

Säteilