aineisto on vielä puutteellinen sekä miten ja missä aikataulussa aineistoa on tarkoitus täydentää. Näiden selvitysten pohjalta arvioidaan, onko kypsyys rakentamisluvan hakemiseen saavutettavissa vuoden 2012 loppuun mennessä. Vuonna 2000 tehty periaatepäätös on voimassa vuoden 2016 toukokuuhun asti,

joten siltä osin mahdollisuudet rakentamislupavaiheen edelleen myöhentämiseen ovat olemassa.

Posivan loppusijoitushanke on tähän mennessä edennyt sille asetetun päätavoitteen mukaisesti. Aikataulua on kuitenkin mahdollista muuttaa, mikäli siihen ilmenee painavia syitä. Myös loppusijoituksen tekninen toteutustapa on määritelty periaatepäätöshakemuksessa varsin väljästi. STUK:n käsityksen mukaan periaatepäätöshakemuksen mukaiseen loppusijoitussuunnitelmaan sisältyy joustavuutta, mikä mahdollistaa loppusijoitusratkaisun muuntelun tai tavoiteaikataulun tarkistamisen, mikäli tekniikan kehittyminen, uusi tutkimustieto tai muut syyt antavat siihen aihetta.

3 Organisaattoriset vaatimukset

Posivan tehtävänä on suunnitella ja toteuttaa omistajiensa käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus. Seuraavana päätavoitteena on suunnitella kapselointi- ja loppusijoituslaitos niin, että rakentamislupa- ja tarvittavat suunnitelmat ja selvitykset ovat valmiina vuoden 2012 loppuun mennessä. Posiva on myös rakennusorganisaatio maanalaisen tutkimustilan ONKALOn osalta, jota on tarkoitettu käyttämään osana loppusijoituslaitosta. Tässä luvussa arvioidaan, miten Posivan organisaatio täyttää turvallisuussäännöksissä asetetut vaatimukset.

Turvallisuusvaatimukset

Valtioneuvoston asetuksen 736/2008 19 ja 20 §:t sisältävät seuraavat määräykset.

Käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitosta suunniteltaessa, rakennettaessa, käytettäessä ja käytöstä poistettaessa tai suljettaessa on ylläpidettävä hyvää turvallisuuskulttuuria. Asianomaisen organisaation johdon on osoitettava päätöksillään ja toiminnallaan sitoutumisensa turvallisuutta edistäviin toimintatapoihin ja ratkaisuihin. Henkilöstöä on motivoitava vastuuntuntoiseen työskentelyyn ja työyhteisössä on edistettävä avointa ilmapiiriä, joka kannustaa turvallisuutta vaarantavien tekijöiden tunnistamiseen, raportointiin ja poistamiseen. Henkilöstöllä on oltava mahdollisuus osallistua turvallisuuden jatkuvaan kehittämiseen.

Käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnitteluun, rakentamiseen, käyttöön ja käytöstä poistoon tai sulkemiseen osallistuvilla organisaatioilla on oltava johtamisjärjestelmä, jolla huolehditaan turvallisuuden ja laadun hallinnasta. Johtamisjärjestelmän tavoitteena on varmistaa, että turvallisuus asetetaan aina etusijalle ja että laadun hallintaa koskevat vaatimukset vastaavat toiminnon turvallisuusmerkitystä. Johtamisjärjestelmää on arvioitava ja kehitettävä suunnitelmallisesti.

Turvallisuuden ja laadun hallinnan tulee kattaa kaikki käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen turvallisuuteen vaikuttavat toiminnot. Kunkin toiminnon osalta tulee tunnistaa turvallisuuden kannalta merkittävät vaatimukset ja kuvata suunnitellut toimenpiteet sen varmistamiseksi, että vaatimukset täytetään. Prosessien ja toimintatapojen on oltava järjestelmällisiä ja ohjeistettuja.

Turvallisuuden kannalta merkittävien poikkeamien tunnistamiseksi ja korjaamiseksi on oltava järjestelmälliset menettelytavat.

Luvanhaltijan tulee sitouttaa ja velvoittaa palveluksessaan oleva henkilöstö sekä toimittajat, alihankkijat ja muut turvallisuuteen vaikuttaviin toimintoihin osallistuvat yhteistyökumppanit turvallisuuden ja laadun järjestelmälliseen hallintaan.

Turvallisuusvaatimusten toteutuminen

Posivan henkilöstö on kasvanut kymmenessä vuodessa kolmestakymmenestä nykyiseen runsaaseen kahdeksaankymmeneen. Yhtiö hyödyntää merkittävässä määrin omistajiensa ja ulkopuolisten konsulttien asiantuntemusta, joiden kanssa Posiva on tehnyt kumppanuussopimuksia. Henkilöstön ja konsulttien tarpeesta on vuoteen 2025 ulottuva suunnitelma. Posivalla on laaja yhteistyösopimus Ruotsin SKB:n kanssa sekä tiedonvaihtosopimukset ja muita yhteyksiä useimpien muiden geologista loppusijoitusta suunnittelevien organisaatioiden kanssa. Posiva ja sen konsultit osallistuvat EU:n nuclear fission -puiteohjelman loppusijoitusta käsitteleviin integroituihin projekteihin.

Posivalla on toimintapolitiikka, joka käsittää keskeiset ydinturvallisuus-, laatu-, ympäristö-, yritys- ja työturvallisuustavoitteet. Näiden tavoitteiden tarkoituksenmukaisuutta ja toteutumista seurataan ja niistä johdetaan toiminto- ja tehtäväkohtaiset tavoitteet.

Posivalla on toimintajärjestelmä, jonka tarkoituksena on varmistaa yhtiön toiminnan järjestelmällisyys ja laadukkuus kaikissa toiminnan vaiheissa. Posivan toimintajärjestelmä muodostuu käsikirjoista, organisaatiokuvauksista, toimintasäännöistä, prosessikuvauksista sekä menettely- ja työohjeista. Toimintakäsikirja, organisaatiokäsikirja ja ydinsulkuvalvontakäsikirja muodostavat Posivan toimintajärjestelmän ylimmän tason. Osastojen ja yksiköiden tehtävät esitetään erillisinä kokonaisuuksina. Tärkeimmistä prosesseista ja toiminnoista on olemassa prosessikuvaukset ja menettely- tai erityisohjeet.

Maanalaisen tutkimustilan, ONKALON rakentamisessa Posivan rakennusosasto toimii pääurakoitsijan asemassa. ONKALON toteutuksessa on otettu huomioon lainsäädännön ja STUK:n ohjeen YVL 1.4 vaatimukset siltä osin mikä liittyy loppusijoituslaitoksen rakentamiseen. ONKALO-projektilla on omat laatuohjeet. Myös Posivan merkittävillä alihankkijoilla on asianmukaiset laatuohjeet, joita Posiva auditoi ohjelmansa mukaisesti.

Posivan toimintajärjestelmä on kansainvälisen ISO 9001 laatustandardin, ISO 14001 -ympäristöstandardin ja OHSAS 18001 -työturvallisuusstandardin periaatteiden mukainen. Toimintajärjestelmän kuvaukset ovat asianmukaiset, riittävän selkeät ja yksityiskohtaiset ja STUK on hyväksynyt toimintajärjestelmän eräin huomautuksin. Posivan toiminta on STUK:n tarkastusten perusteella ollut kuvausten mukaista.

STUK on arvioinut Posivassa vallitsevaa turvallisuuskulttuuria ja sen kehittymistä tarkastus- ja valvontatyönsä yhteydessä tehtyjen havaintojen pohjalta. Merkittäviä

puutteita ei ole havaittu, mikä vahvistaa käsitystä siitä, että Posivassa ylläpidetään asianmukaista turvallisuuskulttuuria. Maamme ydinjätealan tutkimuksessa on omakuttu avoin julkisuusperiaate, mikä edesauttaa turvallisuuskulttuurin ylläpitämistä ja edelleen kehittämistä.

Loppusijoitushankkeen edistyessä turvallisuuskulttuurin merkitys kasvaa Posivassa ja sen alihankkijoilla, jolloin nykyistä ohjelmallisempi turvallisuuskulttuurin kehittäminen ja turvallisuuskulttuurin sitominen laatujärjestelmään on tarpeen.

Posivan tutkimus- ja suunnitteluorganisaatio sekä maanalaisen tutkimustilan rakentamista toteuttava organisaatio täyttävät STUK:n mielestä riittävästi valtioneuvoston päätökseen sisältyvät yleiset vaatimukset. Organisaation ja toimintajärjestelmän riittävyyden ja tarkoituksenmukaisuuden lopullisempi arviointi tehdään rakentamislupavaiheessa.

4 Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelu

Periaatepäätöshakemuksessa tarkoitettu laitospokonaisuus koostuu käytetyn polttoaineen kapselointiin tarkoitettusta maanpäällisestä laitoksesta (kapselointilaitos) sekä maanalaisista loppusijoitustiloista apu- ja oheistiloineen (loppusijoituslaitos). Molemmat laitokset saatetaan sijoittaa samalla alueelle mutta on myös mahdollista, että kapselointilaitos sijoitetaan Olkiluodon käytetyn polttoaineen välivaraston yhteyteen.

Vuoden 2000 periaatepäätöksen jälkeen Posiva on päivittänyt kaksi kertaa kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen kuvaukset; viimeisin päivitys sisältyy Posivan työraporttiin 2006-102, Laitoskuvaus 2006 /3/, ja sen viiteraportteihin. STUK on tehnyt vuonna 2008 arvioinnin kyseisistä raporteista.

Tässä luvussa arvioidaan, miten Posivan suunnitelmat kapselointi- ja loppusijoituslaitoksesta vastaavat turvallisuusvaatimuksia. Tarkastelu rajoitetaan vaatimuksiin, joita on käsitelty tähän mennessä esitetyissä laitosuunnitelmissa. Osa valtioneuvoston asetuksessa esitetyistä yleisistä vaatimuksista konkretisoituu vasta laitosten myöhemmissä suunnitteluvaiheissa; näitä ovat erityisesti vaatimukset, jotka koskevat laitosten rakentamista ja käyttöönottoa, turvallisuusteknisiä käyttöehtoja, käyttöohjeita, jätekirjanpitoa, valmiusjärjestelyjä, laitosten kunnossapitoa, henkilöstön pätevyyttä ja käyttökokemusten seurantaa. Kuitenkin jo nyt voidaan arvioida, ettei laitosten suunnittelulle, rakentamiselle ja käytölle näiden turvallisuusvaatimusten mukaisesti ole periaatteellisia esteitä.

4.1 Käytetyn ydinpolttoaineen käsittely

Turvallisuusvaatimukset

Valtioneuvoston asetuksen 736/2008 6 § sisältää seuraavat määräykset.

Käytetty ydinpolttoaine ja muu ydinjäte on käsiteltävä ja pakattava loppusijoitusvaatimusten mukaisesti. Jätepakkaukset on luokiteltava ominaisuuksien perusteella. Kullekin luokalle on johdettava raja-arvot ja muut laatuvaatimukset, jotka ovat tärkeitä ydinjätelaitoksen käyttöturvallisuuden ja loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuden kannalta ja jotka jätepakkauksien tulee täyttää.

Käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksessa on oltava tehokkaat säteilysuojelujärjestelyt työntekijöiden säteilyaltistuksen ja laitoksen ympäristössä aiheutuvien säteilyvaikutusten rajoittamiseksi. Jätteen käsittelyssä on radioaktiivisten aineiden vapautumista laitostiloihin ja ympäristöön estettävä ja rajoitettava tarpeen mukaan eristys-, talteenotto- ja suodatusjärjestelmin. Käytetyn ydinpolttoaineen tai muun voimakkaasti säteilevän ydinjätteen käsittelyssä on turvattava riittävä säteily suojaus käyttämällä etäkäsittelyä ja säteily suoja.

Käytetyn ydinpolttoaineen käsittelyssä on hyvällä varmuudella estettävä polttoaineen vaurioituminen ja itseään ylläpitävän fissioiden ketjureaktion syntyminen sekä varmistettava polttoaineen riittävä jäähdytys.

Turvallisuusvaatimusten toteutuminen

Posivan suunnitelmassa loppusijoitettavat jättepakkaukset muodostuvat sylinterimäisistä kapseleista, joissa on raudasta valettu sisäosa ja kuparista valmistettu päällysoasa. Polttoaineniput sijoitetaan sellaisinaan kapselin sisäosassa oleviin reikiin. Kunkin nykyisen reaktorityypin (Lo 1&2, OL 1&2 ja OL 3) polttoaineille on suunniteltu omat kapselityypinsä, jotka eroavat toisistaan lähinnä pituuden ja sisäosan rakenteen suhteen. Olkiluoto 4 -reaktorin polttoainetyyppi ei ole vielä tiedossa ja on mahdollista, että sille on suunniteltava oma kapselityypinsä.

Kapseli on loppusijoituksen turvallisuuden kannalta keskeinen vapautumiseste. Kapselin valurautaisen sisäosan tulee olla mekaanisesti hyvin kestävä ja kuparisella päällysosalla tulee olla erinomainen korroosionkesto loppusijoitusolosuhteissa.

Vuoden 2000 periaatepäätöksen jälkeen loppusijoituskapselin valmistus-, sulke- ja tarkastustekniikat ovat olleet intensiivisen tutkimus- ja kehitystyön kohteena sekä Suomessa että Ruotsissa ja alalla on edistytty huomattavasti. Kapselille on asetettu alustavasti joukko materiaalispesifikaatioita ja muita teknisiä suunnittelutavoitteita, joiden saavuttamista on todennettu mm. täysimittaisten kapselin osien valmistus- ja hitsauskokein sekä matemaattisin analyysin. STUK on tehnyt vuonna 2006 arvioinnin loppusijoituskapselin suunnitteluraportista (Posiva 2005-02) /4/.

Jättepakkaukseen voidaan lukea kuuluvaksi myös loppusijoituskapselia ympäröivä bentoniittipuskuri. Pystysijoitusratkaisussa puskuri asennetaan erikseen kun taas vaakasijoitusratkaisussa loppusijoituskapseli ja bentoniittipuskuri siirretään loppusijoitusasemaansa yhtenä kokonaisuutena. Myös bentoniittipuskurin ominaisuuksille on asetettu alustavasti joukko teknisiä suunnittelutavoitteita, jotka ovat edellytyksenä puskurin pitkäaikaisen toimintakyvyn saavuttamiselle ja ylläpitämiselle. Puskurimateriaalit ovat yhä laajan tutkimus- ja kehitystyön kohteena niiden toimintakykyyn liittyvien epävarmuuksien vähentämiseksi sekä sopivimpien koostumus-, valmistus- ja asennusratkaisujen löytämiseksi.

Posivan laitossuunnitelmassa käytetyt polttoaineniput on eri käsittelyvaiheissa suljettu ulkoista säteilyä vaimentaviin säiliöihin tai käsittelykammioihin ja lisäksi sovelletaan etäkäsittelyä niin, etteivät työntekijät altistu merkittäville säteilyannoksille.

Polttoainetta sisältävät säiliöt suljetaan hermeettisiksi ja käsittelykammioihin on suunniteltu sellaiset ilmastointi- ja suodatusjärjestelmät, etteivät polttoainenipuista vapautuvat hiukkasmaiset tai kaasumaiset radioaktiiviset aineet pääse leviämään miehitettyihin tiloihin. Laitossuunnittelussa on myös varauduttu säteilysuojelullisesti hyväksyttävien olosuhteiden järjestämiseen laitteiden huoltoa ja korjausta varten.

Suurimmat polttoainekeskittymät kapselointi- ja loppusijoituslaitoksessa sisältyvät siirtosäiliöön, kuivaussäiliöön ja loppusijoituskapseliin. Niiden kriittisyysnettomuus (hallitsematon ketjureaktio) edellytetään estettävän ensisijaisesti rakenteellisin ratkaisuin. Käytetyn polttoaineen siirtosäiliöitä koskevien kriittisyysturvallisuusvaatimusten täyttyminen on todennettu sekä laskelmin että käytännössä. Kuivaussäiliön alikriittisyys toteutuu hyvällä marginaalilla. Käytetyn polttoaineen loppusijoituskapselin osalta hallitsemattoman ketjureaktion mahdollisuus on suurin loppusijoitusolosuhteissa tilanteessa, jossa tiiveytensä menettänyt kapseli täyttyy vedellä. Tätä tilannetta tarkastellaan kohdassa 4.4.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksella polttoaineen käsittelyyn käytettävien säiliöiden lämmönsiirto ja käsittelytilojen ilmastointi on suunniteltu siten, että polttoaineen enimmäislämpötila voidaan rajoittaa enintään noin 200 asteeseen. Polttoainennippujen kuivaus ei edellytä olennaisesti korkeampia lämpötiloja. Koska yhdessä tilassa olevat polttoainemäärät ovat rajoitettuja, on lämpötilan nousu hyvin hidasta tilanteessa, jossa jälkilämmön siirto on estynyt, ja aikaa lämmönsiirron palauttamiseen olisi useita tunteja.

STUK:n käsityksen mukaan käytetyn polttoaineen loppusijoitusjärjestelmän teknisten komponenttien (loppusijoituskapseli ja bentoniittipuskuri) suunnittelu ja valmistustekniikan kehitys on edennyt niin, että rakentamislupaa varten tarvittavan kypsyyden hankkiminen aikataulun mukaisesti on realistista. Suunnitellut käytetyn polttoaineen käsittelymenetelmät ovat asianmukaisia työntekijöiden säteily-suojelun ja säteilyvaaraa aiheuttavien häiriöiden ja onnettomuuksien ehkäisemisen kannalta.

4.2 Turvallisuusluokitus

Turvallisuusvaatimukset

Valtioneuvoston asetuksen 736/2008 7 § sisältää seuraavat määräykset.

Käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen järjestelmät, rakenteet ja laitteet on luokiteltava sen perusteella, mikä merkitys niillä on laitoksen käyttöturvallisuuden tai loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuden kannalta. Kultakin luokiteltavalta kohteelta edellytettävän laadun sekä sen todentamiseksi tarvittavien tarkastusten ja testausten on oltava riittävät kohteen turvallisuusmerkitykseen nähden.

Turvallisuusvaatimusten toteutuminen

Turvallisuusluokitus on keino, jolla ydinlaitoksen turvallisuuden varmistamiseen käytettävät resurssit suunnataan turvallisuuden kannalta merkityksellisimpiin kohteisiin. Turvallisuusluokittelu edellyttää ensin turvallisuuden kannalta merkityksellisten toimintojen määrittelemistä. Ne laitoksen järjestelmät, rakenteet ja laitteet, joita tarvitaan näiden toimintojen suorittamiseen, jaetaan eri turvallisuusluokkiin. Luokittelukohteen suunnittelulta, valmistukselta, asennukselta, tarkastukselta ja testaukselta edellytetään sitä korkeampaa laatutasoa mitä korkeampaan turvallisuusluokkaan se kuuluu.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käyttöturvallisuuden kannalta merkitykselliset rakenteet ja toiminnot määräytyvät sen mukaan, mikä vaikutus niillä on kriittisysonnettomuuden estämiseen, polttoaineen jäähdytykseen, radioaktiivisten aineiden eristykseen, ulkoiselta säteilyltä suojautumiseen, polttoaineniippujen mekaanisen vaurioitumiseen tai paloturvallisuuteen. Loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuden kannalta merkityksellisiä rakenteita ovat erityisesti jätepakkaukset ja niitä ympäröivät puskurimateriaalit sekä eristysrakenteet, vastaavasti merkityksellisiä toimintoja ovat erityisesti loppusijoitustilojen asemointi, louhinta ja tiivistys.

Posivan vuonna 2006 julkaisemiin työraportteihin sisältyy kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden alustava jako turvallisuusluokkiin laitosten käyttöturvallisuuden ja pitkäaikaisturvallisuuden kannalta. STUK:n kannanotot esitettyihin luokituksiin sisältyvät Laitoskuvaus 2006 -raporttia koskevaan arviointiin /2/.

STUK:n mielestä luonnosteltu luokitusjärjestelmä on hyvä lähtökohta laitosten rakentamislupa-aineistoon sisällytettävän luokitusasiakirjan laatimiselle.

4.3 Häiriöiden ja onnettomuuksien ehkäiseminen

Turvallisuusvaatimukset

Valtioneuvoston asetuksen 736/2008 8 § sisältää seuraavat määräykset.

Käyttöhäiriöiden ja onnettomuuksien ehkäisemiseksi käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelussa, rakentamisessa ja käyttötoiminnassa on käytettävä koeteltua tai muutoin huolella tutkittua, korkealaatuista tekniikkaa. Käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksessa on oltava järjestelmät, joiden avulla voidaan nopeasti ja luotettavasti havaita käyttöhäiriö tai onnettomuustilanne ja estää tilanteen kehittyminen vakavammaksi. Mahdollisten onnettomuuksien seurausten lieventämiseen on varauduttava tehokkain teknisin ja hallinnollisin järjestelyin.

Käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksessa on varmistettava toiminnot, joiden vioittumisen seurauksena voisi aiheutua merkittävä radioaktiivisten aineiden päästö tai laitoksen henkilöstön altistuminen säteilylle. Turvallisuuden

kannalta tärkeiden toimintojen varmistamisen tulee ensisijaisesti perustua luontaisiin turvallisuusominaisuuksiin ja järjestelmiin ja laitteisiin, jotka eivät tarvitse ulkoista käyttövoimaa tai jotka käyttövoiman menetyksen seurauksena asettuvat turvallisuuden kannalta edulliseen tilaan.

Käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelussa on otettava huomioon mahdollisina pidettävistä luonnonilmiöistä ja muista laitoksen ulkopuolisista tapahtumista aiheutuvat vaikutukset. Ulkopuolisina tapahtumina on otettava huomioon myös lainvastaiset toimet laitoksen vahingoittamiseksi.

Käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksessa on varmistettava järjestelmien sijoituksella ja suojauksella sekä operatiivisin keinoin, etteivät tulipalot, räjähdykset tai muut laitoksen sisäiset tapahtumat uhkaa turvallisuutta.

Turvallisuusvaatimusten toteutuminen

Posivan esittämät laitossuunnitelmat perustuvat valtaosin jo käytössä olevaan ja koeteltuun tekniikkaan. Polttoainenippujen käsittelystä kuumakammiossa ei ole kokemuksia maassamme, mutta esim. jälleenkäsittelylaitoksilla polttoainenipuille tehdään vaativampia käsittelyoperaatioita kuin suunnitellulla kapselointilaitoksella. Lisäksi käytetyn ydinpolttoaineen kuivavarastoissa polttoainenippuja käsitellään vastaavalla tavalla kuin Posivan laitossuunnitelmassa esitetään. Vaikka loppusijoitustoimet pohjautuvat sinänsä tavanomaiseen tekniikkaan, niihin liittyy myös uudentyyppisiä haasteita, esim. teknisten komponenttien ja materiaalien tiukat laatuspesifikaatiot sekä kallion karakterisointi ja luokitus.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksessa käsitellään käytettyä polttoainetta, jota on varastoitu 30–60 vuotta. Pitkästä säilytysajasta johtuen polttoaineen aktiivisuus on merkittävästi vähentynyt ja itse polttoaine sisältää vain harvoja radionuklideja, jotka voisivat vapautua helposti häiriö- tai onnettomuustilanteessa. Toisaalta polttoaineen pinnoilla on aktivoitumistuotteita, jotka voivat irtaantua ja levitä hiukkasmaisina. On myös varauduttava siihen, että polttoainenippujen mekaaninen kestävyys on heikentynyt varastointiaikana. Koska laitoksissa kerrallaan käsiteltävän polttoaineen määrä, aktiivisuus ja jälkilämpö eivät ole erityisen suuret eikä käsittelytiloissa tarvita korkeita paineita tai lämpötiloja, on suurten radioaktiivisten ainemäärien vapautuminen laitostiloihin tai ympäristöön varsin epätodennäköistä.

Kapselointilaitoksen ja loppusijoituslaitoksen tyypilliset käyttöhäiriöt ja onnettomuudet voisivat sattua polttoainenipun tai niitä sisältävän säiliön käsittelyn yhteydessä, kuten siirtosäiliön pudotessa, polttoainenipun vaurioituessa kuumakammiossa tai loppusijoituskapselin siirtolaitteiston vioittuessa. Häiriöihin ja onnettomuuksiin on varauduttu muun muassa siten, että laitoksissa käsitellään ja säilytetään käytettyä polttoainetta joko kaasutiiveissä säiliöissä tai säteilysuojellisesti turvallisissa tiloissa. Säteilysuojattujen tilojen poistoilman ja viemäriveresien suodatuksella voidaan estää merkittävät radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön. Radioaktiivisten aineiden mahdolliset päästöreitit varustetaan aktiivisuusmittauksilla.

Useat kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen toiminnot ovat luontaisesti turvalisia siten, että toiminnon suoritus pysähtyy käyttövoiman menetyksen seurauksena eikä tilanteesta aiheudu välitöntä vaaraa. Laitossuunnitelmiin sisältyy sellaisten toimintojen varmistaminen, joista voisi käyttövoiman menetyksen tai yksittäisen laitteen vikaantumisen seurauksena aiheutua merkittävää säteilyvaaraa. Varmistettavat toiminnot liittyvät mm. polttoaineen käsittelyyn, kuumakammion ilmastointiin, siirtosäiliön ja loppusijoituskapselin käsittelyyn, säteilyvalvontaan ja palosuojeluun.

Laitossuunnitelmien mukaan palokuormat laitoksessa rajoitetaan pieniksi niissä tiloissa, joissa käsitellään suojaamatonta käytettyä polttoainetta. Hermeettiseen säiliöön suljettu polttoaine ei ole altis tulipalon vaikutuksille. Tulipalon mahdollisuutta ja sen seurauksia rajoitetaan rakenteellisin keinoin, esimerkiksi materiaalivalinnoin, palo-osastoinnilla, sekä paloilmoitus-, sammutus- ja savunpoistojärjestelmin.

Loppusijoitustiloja rakennettaessa käsitellään räjähdysaineita. Laitossuunnitelman mukaan räjähdysaineet varastoidaan, kuljetetaan ja niitä käytetään siten, että räjähdysuonnettomuuden mahdollisuus on pieni eikä mahdollinen onnettomuus vaarantaisi laitoksen käytön aikaista säteilyturvallisuutta tai pitkäaikaisturvallisuutta.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelussa otetaan huomioon STUK:n ohjeessa YVL 8.5 esitetyt luonnonilmiöistä (esim. säätmiöt) ja ulkoisista tapahtumista (mm. sähkömagneettinen häiriö ja pienlentokoneen törmäys) aiheutuvat vaikutukset.

STUK:n käsityksen mukaan kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen alustavissa teknisissä suunnitelmissa on otettu asianmukaisesti huomioon koetellun, korkeatasoisen ja luontaisesti turvallisen tekniikan käyttöä koskevat periaatteet samoin kuin häiriöiden ja onnettomuuksien ehkäisemistä ja rajoittamista koskevat vaatimukset.

4.4 Loppusijoitustoiminnot

Turvallisuusvaatimukset

Valtioneuvoston asetuksen 736/2008 9 § sisältää seuraavat määräykset.

Jätepakkausten siirrot loppusijoitustilaan on toteutettava siten, että onnettomuuksien mahdollisuus on pieni ja että pakkaukset eivät vahingoitu pitkäaikaisturvallisuuteen vaikuttavalla tavalla.

Käytettyä ydinpolttoainetta sisältävä loppusijoituspakkaus on suunniteltava siten, että loppusijoitusolosuhteissakaan ei voi syntyä itseään ylläpitävää fissioiden ketjureaktiota.

Loppusijoitustoiminnot on eriytettävä loppusijoituslaitoksen louhinta- ja rakentamistöistä siten, etteivät nämä vaikuta haitallisesti laitoksen käyttöturvallisuuteen tai loppusijoitettujen jätteiden pitkäaikaisturvallisuuteen.

Loppusijoituslaitoksen käytön aikana on toteutettava tutkimus- ja tarkkailuohjelma, jolla varmistetaan vapautumisesteiden pitkäaikaista toimintakykyä.

Turvallisuusvaatimusten toteutuminen

Loppusijoituskapseli siirretään loppusijoitustiloihin joko hissillä kuilua pitkin tai siirtoajoneuvolla tunnelia pitkin. Merkittävin onnettomuuden mahdollisuus liittyy hissien tai siirtoajoneuvon ryöstäytymiseen ja sitä seuraavaan törmäykseen. Posivan tekemien analyysien mukaan loppusijoituskapselin tiiveys ei todennäköisesti vaarantuisi tällaisessa onnettomuudessa eikä radioaktiivisten aineiden päästöjä siten syntyisi. Onnettomuusriskin pienentämiseksi siirtohississä tai -ajoneuvossa on varmistettu jarrujärjestelmä. Lisäksi radioaktiivisten aineiden vapautumista ympäristöön voidaan rajoittaa siirtokuilun tai -tunnelin ilmastointi- ja suodatusjärjestelmän avulla.

Loppusijoituskapselin kuparisen päällysosien pitkäaikaiskestävyys voi heiketä merkittävästi, mikäli se kolhiintuu, naarmuuntuu tai kokee mekaanisia muodonmuutoksia käsittelyn aikana. Loppusijoituskapseli siirretään loppusijoitustilaan raudasta ja muovista valmistetun säteilysuojan sisässä, mikä vähentää mahdollisuuksia kapselin vaurioitumiseen. Bentoniittipuskurin asennus ja kapselin lasku loppusijoitusreikänsä on suunniteltu toteutettavan vaiheittain ja varmennetusti niin, että kapselin tai puskurin vahingoittuminen on epätodennäköistä. Vaihtoehtoisessa vaakasijoitusratkaisussa loppusijoituskapseli ja bentoniittipuskuri siirretään loppusijoitustilaan kokonaisuutena ja kapselin säilyminen vaurioitumattomana varmistetaan pakkauksen asennuksen yhteydessä. Koska kaikkien loppusijoitettavien kapselien säilymisestä vahingoittumattomana ei ole täyttä varmuutta, tarkastellaan turvallisuusanalyysissä myös alun perin vaurioituneesta kapselista aiheutuvia säteilyvaikutuksia.

Jos loppusijoitustilassa oleva loppusijoituskapseli menettää tiiveytensä ja täyttyy vedellä, kasvaa polttoainekeskittymän reaktiivisuus. Myös reaktiivisuutta kasvattavat mekaaniset muodonmuutokset kapselin sisällä ovat mahdollisia. Analyysien on osoitettu kriittisyysturvallisuusvaatimusten täyttyminen loppusijoitusolosuhteissa ja ilman palamaoletuksia nykyisin käytössä oleville polttoainetyypeille. Sen sijaan Olkiluoto 3 -reaktorin ja mahdollisesti myös Olkiluoto 4 -reaktorin polttoaineen tapauksessa tarvitaan ns. palamahyvityksen (polttoaineelle oletetaan minimipalama, mikä pienentää reaktiivisuutta) soveltamista loppusijoitettujen kapselien alikriittisyyden osoittamiseen. Palamahyvityksen soveltaminen on verraten uusi keino; joissakin maissa sitä sovelletaan käytetyn polttoaineen välivarastoinnissa, mutta soveltamiskriteerit eivät ole vielä vakiintuneet kansainvälisesti.

Loppusijoitustunnelien louhimista, loppusijoituskapselien siirtoja loppusijoitustiloihinsa sekä loppusijoitustunnelien täyttöjä ja tulppauksia on tarkoitus tehdä samanaikaisesti. Nämä toiminnot erotetaan toisistaan suojaseinän ja louhintatäriä vaimentavien suojaetäisyyksien avulla. Materiaalit loppusijoitustoiminnan kohteena oleville alueille kuljetetaan eri reittejä kuin alueille, jossa tehdään tunnelien louhinta- tai täyttötöitä.

Loppusijoitustiloja rakennettaessa, käytettäessä ja suljettaessa pyritään minimoimaan sellaiset kallioperään kohdistuvat vaikutukset, jotka voisivat olla haitallisia pitkäaikaisturvallisuuden kannalta. Näitä käsitellään kohdassa 6.3.

Periaatepäätöshakemusaineiston mukaan loppusijoituslaitoksen käytön aikana tehtävät tutkimukset kohdistuvat valtaosin loppusijoitustiloja ympäröivään kallio-perään. Tutkimuksiin sisältyy sekä maan pinnalta tehtäviä monitorointeja että loppusijoitustiloista tehtäviä tutkimuksia. Jälkimmäisten ensisijaisena tarkoituksena on selvittää kallio-perän ominaisuuksia tilojen rakentamisen edetessä ja arvioida kallion soveltuvuutta loppusijoitukseen sitä varten kehitettyjen kriteerien mukaisesti.

Kun loppusijoituslaitoksen käyttöaika on hyvin pitkä, jopa yli sata vuotta, olisi tutkimus- ja tarkkailuohjelmaan mahdollista STUK:n käsityksen sisällyttää myös teknisten vapautumisesteiden pitkäaikaista toimintakykyä varmistavia kokeita.

STUK:n käsityksen mukaan loppusijoitustoimintoja koskevissa alustavissa suunnitelmissa on riittävällä tavalla otettu huomioon valtioneuvoston asetukseen sisältyvät loppusijoitustoimintoja koskevat turvallisuusvaatimukset.

5 Ydinmateriaalivalvonta

Käytettyyn polttoaineeseen sisältyy ydinenergialaissa tarkoitettuja ydinaineita. Sen vuoksi käytetyn polttoaineen kapselointiin ja loppusijoitukseen kohdistuu ydinaseiden leviämisen estämiseksi tarkoitettu valvonta, ydinmateriaalivalvonta. Tässä luvussa arvioidaan, miten Posiva suunnitelmissa on otettu huomioon ydinmateriaalivalvonnan järjestäminen.

Turvallisuusvaatimukset

Ydinenergia-asetuksen 118 b § sisältää seuraavat määräykset.

Ydinlaitoksen suunnittelu, rakentaminen ja käyttö on toteutettava siten, että ydinenergialaissa ja sen nojalla annetuissa säännöksissä sekä Euratom-sopimuksessa ja sen nojalla annetuissa määräyksissä säädetyt ja määrätyt ydinmateriaalivalvontaa koskevat velvoitteet täytetään. Laitoksessa ei saa olla suunnittelutietoihin sisällyttämiä ydinmateriaalivalvonnan kannalta merkityksellisiä tiloja, materiaaleja tai toimintoja. Luvanhaltijalla on oltava ydinaineen ja muun ydinmateriaalin kirjanpito- ja raportointijärjestelmä, jolla varmistetaan tietojen oikeellisuus, kattavuus ja jatkuvuus ydinaseiden leviämisen estämiseksi tarpeellisen valvonnan toteuttamiseksi.

Turvallisuusvaatimusten toteutuminen

Ohjeen YVL 8.5 mukaan kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelussa tulee ottaa huomioon ydinmateriaalivalvonnan järjestäminen. Ydinmateriaalin kulkureitit, puskurivarastot, käsittelyprosessit ja valvonta on suunniteltava siten, että ydinainetiedon jatkuvuus voidaan varmistaa joka vaiheessa. Myös materiaalivirtojen valvonta maanalaisiin tiloihin ja ulos niistä tulee olla mahdollista. Polttoaineniippujen ja jätekapselien tulee olla yksilöllisesti tunnistettavissa.

Ohjeen mukaan kaikkien polttoaineniippujen ydinainetiedot tulee olla mahdollista todentaa ainetta rikkomattomin menetelmin ilmoitettujen tietojen oikeellisuuden ja täydellisyyden varmistamiseksi. Ydinainetietojen kattava varmentaminen voidaan tehdä joko kapselointilaitoksella tai ennen polttoaineniippujen siirtoa sinne. Jälkimmäisessä tapauksessa on polttoaineniiput yksilöitävä luotettavasti kapselointilaitoksella ja varmistuttava ydinainetiedon aukottomasta jatkuvuudesta sekä siitä, ettei

polttoainesäiliöitä avata siirtojen aikana. Jos valvontatiedon jatkuvuus menetetään, ydinainetiedot on todennettava uudelleen.

Ydinmateriaalivalvonnalla varmistetaan myös, ettei laitoksessa, erityisesti sen maanalaisissa tiloissa, ole suunnittelutietoihin sisältymättömiä tiloja, materiaaleja tai toimintoja, ja että polttoaineniput ja jätekapselit säilyvät ilmoitetuissa paikoissa laitoksen käytön aikana ja sen sulkemisen jälkeen.

Kansainvälinen valvonta perustuu ydinsulkusopimuksen mukaiseen valvontasopimukseen (INFCIRC/193), sen lisäpöytäkirjaan sekä komission asetukseen (Euratom) No 302/2005. Kansainvälinen valvonta edellyttää myös IAEA:n ja komission valvontatoimia. Tätä koskevat kansainväliset vaatimukset eivät ole vielä täsmentyneet.

Koska maanalaista tutkimustilaa, ONKALOA on tarkoitus käyttää loppusijoituslaitoksen osana, STUK on aloittanut hankkeeseen liittyvän ydinsulkuvalvonnan. Posiva on veloitettu STUK:n kirjeellä Y811/52, 22.10.2004, varmistamaan osaltaan edellä mainittujen vaatimusten täyttyminen laatimalla ydinsulkukäsikirja sekä nimeämään ydinmateriaalivalvonnasta huolehtiva henkilö. Posivalla on käytössään STUK:n hyväksymä ja päivitetty Ydinsulkukäsikirja (menettelyohje POS-000647) ydinmateriaalivalvonnasta jo Onkalon rakentamisen aikana. Käsikirjaa on tarkoitus laajentaa käsittämään kansalliset ja kansainväliset ydinmateriaalivalvonnan vaatimukset loppusijoitushankkeen edistyessä.

Posiva on esittänyt alustavat suunnitelmat kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen ydinmateriaalivalvonnasta Laitoskuvaus-2006 -raportissa (työraportti 2006-102) /3/.

STUK:n näkemys on, että noudattamalla Ydinsulkukäsikirjassa kuvattuja menettelyitä voidaan kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamisen aikainen ydinsulkuvalvonta toteuttaa kansallisten säännösten edellyttämällä tavalla. Ydinsulkukäsikirjassa kuvatut menettelyt ovat STUK:n käsityksen mukaan riittävän kattavat myös varmistamaan sen, että kansalliset ja myöhemmin täydentyvät kansainväliset valvontavelvoitteet ydinsulkuvalvonnan osalta voidaan täyttää.

6 Vapautumisesteiden toimintakyky

Loppusijoituksen turvallisuus perustuu vapautumisesteisiin, jotka ovat teknisiä rakenteita, kuten loppusijoituskapseli tai luonnollisia materiaaleja, kuten kallioperä. Vapautumisesteisiin liittyy erilaisia turvallisuustoimintoja, jotka estävät tai rajoittavat loppusijoitettujen radioaktiivisten aineiden vapautumista ja kulkeutumista. Loppusijoitettujen radioaktiivisten aineiden aktiivisuus ja potentiaalinen säteilyvaarallisuus on aluksi hyvin suuri ja tavoitteena on, että turvallisuustoiminnot estävät täysin radioaktiivisten aineiden vapautuminen tänä ajanjaksona. Myöhempinä ajanjaksoina, kun jätteiden aktiivisuus on olennaisesti vähentynyt, täydellinen eristys ei ole välttämätöntä vaan riittää, että turvallisuustoiminnot rajoittavat loppusijoitettujen radioaktiivisten aineiden vapautumista loppusijoitustiloista ja kulkeutumisesta kallioperässä.

Tässä luvussa arvioidaan, miten Posivan suunnittelema loppusijoituskonsepti täyttää vapautumisesteille ja turvallisuustoiminnoille asetetut vaatimukset.

6.1 Moniesteperiaate

Turvallisuusvaatimukset

Valtioneuvoston asetuksen 736/2008 11 § sisältää seuraavat määräykset:

Loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuden on perustuttava toisiaan täydentävien vapautumisesteiden aikaansaamiin turvallisuustoimintoihin siten, että yksittäisen toiminnon vajavuus tai ennustettavissa oleva geologinen muutos ei vaaranna pitkäaikaisturvallisuutta.

Turvallisuusvaatimusten toteutuminen

Käytetyn polttoaineen loppusijoituksessa teknisiä vapautumisesteitä ja niiden aikaansaamia turvallisuustoimintoja ovat tyypillisesti

- tiivis, korroosiota ja mekaanista rasitusta kestävä kapseli, johon polttoaineniput suljetaan
- niukkaliukoinen polttoainematriisi, johon suurin osa radioaktiivisia aineita on sitoutunut

- radioaktiivisten aineiden liukenemista ja kulkeutumista rajoittavat kemialliset olosuhteet loppusijoituskapselissa ja sen ympäristössä
- jätekapselit kallioperästä eristävä, vähäisiä kallioliikuntoja myötäävä väliaine
- täyteaineet ja sulkurakenteet, jotka rajoittavat radioaktiivisten aineiden kulkeutumista louhittujen tilojen kautta.
- Luonnollisia vapautumisesteitä ja niiden aikaansaamia turvallisuustoimintoja puolestaan voivat olla
- loppusijoitettuja jätekapseleita ympäröivä tiivis kallioperä, joka rajoittaa pohjaveden virtaamaa jätekapselien ympäristössä
- loppusijoitustiloja ympäröivä kallioperä, jossa vähäinen pohjaveden virtaus, pelkistävä ja muutoinkin suotuisa pohjavesikemia sekä pidättyminen kiven pinnoille ja huokosiin rajoittavat radioaktiivisten aineiden liikkuvuutta
- kallioperän tarjoama suoja luonnonilmiöitä ja ihmisen toimia vastaan.

Periaatepäätöshakemusaineistossa on esitetty loppusijoituksen turvallisuuskonseptin pääpiirteet. Lisäksi ns. vaakasijoitusratkaisua koskevassa turvallisuusperustelussa (Posiva 2007-06) /5/, johon periaatepäätöshakemuksessa viitataan, on alustavasti määritelty turvallisuustoiminnot, joihin pitkäaikaisturvallisuus perustuu.

Vapautumisesteiden toimintakyky vaihtelee huomattavasti tarkasteltavan radioaktiivisen aineen mukaan. Moniestevaatimuksen täyttymistä arvioitaessa on siksi järkevää tarkastella erikseen seuraavia neljää eri nuklidiryhmää:

- lyhytikäiset fissiotuotteet, joita ovat strontium-90 ja kesium-137
- helposti vapautuvat ja kulkeutuvat nuklidit, joihin voidaan lukea esim. hiili-14, kloori-36, seleeni-79, palladium-107, tina-126, jodi-129 ja kesium-135
- hitaasti kulkeutuvat nuklidit, joita ovat aktinidit sekä esim. teknetium-99 fissiotuotteista
- polttoainennippujen rakenneosien nuklidit (mm. hiili-14, nikkeli-59, sirkoni-93, niobi-94).

LYHYTIKÄISET FISSIOTUOTTEET

Noin 30 vuoden puoliintumisajan omaavat strontium-90 ja kesium-137 hallitsevat käytetyn polttoaineen aktiivisuutta ja myös säteilyvaaraa muutaman sadan vuoden ajan. Jos tekniset vapautumisesteet eristävät jäteaineet tehokkaasti usean tuhanen vuoden ajan, kuten turvallisuusvaatimukset edellyttävät, kyseiset nuklidit ehtivät hajota tänä aikana.

Mikäli kaikkien jätekapselien eristyskyky ei kuitenkaan ole täydellinen edes ensimmäisten satojen vuosien aikana, muodostuu ratkaisevaksi polttoaineen kasaauksessa ja raerajoilla oleva aktiivisuusosuus, jonka voidaan olettaa vapautuvan välittömästi sen jälkeen kun pohjavesi pääsee tunkeutumaan kapseliin. Välittömästi vapautuvaksi inventaariosuudeksi arvioidaan 1-4 % strontium-90:lle ja 2-6 % kesium-

137:lle (raportti Posiva 2007-12 /8/). Pääosa aktiivisuudesta on sitoutuneena uraanimatriisiin, josta se vapautuu hyvin hitaasti.

Kesiumin ja strontiumin liukoisuus pohjaveteen voi olla suuri, mutta kulkeutuminen polttoaineesta kallioon bentoniittipuskurin läpi on hyvin hidasta näiden nuklidien aktiivisuuselinikään nähden. Samoin niiden kulkeutumisaika kallioperässä muodostuu niin pitkäksi, että aktiivisuus vähenee merkityksettömäksi, vaikka huomattavia aktiivisuusmääriä vapautuisi kallioperään.

Siten lyhytikäisten fissiotuotteiden eristämiseksi on useita tehokkaita vapautumisesteitä: jättekapseli, uraanimatriisi siihen sitoutuneille aineille, bentoniittipuskuri ja kallioperä. Yhden vapautumisesteen toimintakyvyn olennainen heikkeneminen ei vaaranna turvallisuusvaatimuksen täyttymistä.

HELPOSTI VAPAUTUVAT JA KULKEUTUVAT NUKLIDIT

Helposti kulkeutuvalla nuklidilla tarkoitetaan tässä yhteydessä radioaktiivista ainetta, jonka kulkeutumisaika vapautumisesteiden läpi voi olla selvästi lyhyempi kuin sen aktiivisuuselinikä. Osa näistä aineista on polttoainesauvojen kaasuaukossa tai polttoainetablettien raerajoilla ja nämä aineet vapautua helposti sen jälkeen, kun loppusijoituskapselin tiiveys on menetetty.

Helposti kulkeutuvien nuklidien välittömästi vapautuva aktiivisuusosuus on hyvin pieni käytetyn polttoaineen kokonaisaktiivisuuteen nähden: esim. aikavälillä 1000-100 000 vuotta osuus vaihtelee tyypillisesti välillä 10⁻⁴ -10⁻³. Välittömästi vapautuva kokonaisaktiivisuus on 1000 vuoden jäähtymisaian jälkeen noin 60 TBq, jos loppusijoitettavan polttoaineen määrä on 9000 tU ja keskimääräinen palama noin 50 MWd/kgU. Säteilyvaikutusten enimmäisarvoja ajatellen on välittömästi vapautuvan osuuden merkitys yleensä ratkaiseva verrattuna samojen nuklidien polttoaineeseen sitoutuneeseen osuuteen.

Kyseisten nuklidien liukoisuus pohjaveteen on suuri ja ne pidättyvät heikosti tai kohtalaisesti bentoniittipuskurissa ja kallioperässä. Koska useimpien puoliintumisaika on hyvin pitkä, ne eivät juuri ehdi hajota sinä aikana kun kulkeutuvat vapautumisesteiden läpi. Toisaalta vapautuvien aktiivisuuspitoisuuksien maksimiarvot alenevat merkittävästi kulkeutumisaikojen vaihtelun ansiosta. Vastaavalla tavalla vaikuttaa myös useiden jättekapselien puhki syöpymisen aikahajonta, minkä ansiosta välittömästi vapautuvista nuklideista aiheutuvat aktiivisuuspäästöt laimenevat ajallisesti.

Koska muut vapautumisesteet kuin loppusijoituskapseli eivät hidasta kovin tehokkaasti kyseisten nuklidien vapautumista ja kulkeutumista, ei yksittäisen turvallisuustoiminnon vajavuudesta tai geologisesta muutoksesta aiheudu merkittävää lisää arvioituun päästöön. Vain suuren kapselijoukon tiiveyden menetys lyhyen ajanjakson kuluessa voisi aiheuttaa merkittävän radioaktiivisten aiheiden päästön.

HITAASTI KULKEUTUVAT NUKLIDIT

Kyseiset nuklidit dominoivat käytetyn polttoaineen aktiivisuutta ja myös potentiaalista säteilyvaarallisuutta muutaman sadan vuoden pituisen ajanjakson jälkeen. Useimmilla niistä on välittömästi vapautuva kaasuaukko- tai raerajaosuus merkityksettömän pieni. Suunnitelluissa loppusijoitusolosuhteissa, jolloin mm. pohjavesi on pelkistävää, näille hitaasti kulkeutuville nuklideille näyttäisi olevan useita tehokkaita vapautumisesteitä: pitkäikäinen jätekapseli, sitoutuminen niukkaliukoiseen polttoainematriisiin, liukoisuusrajoitukset sekä hidas kulkeutuminen bentoniittipuskurin ja kallioperän läpi.

Koska hitaasti kulkeutuvat nuklidit on moninkertaisesti eristetty, ei yhden turvallisuustoiminnon vajavuus vielä vaikuta olennaisesti säteilyturvallisuuteen. Vasta jos useampi turvallisuustoiminto heikkenisi samanaikaisesti, voisivat hitaasti kulkeutuvista nuklideista aiheutuvat säteilyvaikutukset kasvaa ratkaisevasti. Myöskään geologiset muutokset eivät vaikuta herkästi hitaasti kulkeutuvista nuklideista aiheutuviin säteilyvaikutuksiin.

POLTTOAINENIPPUJEN RAKENNEOSIEN NUKLIDIT

Polttoainenippujen metallisiin rakenneosiin kertyy aktivoitumistuotteita, joihin sisältyy sekä helposti että hitaasti kulkeutuvia nuklideja. Edellisten aktiivisuus on samaa suuruusluokkaa ja jälkimmäisten selvästi pienempi kuin polttoaineeseen sisältyvien vastaavien nuklidiryhmien aktiivisuudet. Kyseiset nuklidit ovat sitoutuneina metallimatriisiin, josta niiden vapautuminen kestää arvioiden mukaan 103-104 vuotta. Vertailu itse polttoaineeseen sisältyviin nuklideihin osoittaa, että nippujen rakenneosien nuklidien merkitys jää yleensä marginaaliseksi.

JOHTOPÄÄTÖKSET

Suunnitellussa loppusijoitusratkaisussa moniesteperiaate näyttää toteutuvan hyvin, kun painotetaan niitä radioaktiivisia aineita, joiden aktiivisuusosuus on vallitseva kunakin tarkasteluajanjaksona. Käytettyyn polttoaineeseen tosin sisältyy nuklideja, jotka vapautuvat helposti ja kulkeutuvat verraten nopeasti sen jälkeen, kun jätekap-selien eristys on menetetty, mutta toisaalta niiden osuus on enimmillään vain noin tuhannesosa kokonaisaktiivisuudesta.

6.2 Tekniset vapautumisesteet

Turvallisuusvaatimukset

Valtioneuvosten asetuksen 736/2008 12 § sisältää seuraavat vaatimukset

Turvallisuustoimintojen on estettävä tehokkaasti loppusijoitettujen radioaktiivisten aineiden vapautumista kallioperään ajanjaksona, jonka pituus riippuu jätteen radioaktiivisuuden kestosta. Lyhytikäisillä jätteillä tämän ajanjakson on oltava vähintään

usean sadan vuoden mittainen ja pitkäikäisillä jätteillä vähintään usean tuhannen vuoden mittainen.

Turvallisuusvaatimusten toteutuminen

Suunnitellussa loppusijoitusratkaisussa teknisten vapautumisesteiden tärkeimmät osatekijät ovat jätekapseli (kupari-rautakapseli jonka sisällä ovat polttoaineniput) ja bentoniittipuskuri jätekapselin ympärillä. Lisäksi ympäröivän kallioperän hydrologiset, kemialliset ja kalliomekaaniset olosuhteet ovat tärkeitä teknisten vapautumisesteiden toimintakyvyn kannalta.

Kupari, polttoaineen uraanidioksidi ja bentoniitti ovat sekä kokemusperäisten havaintojen että termodynaamisten analyysien valossa varsin pysyviä materiaaleja olosuhteissa, joiden voidaan arvioida vallitsevan suljetuissa loppusijoitustiloissa pitkällä aikavälillä.

Posivan loppusijoitusratkaisu tähtää hyvin pitkäkestoiseen täydelliseen eristykseen kupari-rautakapselin avulla. Jätekapselin suunnitteluperusteena on, että kuparikapselin syöpmiseen puhki loppusijoitusolosuhteissa kuluisi vähintään 100 000 vuotta. Kapselin mitoituksessa on pyritty ottamaan huomioon mm. jääkaudesta aiheutuvat kuormitukset ja muut geologiset muutokset.

Toimiakseen suunnitellulla tavalla jätekapselin on täytettävä korkeat laatuvaatimukset, jotka koskevat mm. materiaalikoostumusta, mikrorakennetta, hitsaussaumojen virheettömyyttä ja toleransseja. Loppusijoituskapselin valmistus-, sulkemis- ja tarkastustekniikat ovat edelleen laajamittaisen tutkimus- ja kehitystyön kohteena sekä Suomessa että Ruotsissa ja viime vuosina alalla on edistytty huomattavasti. STUK on laatinut arvioinnin loppusijoituskapselin suunnitteluraportista (POSIVA 2005-02) /4/.

Jätekapselin pitkäaikaiskestävyyden osoittamiseksi on myös tärkeätä, että voidaan sulkea pois ilmiöt, jotka voisivat johtaa kapselin eheyden nopeaan menetykseen, kuten viruminen, paikallinen korroosio ja jännityskorroosio. Tähänastisten tutkimusten perusteella kyseisiä jätekapselin eheyden vaarantavia ilmiöitä voidaan pitää epätodennäköisinä, mutta asiasta varmistautumiseen tarvitaan lisätutkimuksia.

Jätekapselin pitkäaikaiskestävyyden kannalta on myös olennaista, että bentoniittipuskuri säilyttää sille asetetut toimintakykytavoitteet. Sen on täytettävä tiukat laatuvaatimukset mm. materiaaliominaisuuksien ja pakkaustiheyden suhteen, jotta puskurin pitkäaikainen toimintakyky olisi suunnitellun kaltainen. Mekaanisen vakauden kannalta tärkeitä ominaisuuksia ovat bentoniitin riittävä myötökyky kallioliikunnoissa ja bentoniitin kyky kantaa merkittävästi suuremman ominaispainon omaava jätekapseli. Bentonitiin kemiallisen ja mikrorakenteen pysyvyyden kannalta on tärkeätä sopiva koostumus ja enimmäislämpötilan rajoittaminen, lisäksi pohjaveden virtauksen ja kemian loppusijoitustiloissa tulee säilyä suotuisissa rajoissa. Näistäkin seikoista varmistuminen edellyttää lisätutkimuksia.

Valtaosa radioaktiivisista aineista on sitoutunut uraanidioksidimatriisiin. Tutkimusten mukaan näiden aineiden vapautuminen matriisista on hyvin hidasta (osuus 10⁻⁶-10⁻⁸ vuodessa), vaikka se joutuisi kosketuksiin pohjaveden kanssa. Vapautumista kontrolloiva seikka on uraanin liukoisuus, johon esim. polttoaineen palaman kasvusta aiheutuva matriisin huokoisuuden lisääntyminen ei vaikuta herkästi. Palaman kasvu voi kuitenkin lisätä polttoainesauvojen kaasuaukoissa ja raerajoilla olevaa ns. helposti vapautuvaa aktiivisuusosuutta.

STUK:n käsityksen mukaan Posiva Oy:n loppusijoitusratkaisuun sisältyvillä teknisillä vapautumisesteillä on hyvät edellytykset eristää jäteaineet kallioperästä joksikin täydellisesti turvallisuusvaatimusten mukaisesti vähintään usean tuhannen vuoden ajaksi ja todennäköisesti olennaisesti pitemmiksikin ajoiksi. Asiasta varmistuminen edellyttää kuitenkin tutkimusten ja loppusijoitusoloja jäljittelevien toimintakykytestien jatkamista.

6.3 Loppusijoituspaikan kallioperä

Turvallisuusvaatimukset

Valtioneuvoston asetuksen 736/2008 12 § sisältää seuraavat määräykset:

Loppusijoituspaikan kallioperän ominaisuuksien on kokonaisuutena oltava suotuisat radioaktiivisten aineiden eristämiseksi elinympäristöstä. Loppusijoituspaikaksi ei tule valita paikkaa, jolla on jokin pitkäaikaisturvallisuuden kannalta ilmeisen epäedullinen ominaisuus.

Suunnitellulla loppusijoituspaikalla on oltava riittävän suuria ja ehyitä kalliotilavuuksia, joihin loppusijoitustilat voidaan rakentaa. Loppusijoitustilojen suunnittelua varten ja turvallisuusarvioissa tarvittavien lähtötietojen hankkimiseksi loppusijoituspaikan kallioperän ominaisuudet on selvitettävä maanpintatutkimusten lisäksi suunnitellussa loppusijoitussyvytydessä tehtävillä tutkimuksilla.

Maanalaisten tilojen sijoittaminen, louhinta, rakentaminen ja sulkeminen on toteutettava siten, että kallioperä säilyttää mahdollisimman hyvin pitkäaikaisturvallisuuden kannalta tärkeät ominaisuudet.

Loppusijoitustilojen syvyys on valittava jätelajin ja paikallisten geologisten olosuhteiden kannalta tarkoituksenmukaisesti. Tavoitteena tulee olla, että maanpäällisten tapahtumien, toimintojen ja olosuhdemuutosten vaikutukset pitkäaikaisturvallisuuteen ovat vähäiset ja että ihmisen tunkeutuminen loppusijoitustiloihin on vaikeata.

Turvallisuusvaatimusten toteutuminen

Ohjeen YVL 8.4 mukaan loppusijoituspaikan kallioperällä tulee olla riittävästi kohdassa 6.1 esitettyjä luonnollisen vapautumisesteen ominaisuuksia. Lisäksi kallioperän ominaisuuksien on oltava suotuisat teknisten vapautumisesteiden pitkäaikaisen toimintakyvyn kannalta. Pitkäaikaisturvallisuudelle merkityksellisten kallioperän

olosuhteiden tulee olla vakaat tai ennustettavat vähintään usean tuhannen vuoden päähän. Tämän jälkeen tapahtuvien, mm. suurista ilmastonmuutoksista aiheutuvien geologisten muutosten vaihtelualueen tulee olla arvioitavissa.

Loppusijoituspaikaksi soveltumattomuutta osoittavia seikkoja voivat olla seuraavat:

- hyödyntämiskelpoisten luonnonvarojen läheisyys
- kallion lujuuteen nähden epätavallisen suuret kalliojännitykset
- ennustettavissa oleva poikkeuksellisen suuri seisminen tai tektoninen aktiivisuus
- pohjaveden poikkeuksellisen haitalliset ominaisuudet, kuten pelkistyskyvyn puute sekä sellaisten aineiden suuret pitoisuudet, jotka voivat heikentää vapautumisesteiden toimintakykyä.

Arviot Olkiluodon kallioperän yleisestä soveltuvuudesta loppusijoitukseen perustuvat siellä lähes kahdenkymmenen vuoden ajan tehtyihin sijoituspaikkatutkimuksiin. Olkiluodon kallioperän geotieteelliseen karakterisointiin on sisällytetty muun muassa

- maanpinta- ja ilmaluotauksia eri menetelmillä
- viitisenkymmentä syväkairaus- ja reikätkimukset varten,
- geofysikaalisia, geohydrologisia ja hydrokemiaalisia mittauksia poranrei'istä
- kallion seismisten ja tektonisten liikuntojen tarkkailua
- sijoituspaikan evoluutiohistorian selvityksiä ja olosuhteiden tulevien muutosten mallinnusta.

Lopullisempi varmuus kallioperän soveltuvuudesta saadaan suunnitellussa loppusijoitusyvytydessä tehtävillä tutkimuksilla, jotka ovat vasta alkamassa maanalaisen tutkimustilan edettyä sinne asti. Vuoden 2000 periaatepäätöksen jälkeen Posiva on laatinut kolme sijoituspaikan karakterisointia koskevaa yhteenvetoraporttia. Viimeisin niistä on Olkiluoto Site Description 2006 (raportti Posiva 2007-03), josta STUK on laatinut arvioinnin vuonna 2008 /5/. Tähänastisissa tutkimuksissa ei ole ilmennyt merkittäviä loppusijoituspaikan soveltumattomuuteen viittaavia seikkoja. Eräiden Olkiluodon kallioperälle luonteenomaisten seikkojen, kuten pohjaveden korkeahkojen suola- ja metaanipitoisuuksien vaikutukset pitkäaikaisturvallisuuteen edellyttävät lisäselvityksiä.

Ohje YVL 8.4 edellyttää, että loppusijoitustiloja ympäröivän kallion rakenteet, joilla voi olla merkitystä pohjaveden virtauksen, kallio liikuntojen tai muiden pitkäaikaisturvallisuuden kannalta tärkeille seikoille, on määritettävä ja luokiteltava. Jättekapselien sijoittaminen loppusijoitustiloihin on tehtävä siten, että jätetään riittävä etäisyys sellaisiin kallioperän rakenteisiin, jotka saattaisivat muodostua loppusijoitettujen radioaktiivisten aineiden nopeiksi kulkeutumisteiksi tai muutoin heikentää vapautumisesteiden toimintakykyä.

Posiva on kehittämässä kallion luokitusjärjestelmää, jota on tarkoitus käyttää loppusijoitukseen soveltuvien kalliolohkojen tunnistamiseen. Vuonna 2005 raportoitua luokitusjärjestelmää (Posivan työraportti 2005-07) kehitetään edelleen, ja sitä on tarkoitus testata Onkalon päätutkimustasoa rakennettaessa.

Ohjeen YVL 8.4 mukaan loppusijoitustilojen sijainnin on oltava edullinen alueella esiintyviin pohjaveden virtauksiin nähden. Loppusijoitusvyvyys on valittava pitkäaikaisturvallisuuden kannalta edullisesti ottaen huomioon ainakin kallioperän geologiset rakenteet ja kivilajien ominaisuudet sekä kalliojännitysten, lämpötilan sekä pohjaveden virtauksen ja ominaisuuksien muutokset syvyyden myötä.

Loppusijoitustilat on alustavasti suunniteltu sijoitettavan kiillegneissikallioon runsaan 400 metrin syvyyteen. Tilat sijoittuisivat yhteen tasoon ja veisivät lähes 2 km² pinta-alan, mikäli loppusijoitettavan polttoaineen kokonaismäärä on periaatepäätöshakemuksessa esitetty 9000 tU. Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön käytetty polttoaine kasvattaa loppusijoitustilan tarvetta noin kolmanneksella verrattuna siihen polttoainemäärään, jonka nykyiset periaatepäätökset kattavat.

Loppusijoitustilojen asemointi on tehty niin, että loppusijoitustilat eivät ole merkittävimpien tunnistettujen rikkonaisuusvyöhykkeiden tai niille varattujen suojavyöhykkeiden alueilla. Loppusijoitustilat, joka on tarkoitettu tähänastisten periaatepäätösten kattamalle polttoaineelle, voitaisiin ilmeisesti sijoittaa keskeiselle tutkimusalueelle Olkiluodon osayleiskaavassa energiantuotantoon varatun alueen keski- ja itäosassa. Olkiluoto 4:n polttoaineelle tarkoitettu laajennusosa sijoittuisi tämän alueen itäisimpään osaan, mistä on tähän mennessä saatu tutkimustietoa maanpinta-tutkimusten ja kahden syväkairauksen kautta.

Loppusijoitustilojen asemointisuunnitelma on suuntaa-antava ja vasta maanalaisten tilojen rakentamisen edetessä tehtävin tutkimuksin voidaan tilojen sijainti määrittää tarkemmin. Rikkonaisuusvyöhykkeiden lisäksi sijoitustilojen asemointia rajoittavia seikkoja ovat Olkiluodon pääkivilajin, kiillegneissin suuntautuneisuus ja muuntuneisuus. Sijoitusvyvyyttä rajoittavia seikkoja ovat erityisesti kallion lujuus suhteessa sen jännitystilaan sekä pohjaveden suolaisuuden kasvu syvyyssuunnassa. Sijoitusvyvyyden riittävyttä harkittaessa on otettava myös huomioon ikiroudan ulottuvuus.

Ohjeet YVL 8.4 ja 8.5 edellyttävät, että loppusijoitustilojen ja muiden maanalaisten tilojen rakentamisessa, käytössä ja sulkemisessa käytettävät menetelmät on valittava siten, että kallioperä parhaalla tavalla säilyttää luonnolliset vapautumisesteen ominaisuutensa. Pitkäaikaisturvallisuuden kannalta edullisten kallioperän ominaisuuksien säilyttämiseksi on otettava huomioon, että

- käytettävien louhintamenetelmien yhtenä valintaperusteena on rajoittaa louhintahäiriöitä loppusijoitustiloja ympäröivässä kalliiossa
- kallioperä on lujitettava ja tiivistettävä siten, ettei loppusijoitustiloihin kulkeudu merkittävästi vapautumisesteiden toimintakyvyn kannalta haitallisia aineksia

- orgaanisten ja hapettavien aineiden kulkeutuminen loppusijoitustiloihin on minimoitava
- loppusijoitustilat on täytettävä ja suljettava heti, kun se on mahdollista loppusijoitustoimien ja niihin liittyvien valvontatoimien kannalta.

Posivan periaatepäätöshakemuksessa ja sen viiteaineistossa esitetyt suunnitelmat loppusijoitustilojen rakentamisesta, käytöstä ja sulkemisesta vastaavat suurelta osin näitä vaatimuksia. Merkittävimmät haasteet tältä osin liittyvät kallion tiivistämisestä aiheutuvan kemiallisen häiriön rajoittamiseen ja loppusijoitustiloja ympäröivään kallioon syntyvien mekaanisten vaurioiden (pintarakoilu ja lohkeilu) minimoimiseen. Rakentamistekniikkaa on tarkoitettu testata ONKALOSSA suunnitellussa loppusijoitussyvytydessä. Toinen merkittävä tutkimustila on Äspön kalliolaboratorio, jossa on meneillään laajat testit mm. vaakasijoitustekniikasta ja tunnelien sulkemistekniikasta.

Tähän mennessä tehtyjen tutkimusten perusteella STUK:n tiedossa ei ole seikkoja, jotka osoittaisivat Olkiluodon kallioerän loppusijoitukseen soveltumattomaksi tai että sijoituspaikan olosuhteissa tulevaisuudessa tapahtuvat muutokset vaarantaisivat loppusijoituksen turvallisuuden. Alueesta, johon loppusijoituslaitoksen laajenusosa on suunniteltu sijoitettavan, on toistaiseksi verraten vähän tutkimustietoa. Myös kallioerän olosuhteissa pitkällä aikavälillä tapahtuvien muutosten selvittäminen edellyttää lisätutkimuksia. Loppusijoitustilojen optimaalinen asemointi kallioon samoin kuin niiden rakentamisesta, käytöstä ja sulkemisesta kallioerään aiheutuvien haittavaikutusten minimointi edellyttävät vielä merkittävää panostusta menetelmänkehitykseen ja testaustoimintaan.

7 Turvallisuusvaatimusten täyttymisen osoittaminen

Käytetyn polttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käyttöä koskevien turvallisuusvaatimusten täytyminen on vain rajoitetusti suoraan todennettavissa. Eryteisesti harvinaisten häiriöiden ja onnettomuuksien osalta joudutaan tukeutumaan laskennallisiin analyysiin, joilla arvioidaan häiriöiden ja onnettomuuksien säteilyseuraamuksia ja myös todennäköisyyksiä sellaisten tapahtumien osalta, joilla voisi olla merkittäviä seurauksia.

Loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuden osoittamiseen tarkoitettua dokumentaatiota kutsutaan turvallisuusperusteluksi. Siinä kuvataan loppusijoitusjärjestelmän käyttäytyminen pitkällä aikavälillä tapahtuvat ympäristömuutokset huomioon ottaen sekä arvioidaan laskennallisesti loppusijoitettuihin jätteisiin sisältyvien radioaktiivisten aineiden vapautuminen loppusijoitustiloista ja kulkeutuminen kallioperän läpi elinympäristöön. Laskennallisen analyysin lisäksi turvallisuusperusteluun sisältyy täydentäviä tarkasteluja, joilla lisätään luottamusta siihen, että loppusijoitusratkaisu täyttää pitkäaikaisturvallisuutta koskevat vaatimukset.

Tässä luvussa tarkastellaan, miten Posiva on kehittänyt valmiuksiaan turvallisuusvaatimusten täyttymisen osoittamiseen.

7.1 Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käyttö

Turvallisuusvaatimukset

Valtioneuvoston asetuksen 736/2008 13 § sisältää seuraavat määräykset:

Ydinjätelaitoksen käyttöä koskevien turvallisuusvaatimusten täytyminen on mahdollisuuksien mukaan todennettava koekäytön yhteydessä. Siltä osin kuin se ei ole mahdollista, käyttöturvallisuus on osoitettava kokeellisin tai laskennallisin menetelmin tai näiden menetelmien yhdistelmällä. Laskennalliset menetelmät tulee valita siten, että todellinen riski tai haitta on suurella varmuudella pienempi kuin laskennallisten menetelmien antamat tulokset. Laskennallisten menetelmien on oltava luotettavia ja tarkasteltavien tapahtumien käsittelyyn kelpoistettuja. Tarkasteltavien häiriö- ja onnettomuustilanteiden valinnassa on otettava huomioon niiden arvioidut todennäköisyydet.

Turvallisuusvaatimusten toteutuminen

Posiva on arvioinut kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käytön turvallisuutta analysein, joiden lähtötiedot perustuvat laitosten esisuunnitelmiin. Laitosten normaalikäytön, käyttöhäiriöiden ja onnettomuustilanteiden määrittelyt on uudistettu vuoden 2000 periaatepäätöksen jälkeen (Posivan työraportti 2003-39), kun taas päästö- ja säteilyannosanalyysit perustuvat vuonna 1999 julkaistuun raporttiin (Posivan työraportti 1999-16).

Laitoksen työntekijöiden säteilyannokset on arvioitu olettaen suunnitteluperusteiden mukaisten suurimpien säteilytasojen vallitsevan laitostiloissa. Laitoksen läheisyydessä asuvien ihmisten on oletettu altistuvan siten, että laitostiloihin vapautuneita radioaktiivisia aineita pääsee suodattimien läpi ilmastointipiipusta ulos. Normaalkäytössä voisi vapautua lähinnä vuotavissa polttoainesauvoissa ja sauvojen pinnoilla olevia radioaktiivisia aineita, kun taas häiriö- ja onnettomuustilanteissa merkittävimmät päästöt aiheutuisivat rikkoontuneista polttoainepuista.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen säteilyturvallisuusanalyysit ovat tarkasteltavien fysikaalisten ilmiöiden kannalta verraten yksinkertaisia. Analyysiin sisältyy kuitenkin epävarmuuksia, sillä esim. vuotavien polttoainesauvojen määristä ja polttoaineesta vapautuvista aktiivisuusmääristä ei ole riittävästi käytännön kokemuksia ja tutkimustietoja. Lähtötiedot ja -oletukset on kuitenkin pyritty valitsemaan päästöjä yliarvioivalla tavalla. Päästöistä aiheutuvat säteilyannokset on analysoitu todennäköisyyspohjaisesti. Analyyseissa on käytetty vakiintuneita laskentaohjelmia.

STUK:n käsityksen mukaan kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käytön turvallisuutta on analysoitu suunnitelmien alustavuuteen nähden riittävän laajasti sekä pääosin säteilyvaikutuksia yliarvioivin menetelmin.

7.2 Pitkäaikaisturvallisuus

Turvallisuusvaatimukset

Valtioneuvoston asetuksen 736/2008 14-16 §:t sisältävät seuraavat määräykset:

Pitkäaikaisturvallisuutta koskevien säteilyturvallisuusvaatimusten täyttyminen sekä loppusijoitusmenetelmän ja loppusijoituspaikan soveltuvuus on osoitettava turvallisuusperustelulla, jossa on tarkasteltava sekä todennäköisinä pidettäviä kehityskulkuja että pitkäaikaisturvallisuutta heikentäviä epätodennäköisiä tapahtumia. Turvallisuusperustelu muodostuu kokeellisiin tutkimuksiin pohjautuvasta numeerisesta analyysistä sekä täydentävistä tarkasteluista siltä osin kuin kvantitatiiviset analyysit eivät ole mahdollisia tai niihin sisältyy huomattavia epävarmuuksia.

Eniten altistuvien ihmisten säteilyaltistuksen raja-arvon noudattaminen on osoitettava tarkasteltava sellaista loppusijoituspaikan lähiympäristöstä ravintonsa hankkivaa yhteisöä, johon kohdistuu suurin säteilyaltistus. Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten lisäksi on tarkasteltava mahdollisia vaikutuksia eläin- ja kasvilajeihin.

Turvallisuusperustelussa käytettävien lähtötietojen ja mallien on pohjauduttava korkealaatuiseen tutkimustietoon ja asiantuntija-arviointiin. Lähtötietojen ja mallien on oltava mahdollisuuksien mukaan kelpoistettuja sekä loppusijoituspaikalla tarkasteluajanjaksona todennäköisesti vallitsevia olosuhteita vastaavia.

Käytettäviä laskennallisia menetelmiä valittaessa lähtökohtana on pidettävä, että todellisen säteilyaltistuksen ja vapautuvien radioaktiivisten aineiden todellisten määrien tulee suurella varmuudella olla pienempiä kuin turvallisuusanalyysien antamat tulokset. Erikseen on arvioitava turvallisuusanalyysiin sisältyvät epävarmuudet ja niiden merkitys.

Turvallisuusperustelu on esitettävä ydinjätelaitoksen rakentamislupahakemuksen ja käyttöluvhakemuksen yhteydessä. Turvallisuusperustelu on saatettava ajan tasalle 15 vuoden väliajoin, jollei lupaehdoissa toisin määrätä. Turvallisuusperustelu on saatettava ajan tasalle myös ennen laitoksen lopullista sulkemista.

Turvallisuusvaatimusten toteutuminen

Posivan viimeisin suunnitelma turvallisuusperustelusta on esitetty raportissa Safety Case Plan 2008 (Posiva 2008-05). Tulevan turvallisuusperustelun on suunniteltu koostuvan kymmenestä pääraportista muodostuvasta ns. turvallisuusperustelusalakusta. Salkun raporteista on ensimmäiset versiot jo julkaistu tai valmistumassa ja tutkimustiedon karttuessa kyseisiä raporteja päivitetään kahden-kolmen vuoden välein.

STUK:n viimeisin kokonaisarviointi turvallisuusperustelusuunnitelmista sisältyy TKS-2006 -raportista annettuun lausuntoon /1/. Lisäksi STUK on tehnyt tähän mennessä arvioinnit seuraavista salkkuun sisältyvistä raporteista:

- Loppusijoituskapselin suunnitteluraportti (Posiva 2005-02) /4/
- Loppusijoituslaitoksen kuvaus (työraportti 2006-93) /3/
- Sijoituspaikan kuvaus (Posiva 2007-03) /6/
- Sijoituspaikan ja loppusijoitustilan evoluution kuvaus (Posiva 2006-05) /7/
- Pitkäaikaisturvallisuuteen liittyvien prosessien kuvaus (Posiva 2007-12) /8/
- Biosfäärin kuvaus (Posiva 2007-02) /9/.

Posivan vuoden 1999 periaatepäätöshakemuksen tukena oli TILA-99 turvallisuusperustelu. Sen jälkeen Posiva on julkaissut edellä mainittuja osaraportteja mutta ei ole laatinut kattavaa turvallisuusperustelua. Vuonna 2008 on valmistunut Posivan ja Ruotsin SKB:n yhteishankkeena ns. vaakasijoitusratkaisua (KBS-3H ratkaisu) koskeva viidestä raportista muodostuva turvallisuusperustelu (Posiva 2007-06, /5/), jonka tuloksiin viitataan myös periaatepäätöshakemuksessa. Tämä yhdessä Posivan aiemmin julkaisemien raporttien kanssa jokseenkin kattaa turvallisuusperustelun eri osa-alueet ja antaa käsityksen rakentamislupahakemusta varten laadittavan turvallisuusperustelun sisällöstä.

Turvallisuusvaatimusten mukaisesti säteilyturvallisuustarkasteluissa on kohde-ryhmänä sijoituspaikalla asuvat eniten altistuvat ihmiset noin 10 000 vuoteen ulottuvana ajanjaksona ja sen jälkeisinä ajanjaksoina säteilyturvallisuuden arviointi perustuu kallioperästä biosfääriin siirtyviin aktiivisuusvirtoihin. Lisäksi lasketaan tyyppieliöille aiheutuvia säteilyannoksia ja verrataan niitä havaintoihin säteilyaltistuksen ja biologisten vaikutusten mahdollisista yhteyksistä.

TIILA-99 turvallisuusperusteluun verrattuna Posiva on kehittämässä merkittävästi turvallisuusanalyysiin sisältyvien epävarmuuksien hallintaa. Loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuteen liittyviä kehityskulkuja ja luonnontieteellisiä vuoro-vaikutuksia tarkastellaan systemaattisesti edellä mainituissa evoluutio- ja prosessiraporteissa, joita aiotaan kehittää edelleen. Deteminististen analyysien lisäksi on tarkoitus soveltaa myös todennäköisyyspohjaisia analyysejä silloin, kun se on perusteltua esim. satunnaisvaihtelujen takia. Asiantuntijaraatiarviointia tullaan soveltamaan tilanteissa, joissa olennaiseen lähtötiedon arvoon tai prosessin teoreettiseen ymmärtämiseen liittyy puutteita tai ristiriitaisuuksia. Sijoituspaikkakohtainen tutkimustieto on tarkentumassa maanalaisesta tutkimustilasta tehtävien tutkimusten ansiosta.

STUK:n käsityksen mukaan turvallisuusperustelun vähittäinen kokoaminen muutama vuoden välein päivitettävistä osaraporteista on järkevä lähtökohta. Näistä raporteista tehtävillä asiantuntija-arvioinneilla varmistetaan se, että turvallisuusperustelun kattavuus ja siinä sovellettavat menetelmät vastaavat turvallisuusvaatimuksia.

7.3 Kuljetukset

Turvallisuusvaatimukset

Käytetyn ydinpolttoaineen kuljettamista loppusijoituslaitokseen koskevat turvallisuusmääräykset sisältyvät ydinennergialakiin ja -asetukseen sekä vaarallisten aineiden kuljetuksesta annettuun lakiin (719/1994) ja sen nojalla annettuihin kuljetusmuotokohtaisiin säännöksiin.

Lähtökohtana kuljetusten turvallisuusmääräyksissä on, että kuljetussäiliö takaa ensisijaisesti turvallisuuden. Erityyppisten radioaktiivisten aineiden kuljetuksille on kansainvälisesti standardoidut säiliötyypit. Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksiin tarvitaan B-tyyppin säiliö, jonka on läpäistävä varsin vaativat mahdollisia onnettomuuksia simuloivat pudotus-, palo- ja upotustestit.

Turvallisuusvaatimusten toteutuminen

Vuoden 2000 periaatepäätöksen jälkeen Posiva on päivittänyt käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusriskitarkastelun (raportti Posiva 2004-04). Raportti tarkastelee Loviisan voimalaitoksen käytetyn polttoaineen kuljetuksia Olkiluodossa sijaitsevalle kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle. Tarkastelun kohteena ovat maantie-, rautatie- ja

merikuljetukset sekä niiden yhdistelmät. Polttoaine suunnitellaan kuljetettavan vesitäytteisessä CASTOR-VVER-440/84 tyyppisessä säiliössä, joka täyttää B(U)F-tyyppin säiliölle asetetut vaatimukset.

Posivan raportissa on analysoitu erikseen kuljetushenkilöstölle ja väestölle aiheutuvat säteilyaltistukset häiriöttömistä kuljetuksista sekä erilaisissa häiriötilanteissa, jotka voivat lisätä säteilyaltistusta. Sen lisäksi on tarkasteltu säteilyaltistusta hypoteettisissa onnettomuustilanteissa, joissa kuljetussäiliön tiiveys menetetään ja joissa säiliö vaurioituu vakavasti.

Turvallisuusmääräykset eivät suoranaisesti edellytä säteilyturvallisuustarkaste-
luja käytetyn polttoaineen kuljetusten hyväksyntää varten. Posivan esittämät analyysit tarjoavat täydentävää informaatiota kuljetusten turvallisuuden varmistamiseksi ja niitä voidaan käyttää hyväksi mm. punnittaessa eri kuljetustapojen ja -reittien paremmuutta.

8 Säteilyturvallisuus

Käytetyn polttoaineen kuljetusten, kapseloinnin ja loppusijoituksen turvallisuuden arviointi perustuu viime kädessä näistä toiminnoista aiheutuviin todennäköisiin ja potentiaalisiin säteilyseuraamuksiin. Säteilyturvallisuustarkasteluissa käytetään erilaisia indikaattoreita tarkasteltavan ajanjakson mukaan. Käyttöturvallisuutta koske-
vissa tarkasteluissa indikaattoreina ovat säteilyannokset laitosten työntekijöille ja väestön eniten altistuville yksilöille (ns. kriittisen ryhmän yksilöille). Kohtuullisesti ennustettavaa, usean tuhannen vuoden mittaista ajanjaksoa koskevilla tarkaste-
luissa arviointi perustuu säteilyannoksiin, jotka kohdistuvat hypoteettiselle eniten altistuvalla ihmisryhmälle. Sen jälkeistä aikaa koskevat säteilyturvallisuuskriteerit perustuvat elinympäristöön vapautuvien radioaktiivisten aineiden määrään.

Tässä luvussa tarkastellaan etupäässä Posivan esittämien analyysien perusteella, miten turvallisuussäännöstöön sisältyvät asetetut säteilyturvallisuusvaatimukset täyttyvät.

8.1 Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käyttö

Turvallisuusvaatimukset

Valtioneuvoston asetuksen 736/2008 3 § sisältää seuraavat määräykset:

Ydinjätelaitos ja sen käyttö tulee suunnitella siten, että:

- 1) *laitoksen työntekijöiden säteilyaltistusta rajoitetaan kaikin käytännöllisin toimenpitein ja niin, ettei säteilyasetuksessa säädettyjä enimmäisarvoja ylitetä*
- 2) *laitoksen käytön ollessa häiriötöntä radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön jäävät merkityksettömän pieniksi*
- 3) *odotettavissa olevien käyttöhäiriöiden seurauksena eniten altistuville laitoksen henkilöstöön kuulumattomien ihmisten saama vuosiansios jää alle arvon 0,1 millisievertiä (mSv) sekä*
- 4) *oletetun onnettomuuden seurauksena eniten altistuville laitoksen henkilöstöön kuulumattomien ihmisten saama vuosiansios jää alle:*
 - a) *arvon 1 mSv luokan 1 oletetun onnettomuuden sattuessa*
 - b) *arvon 5 mSv luokan 2 oletetun onnettomuuden sattuessa.*

Tätä pykälää sovellettaessa ei oteta huomioon säteilyannoksia, jotka aiheutuvat loppusijoituslaitoksen maanalaisten tilojen kiviaineksesta ja pohjavedestä vapautuvista luonnon radioaktiivisista aineista.

Turvallisuusvaatimusten toteutuminen

Edellytykset loppusijoituslaitoksen käytöstä aiheutuvan säteilyaltistuksen pitämiselle vähäisinä ovat hyvät, sillä laitoksessa käsitellään kerrallaan verraten pieniä määriä pitkään jäähtynyttä käytettyä polttoainetta. Käsittelymenetelmät ovat jokseenkin yksinkertaisia eikä käsittelytiloissa tarvita korkeita paineita tai lämpötiloja.

Periaatepäätöshakemuksen viitteinä olevissa raporteissa on kuvattu loppusijoituslaitoksen normaalitoiminnot, mahdollisina pidettävät käyttöhäiriöt ja onnettomuustilanteet sekä arvioitu niistä aiheutuvia säteilyannoksia työntekijöille ja laitosten ympäristön eniten altistuville ihmisille.

Laitosten työntekijöille koituvaan säteilyannokseen voidaan vaikuttaa merkittävästi käyttötoimien, huolto- ja korjaustöiden sekä säteilysuojelujärjestelyjen suunnittelulla. On ilmeistä, että kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen työntekijöille kertyvä kollektiivinen vuosiannos voidaan rajoittaa vähäiseksi verrattuna esim. ydinvoimalaitosten työntekijöiden vastaavaan säteilyannokseen.

Normaalikäytön päästöjen aiheuttamia annoksia ympäristön eniten altistuville ihmisille on analysoitu säätilan suhteen todennäköisyyspohjaisesti. Tulosten mukaan laitoksen läheisyydessä aiheutuva vuosiannos olisi 95 % todennäköisyydellä alle 0,001 mSv.

Odotettavissa olevilla käyttöhäiriöillä tarkoitetaan sellaisia tapahtumia, joilla on suuri todennäköisyys sattua ainakin kerran laitoksen käyttöiän aikana. Tällaisista tapahtumista aiheutuvien vuosiannosten väestön eniten altistuville yksilöille on laskettu jäävän hyvällä varmuudella alle sadasosaan vastaavasta annosrajoituksesta 0,1 mSv.

Oletetuilla onnettomuuksilla tarkoitetaan tapahtumia, joilla arvioidaan olevan vähäinen todennäköisyys sattua edes kerran laitoksen käyttöiän aikana. Analyysien tulosten mukaan tällaisista tapahtumista aiheutuvat suurimmat säteilyannokset jäävät hyvällä varmuudella alle kymmenesosaan luokan 1 oletettujen onnettomuuksien annosrajasta (1 mSv vuodessa) ja vasta hyvin epäedullisin oletuksin voisivat lähestyä sitä.

STUK:n käsityksen mukaan loppusijoituslaitoksen käyttötoimet voidaan suunnitella ja toteuttaa niin, että valtioneuvoston asetukseen sisältyvät säteilyturvallisuusvaatimukset täyttyvät.

8.2 Pitkäaikaisturvallisuus

Turvallisuusvaatimukset

Valtioneuvoston asetuksen 736/2008 4 ja 5 §:t sisältävät seuraavat määräykset:

Ydinjätteen loppusijoitus tulee suunnitella siten, että todennäköisinä pidettävien kehityskulkujen seurauksena aiheutuvat säteilyvaikutukset eivät ylitä 2 ja 3 momentissa tarkoitettuja raja-arvoja.

Tarkasteluajanjaksolla, jona ihmisille aiheutuva säteilyaltistus voidaan riittävän luotettavasti arvioida ja jonka on oltava vähintään usean tuhannen vuoden mittainen, tulee:

- 1) eniten altistuvien ihmisten saama vuosiannoksen jäädä alle arvon 0,1 mSv ja*
- 2) muiden ihmisten saamien keskimääräisten vuosiannosten jäädä merkityksettömän pieniksi.*

Edellä tarkoitettun ajanjakson jälkeisinä tarkasteluajanjaksoina on loppusijoitetuista ydinjätteistä peräisin olevien elinympäristöön vapautuvien radioaktiivisten aineiden määrien pitkän ajan keskiarvojen alitettava enimmäisarvot, jotka Säteilyturvakeskus asettaa kunkin radionuklidin osalta erikseen. Raja-arvot tulee asettaa siten, että:

- 1) loppusijoituksesta aiheutuvat säteilyvaikutukset voivat olla enimmillään vastavansuuruisia kuin maankamarassa olevista luonnon radioaktiivisista aineista aiheutuvat säteilyvaikutukset ja*
- 2) laaja-alaiset säteilyvaikutukset jäävät merkityksettömän pieniksi.*

Pitkäaikaisturvallisuutta heikentävien epätodennäköisten tapahtumien merkitys on selvitettävä tarkastelemalla kunkin tapahtuman realistisuutta, todennäköisyyttä ja mahdollisia seurauksia. Silloin kun on mahdollista, tällaisen tapahtuman säteilyvaikutusten odotusarvojen hyväksyttävyyttä on arvioitava edellä annettuihin vuosiannoksen ja vapautuvien radioaktiivisten aineiden määrien raja-arvoihin nähden.

Turvallisuusvaatimusten toteutuminen

Seuraavassa pitkäaikaisturvallisuuden arviointi pohjataan suurelta osin ns. vaakasijoitusratkaisua (KBS-3H -konsepti) koskevaan turvallisuusperusteluun, jonka yhteenveto on julkaistu raportissa Posiva 2007-06 /5/. Turvallisuusanalyysin kannalta vaaka- ja pystysijoitusratkaisuilla ei ole suurta eroa, joten tehtävien johtopäätösten voidaan katsoa edustavan molempia ratkaisumalleja, ellei toisin mainita.

Tarkastelut koskevat loppusijoitettavaksi suunnitellun polttoaineen kokonaismäärää (9000 tU). Laajennusosan vaikutus riippuu skenaariosta, enimmillään päästön, säteilyannoksen tai riskin lisäys voi olla polttoainemäärän lisäystä vastaava.

NOIN 10 000 VUOTEEN ULOTTUVA AJANJAKSO

Säteilyturvallisuusvaatimuksissa on asetettu vuosiannosrajoitus 0,1 mSv sille ajanjaksolle, jonka kuluessa ihmisille aiheutuva säteilyaltistus voidaan riittävän

luotettavasti arvioida. Odotettavissa olevien suurten ilmastonmuutosten vuoksi tämä ajanjakso on noin 10 000 vuoden mittainen. Annosrajoitusta sovelletaan eniten altistuvalla ihmisryhmälle, joksi oletetaan loppusijoituspaikalla elävä ja sen ympäristöstä ravintonsa hankkiva yhteisö.

Turvallisuusmääräyksissä edellytetään teknisten vapautumisesteiden eristävän jäteaineet tehokkaasti usean tuhannen vuoden ajan. Jos eristys olisi täydellinen, ei tarkasteltavana aikana vapautuisi elinympäristöön lainkaan radioaktiivisia aineita. On kuitenkin varauduttava siihen, että esim. valmistus- tai asennusvikojen takia pieni määrä jätekapseleita menettää tiiveytensä ennen aikaisesti.

KBS-3H -turvallisuusanalyysissä on analysoitu tällainen tilanne yhden loppusijoituskapselin osalta: kapselin läpäisevän reiän on oletettu kehittyvän niin, että 10 000 vuoden jälkeen kapseli ei vaikuta lainkaan radioaktiivisten aineiden vapautumiseen. Muiden vapautumisesteiden oletetaan toimivan suunnitellulla tavalla.

Tarkasteltavassa skenaariossa suurimmat säteilyannokset aiheutuisivat polttoaineen kaasuaukossa, raerajoilla ja rakennemateriaaleissa olevista radioaktiivisista aineista (jodi-129, hiili-14, kloori-36), jotka vapautuvat ja kulkeutuvat nopeasti. Turvallisuusanalyysissä on tarkasteltu vain ns. kaivoaltistustietä ja suurimmaksi yksilön vuosiannokseksi on saatu noin 10-8 Sv eli noin kymmenestuhannesosa vastaavasta annosrajoituksesta.

KBS-3H turvallisuusanalyysissä on myös verrattu biosfääriin pääseviä aktiivisuusmääriä ohjeessa YVL 8.4 esitettyihin rajoituksiin ja saatu suurimmaksi laske- tuksi päästöosuudeksi 1/500 vastaavasta päästörajusta. Ero näiden kahden tulok- sen välillä johtuu siitä, että aktiivisuuspäästörajoitukset ottavat huomioon kaivorei- tin lisäksi muita altistusreittejä.

KBS-3H -analyysissä on sovellettu myös biosfäärimalleja, jossa arvioidaan altistu- minen radioaktiivisille aineille biomassaan sitoutuvan orgaanisen hiilen nautinta- määrien kautta (ns. landscape-malli). Eräiden biotooppien osalta tämä malli johtaa selvästi suurempiin yksilöannoksiin kuin mallit, joihin edellä käsitellyt annosarviot perustuvat. Landscape-mallilla tehdyt laskelmat ovat vasta alustavia eikä saatujen annosarvioiden realistisuudesta ole varmuutta.

Posivan KBS-3H -analyysissä on tarkasteltu muunnelmaskenaarioita, joissa turval- lisuustoiminnot ovat olennaisesti suunniteltua heikommat. Koska suurimmat annok- set aiheutuvat helposti vapautuvista ja kulkeutuvista nuklideista, ei yksittäisen tur- vallisuustoiminnon vajavuus yleensä vaikuta herkästi säteilyannoksiin. Eräät muun- nelmaskenaariot johtavat päästöihin ja säteilyannoksiin, jotka ovat noin sadasosa vastaavista raja-arvoista. Lisäksi hiili-14 purkautumisesta kaasumaisena voisi aiheu- tua vieläkin suurempia laskennallisia säteilyannoksia.

KBS-3H -analyysissä ei ole laskettu säteilyannoksia laajemmille väestöryhmille. Muiden vastaavanlaisten analyysien perustella voidaan päätellä, että esim. merika- lan syönnin kautta aiheutuvat annokset jäävät vähintään tekijällä 100 pienemmiksi kuin kaivoreitin kautta koituvat säteilyannokset.

Edellä todetun perusteella on ilmeistä, ettei säteilyturvallisuusvaatimusten täyttyminen ole uhattuna, vaikka pieni määrä loppusijoituskapseleita menettäisi tiiveytensä ja muut turvallisuustoimintonsa jo ensimmäisten tuhansien vuosien aikana.

10 000 VUODEN JÄLKEINEN AJANJAKSO

Valtioneuvoston asetuksen 736/2008 5 §:ssä tarkoitetut aktiivisuuspäästörajat on annettu STUK:n ohjeessa YVL 8.4 ja ne ovat nuklideittain seuraavat:

- 0,03 GBq/a pitkäikäisille, alfasäteilyä lähettävillä radium-, torium-, protaktinium-, plutonium-, amerikum- ja curiumisotoopeille
- 0,1 GBq/a nuklideille Se-79, I-129 ja Np-237
- 0,3 GBq/a nuklideille C-14, Cl-36 ja Cs-135 sekä pitkäikäisille uraanisotoopeille
- 1 GBq/a nuklideille Nb-94 ja Sn-126
- 3 GBq/a nuklidille Tc-99
- 10 GBq/a nuklidille Zr-93
- 30 GBq/a nuklidille Ni-59
- 100 GBq/a nuklideille Pd-107 ja Sm-151.

Aktiivisuuspäästörajoituksia sovelletaan noin 10 000 vuoden jälkeiselle ajanjaksolle. Tuona ajanjaksona voidaan suuria ilmastomuutoksia ja niistä aiheutuvia geologisia muutoksia pitää todennäköisinä. Vaikkakin loppusijoituskapselien kestoikä on korroosiolaskelmien perusteella vähintään miljoona vuotta, kasvavat niiden keston liittyvät epävarmuudet mainittujen muutosten vuoksi niin, ettei kapselien eheyden menetystä jo huomattavasti aikaisemmin voi sulkea pois.

Posivan KBS-3H -turvallisuusanalyysissä on laskettu aktiivisuuspäästöt biosfääriin skenaariosta, jossa yksi loppusijoituskapselin menettää tiiveytensä ja turvallisuustoimintonsa 100 000 vuoden jälkeen. Sen perusteella voidaan arvioida seuraukset myös useamman kapselin rikkoutumisesta. Jos kapseli menettää tiiveytensä, siitä aiheutuva aktiivisuuspäästö saavuttaa nopeasti huippuarvonsa eräiden nopeasti vapautuvien ja kulkeutuvien nuklidien aiheuttamana (jodi-129 ja kloori-36). Sen jälkeen muutokset ovat hitaita. Miljoonaan vuoteen ulottuvalla ajanjaksolla aktiivisuuspäästöt jäävät, alkutransienttia lukuun ottamatta, noin kymmenestuhannesosaan aktiivisuuspäästörajasta.

Analyysin tulokset merkitsevät säteilyturvallisuusvaatimuksen täyttymistä, vaikka kaikki lähes 4000 loppusijoituskapselia menettäisivät turvallisuustoimintojaan skenaariossa oletetulla tavalla noin 100 000 vuoden kuluttua. Tällöin oletetaan lisäksi eri kapselien eheyden menetysajankohdilla olevan sen verran hajontaa, etteivät eri kapseleista aiheutuvien päästöjen alkutransientit summaudu. Koska päästöt aiheutuvat hyvin pitkäikäisistä radioaktiivisista aineista, analyysin tulokset eivät muuttuisi ratkaisevasti, vaikka kapselien vähittäinen eheyden menetys tapahtuisi huomattavasti aiemminkin, esim. muutaman kymmenen tuhannen vuoden päästä.

Hyvin pitkäkestoinen aktiivisuuspäästö voi aiheutua uraanin tytäraineista ja eräistä muista nuklideista (kloori-36, seleeni-79, sirkoni/niobi-93, teknetium-99, tina-

126, jodi-129, kesium-135, neptunium-237). Merkittävimpiä turvallisuustoimintoja näiden nuklidien päästöjen kannalta ovat loppusijoituskapselin tarjoaman pitkäaikaiseristyksen lisäksi hyvin hidas vapautumisen uraanipolttoaineesta, eräillä aineilla myös vähäinen liukoisuus pohjaveteen sekä kallioperän pidätysominaisuudet. Aktiivisuuspäästöt voivat kasvaa herkästi, mikäli näiden turvallisuustoimintojen tehokkuus on huomattavasti oletettua heikompi.

KBS-3H -analyysissä on arvioitu säteilyvaikutuksia yhteen miljoonaan vuoteen asti. Tätä pidemmällä ajanjaksoilla ei ole odotettavissa olennaista säteilyaltistuksen kasvua. Jäljellä olevat radioaktiiviset aineet ovat pääosin urania tytäraineineen ja niihin verrattavissa olevia aktinideja. Siten loppusijoitustila on hyvin pitkällä ajanjaksolla rinnastettavissa syvällä kallioperässä olevaan keskisuureen uraanimalmioon.

ODOTTAMATTOMAT TAPAHTUMAT

STUK:n ohjeessa YVL 8.4 esitetään erityisesti seuraavat epätodennäköiset tapahtumat, joita on tarkasteltava pitkäaikaisturvallisuutta perusteltaessa: loppusijoitustilan lähiympäristössä tapahtuva huomattavan suuri kallioliikunto, syvän porakaivon tekeminen loppusijoituspaikalle ja jätekapseliin osuva kallionäytekairaus.

KBS-3H -analyysissä on tarkasteltu skenaariota, jossa kalliosierros rikkoo loppusijoituskapselin. Tällöin oletetaan lisäksi bentoniittipuskurin eristyskyvyn häviävän ja lähikallion kulkeutumismvastuksen vähenevän olennaisesti. Kuvatunlaisten siirrosten arvioidaan todennäköisimmin syntyvän jääkauden perääntymisvaiheen olosuhteissa ja siksi sen oletetaan tapahtuvan 70 000 vuoden päästä.

Aiheutuvaksi aktiivisuuspäästöosuudeksi on analysoitu 1/200 vastaavasta raja-arvosta. Geometrisin tarkasteluin voidaan arvioida, että enintään muutamia kymmeniä loppusijoituskapseleita voisi rikkoontua yhden suuren tasomaisen siirroksen seurauksena. Seismisiin havaintoihin perustuvien analyysien perusteella on arvioitu epätodennäköiseksi, että seuraavan jääkauden yhteydessä syntyy loppusijoitustilaa leikkaava siirros, joka on suurempi kuin kapselin murtumiskriteerinä käytetty 10 cm. Siten siirrosskenaario ei näyttäisi uhkaavan säteilyturvallisuusvaatimuksen täyttymistä.

KBS-3H -turvallisuusanalyysissä ei ole suoraan laskettu loppusijoitustilan läheisyyteen tehdyn syvän porakaivon veden käytöstä aiheutuvia säteilyannoksia, mutta niitä voidaan karkeasti arvioida analyysiin sisältyvän maaperäkaivon tulosten perusteella. Syvässä kaivossa laimennus voisi jäädä huomattavasti pienemmäksi kuin matalassa kaivossa, mutta toisaalta kaivon olemassaolon todennäköisyys tarkasteluajankohtana on pieni. Näin ollen säteilyannoksen odotusarvo ei muodostune olennaisesti suuremmaksi kuin matalan kaivon tapauksessa.

Myöskään jätekapseliin osuvan syväporauksen tai kallionäytekairauksen seurauksia ei ole analysoitu KBS-3H:ssa. Tällaisia skenaarioita on kuitenkin tarkasteltu mm. ruotsalaisissa SR-97 ja SRCan -turvallisuusanalyysissä. Tyypillistä tuloksille on, että kairauksesta tai porauksesta ja sen jäänteistä aiheutuvat säteilyannokset voivat olla suurehkot erityisesti ensimmäisten satojen vuosien aikana. Toisaalta todennäköisyys,

että Suomessa satunnaisesti suoritettava syväkairaus osuu loppusijoituskapseliin, jää suuruusluokkaan 10⁻⁸-3x10⁻⁸ vuodessa. Voidaan lisäksi olettaa, että ensimmäisten satojen vuosien aikana tietoisuus loppusijoitustilasta säilyy, mikä vähentää kairauksen todennäköisyyttä loppusijoituspaikalla. Näin ollen säteilyseuraamusten odotusarvo jäisi olennaisesti pienemmäksi kuin arvioidut säteilyannokset.

Jos kairaus tai poraus loppusijoitustilaan tehdään tietoisena sen olemassaolosta, ei todennäköisyyttä voi laskea edellä kuvatulla tavalla satunnaistapahtumana. Kansainvälisten suositusten mukaan tarkoituksellista tunkeutumista loppusijoitustilaan ei arvioida asetettujen säteilyturvallisuuskriteerien perusteella, vaan tunkeutuja on vastuussa teoistaan ja yhteiskunnan, johon hän kuuluu, tehtävänä on kontrolloida toimintaa.

MUUN ELOLLISEN LUONNON SUOJELU

Turvallisuusvaatimukset edellyttävät, että ihmisiin kohdistuvien vaikutusten lisäksi on tarkasteltava mahdollisia vaikutuksia eläin- ja kasvilajeihin. Kansainvälisiä periaatteita ja annoskriteereitä muun elollisen luonnon suojelemiseksi ollaan vasta luomassa. Lähtökohdaksi on muodostumassa, että eliöitä tulee suojella populaatiotasolla: säteilyaltistuksen tulee jäädä selvästi pienemmiksi kuin niiden annosten, joista parhaan käytettävissä olevan tieteellisen tiedon mukaan voisi aiheutua elonkirjon vähenemistä tai merkittävää haittaa jollekin eliöpopulaatiolle.

Nykytiedon mukaan ei osalle eliöyksilöitä koitua alle 0,1 milligrayn tuntiansos (n. 800 mGy/a) aiheuta haitallisia vaikutuksia terveille eliöpopulaatioille. Tämä annos on yli tuhat kertaa suurempi kuin loppusijoituksesta eniten altistuvilla ihmisillä asetettu annosrajoitus ja monisatakertainen luonnon taustasäteilyyn verrattuna. On myös otettava huomioon, että loppusijoituksesta aiheutuva säteilyaltistus keskittyy varsin suppealle alueelle. Suuren turvamarginaalin ansiosta voidaan pitää todennäköisenä, että myös uhanalaisten eliöiden ja ihmisen elinympäristön ulkopuolella olevien eliöiden suojeleminen on riittävää. Näin ollen on ilmeistä, että asetetut turvallisuusvaatimukset varmistavat riittävästi kaiken elollisen luonnon suojelun.

JOHTOPÄÄTÖKSET

Periaatepäätöshakemuksen tukena esitettyjen turvallisuusselvitysten ja muiden käytettävissä olevien tutkimusten pohjalta STUK:lle on muodostunut käsitys, että suunniteltu loppusijoitusratkaisu täyttää pitkäaikaisturvallisuudelle asetetut vaatimukset. Tämän edellytyksenä on, että vapautumisesteiden toimintakyky kokonaisuudessaan ei ole ratkaisevasti huonompi kuin turvallisuusperustelussa on oletettu. Pitkäaikaisturvallisuuden kannalta on olennaista varsinkin teknisten vapautumisesteiden hyvä eristyskyky ensimmäisten tuhansien vuosien aikana ja että loppusijoitustiloja ympäröivät nykyiset ja tulevat geologiset olosuhteet eivät ole ratkaisevasti oletettua epäedullisemmat.

8.3 Kuljetusten turvallisuus

Turvallisuusvaatimukset

Kuljetusmääräyksissä asetetaan rajat säteilyannosnopeudelle kuljetuspakkauksen ulkopuolella kuljetushenkilöstön ja muiden pakkauksen lähistöllä olevien ihmisten suojelemiseksi. Annosnopeuden raja-arvot ovat 2 mSv tunnissa pakkauksen ulkopinnalla ja 0,1 mSv tunnissa yhden metrin päässä pakkauksesta. Myös pakkauksen pintakontaminaatiota on rajoitettu, jotta radioaktiivisia aineita ei pääsisi leviämään ympäristöön kuljetuksen aikana.

Kuljetusmääräysten mukaan B-tyypin kuljetuspakkauksesta saa päästä pudotus-, palo- ja upotustestejä vastaavien onnettomuuksien seurauksena enintään näissä määräyksissä annettujen A2-arvojen verran aktiivisuutta. Esim. kesium-137:lle tämä arvo on 0,6 TBq.

Turvallisuusmääräysten toteutuminen

Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksista aiheutuvia säteilyriskejä on arvioitu VTT:ssa laaditussa raportissa (raportti Posiva 2004-04). Tarkastelu käsittelee kuljetuksia Hästholmenilta Olkiluotoon maanteitse, rautateitse tai meritse. Kuljetusmäärät olisivat keskimäärin 30 tU vuodessa.

Häiriöttömistä kuljetuksista väestölle aiheutuva säteilyaltistus arvioidaan hyvin pieneksi (kollektiivinen annos selvästi alle 1 mmanSv vuotta kohden) ja myös kuljetushenkilöstölle ja säiliön käsittelijöille aiheutuva säteilyaltistus on vähäinen (kollektiivinen annos noin 0,004 manSv vuodessa). Myöskään oletetuissa häiriötilanteissa ei aiheutuisi merkittäviä säteilyannoksia.

Onnettomuustilanteissa, joissa kuljetussäiliön tiiveys menetetään ja sen sisällä olevaa polttoainetta vaurioituu, vapautuisi ympäristöön luultavasti vain kaasumaisia radioaktiivisia aineita. Tällöin suurimmat säteilyannokset onnettomuuspaikan lähiympäristössä jäisivät hyvin pieniksi, selvästi alle 0,001 mSv vuodessa. Jos kuljetussäiliö vaurioituisi pahasti ja tulipalon seurauksena vapautuisi myös suuri määrä helposti höyrystyviä radioaktiivisia aineita (analyysissä on oletettu esim. vapautuva kesium-137 -määrä 40-kertaiseksi kuljetusmääräyksiin sisältyvään A2 -arvoon verrattuna), seurauksena ei todennäköisesti olisi välittömästi ilmeneviä terveysvaikutuksia, mutta onnettomuuspaikan lähiympäristössä saatettaisiin tarvita lyhytaikaisia väestön suojaustoimenpiteitä.

Kun otetaan huomioon kuljetusonnettomuuksien tilastolliset todennäköisyydet, jäävät kuljetuksista väestölle aiheutuvat riskit, ilmaistuna kollektiivisen säteilyannoksen odotusarvona, erittäin pieniksi. Myös kuljetushenkilöstölle onnettomuuksista aiheutuvan yksilökohtaisen säteilyannoksen odotusarvo jää hyvin pieneksi.

Kuljetusmuotokohtaisessa vertailussa säteilyannokset ja -riskit pääsääntöisesti pienenevät järjestyksessä maantiekuljetus - rautatiekuljetus - merikuljetus, mutta eroja ei voi pitää kovin merkittävinä.

Posivan raportissa esitetyt tarkastelut osoittavat, että käytetyn polttoaineen kuljetukset voidaan toteuttaa varsin turvallisesti ja niitä koskevat turvallisuusmääräykset täyttävästi. Kansainväliset kokemukset käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksista vahvistavat tätä johtopäätöstä: käytetyn polttoaineen ja korkea-aktiivisten jätteiden kuljetuksia on jo toteutettu tuhansia eikä niissä ole sattunut ympäristöonnettomuuksia.

9 Yhteenveto

Posivan ehdottama loppusijoitusratkaisu vastaa ydinenergialainsäädännön määräyksiä siitä, miten ydinjätteistä tulee huolehtia. Suunniteltu toteutusaikataulu on TEM:n vuosina 1991, 1995 ja 2003 tekemien päätösten mukainen. Periaatepäätöshakemuksessa esitettyyn loppusijoitussuunnitelmaan sisältyy joustavuutta, mikä mahdollistaa loppusijoitusratkaisun muuntelun ja aikataulutavoitteiden tarkistamisen, mikäli tekniikan kehittyminen, uusi tutkimustieto tai muut syyt antavat siihen aihetta.

Posivan organisaatio täyttää STUK:n mielestä nykyiselle toiminnalle (tutkimus-, kehitys- ja suunnittelutyö ja maanalaisen tutkimustilan rakentaminen) asetettavat vaatimukset.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle on laadittu verraten yksityiskohtaiset esisuunnitelmat, joissa käsitellään erityisesti laitoksen turvallisuuteen liittyviä suunnitteluperusteita. STUK:n mielestä suunnitelmat ovat asianmukaiset ja tässä vaiheessa riittävät.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käytölle ja ydinpolttoaineen kuljetukselle loppusijoituslaitokseen on laadittu alustavat turvallisuusarviot. STUK:n mielestä niissä on riittävällä tavalla osoitettu turvallisuusmääräysten täyttyminen. Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksen, kapseloinnin ja loppusijoitustoimien turvallisuus perustuu suurelta osin luontaisesti turvallisiin järjestelmiin eikä näihin toimintoihin liity vakavan ympäristöonnettomuuden mahdollisuutta.

Loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuden on suunniteltu perustuvan toisiaan täydentävien teknisten ja luonnollisten vapautumisesteiden järjestelmään. Ehdotetussa loppusijoitusratkaisussa tämä moniesteperiaate näyttää eristävän radioaktiiviset aineet luotettavasti elinympäristöstä, kun painotetaan niitä aineita, joiden aktiivisuusosuus on ratkaiseva kunakin tarkasteluajanjaksona.

STUK:n käsityksen mukaan Posivan loppusijoitusratkaisuun sisältyvillä teknisillä vapautumisesteillä on hyvät edellytykset eristää jätteaineet kallioperästä turvallisuusvaatimusten mukaisesti jokseenkin täydellisesti vähintään usean tuhannen vuoden ajaksi ja todennäköisesti olennaisesti pitemmiksikin ajanjaksoiksi. Asiasta varmistuminen edellyttää kuitenkin tutkimusten ja toimintakykykokeiden jatkamista.

Tähän mennessä tehtyjen tutkimusten perusteella STUK:n tiedossa ei ole seikkoja, jotka osoittaisivat Olkiluodon kallioperän loppusijoitukseen soveltumattomaksi tai että sijoituspaikan olosuhteissa tulevaisuudessa tapahtuvat muutokset

vaarantaisivat loppusijoituksen turvallisuuden. Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön käytetty polttoaine kasvattaa loppusijoitustilan tarvetta noin kolmanneksella verrattuna siihen polttoainemäärään, jonka nykyiset periaatepäätökset kattavat. Laajennusosa on tarkoitus sijoittaa Olkiluodon osayleiskaavassa varatun loppusijoitusalueen itäosaan, josta on toistaiseksi verraten vähän tutkimustietoa.

Periaatepäätöshakemuksessa loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuden osoittaminen nojautuu pääasiassa KBS-3H turvallisuusperusteluun, joka on koottu yhteistyössä Ruotsin SKB:n kanssa. Turvallisuusperustelun tukena on lähes kolmenkymmenen vuoden ajan tehtyjä turvallisuustutkimuksia. STUK:n käsityksen mukaan loppusijoitusratkaisun pitkäaikaisturvallisuuden arviointi voi pohjautua tähän turvallisuusperusteluun.

Periaatepäätöshakemuksen tukena esitettyjen turvallisuusselvitysten ja siitä suoritettujen arvioinnin valossa STUK:lle on muodostunut käsitys, että suunnitellulla loppusijoitusratkaisulla ja ehdotetulla loppusijoituspaikalla on hyvät edellytykset täyttää pitkäaikaisturvallisuudelle asetetut vaatimukset. Tästä varmistuminen edellyttää tutkimus- ja kehitystyön jatkamista, jotta voidaan osoittaa teknisten vapautumisesteiden pitkäaikainen toimintakyky ja hankkia tarvittavaa lisätietoa loppusijoituspaikan kallioperän olosuhteista.

STUK:n suorittamassa arviointityössä ei ole ilmennyt sellaisia merkittäviä seikkoja, joiden perusteella olisi pääteltävissä, ettei periaatepäätöshakemuksessa kuvattu käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoitusmenetelmä täytä ydinenergialakiin ja valtioneuvoston asetukseen 736/2008 sisältyviä turvallisuusvaatimuksia.

10 Viitteet

1. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen periaatepäätöshakemusta koskeva Säteilyturvakeskuksen alustava turvallisuusarvio, STUK:n kirje TEM:lle 11.1.2000
2. Olkiluodon ja Loviisan voimalaitosten ydinjätehuollon tutkimus- ja kehitystyön sekä teknisen suunnittelun ohjelma 2007–2009, STUK:n lausunto TEM:lle 21.6.2007
3. Posiva Oy:n raportti Laitoskuvaus 2006 – Loppusijoitus suunnitelmien yhteenvetoraportti (Työraportti 2006-102) ja STUK:n kirjeet Posiva Oy:lle 27.9.2007 ja 1.3.2008
4. Posiva Oy:n loppusijoituskapselin suunnitteluraportti "Disposal Canister for Spent Nuclear Fuel – Design Report" (Posiva 2005-02) ja STUK:n kirje Posiva Oy:lle 29.12.2006
5. Posiva Oy:n turvallisuusperusteluraportti "Safety Assessment for a KBS-3H Spent Nuclear Fuel Repository at Olkiluoto – Summary Report, (Posiva 2007-06)
6. Posiva Oy:n käytetyn polttoaineen paikkatutkimusten raportti "Olkiluoto Site Description 2006" (Posiva 2007-03) ja STUK:n kirje Posiva Oy:lle 12.2.2008
7. Posiva Oy:n käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen turvallisuusperusteluraportti "Expected Evolution of a Spent Nuclear Fuel Repository at Olkiluoto (Posiva 2006-05), STUK:n kirje Posiva Oy:lle 12.6.2008
8. Posiva Oy:n käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen turvallisuusperusteluraportti: "Process Report – FEPs and Scenarios for a Spent Fuel Repository at Olkiluoto (Posiva 2007-12) ja STUK:n kirje Posiva Oy:lle, valmisteilla
9. Posiva Oy:n käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen turvallisuusperusteluraportti "Olkiluoto Biosphere Description 2006" (Posiva 2007-02) ja STUK:n kirje Posiva Oy:lle, valmisteilla.

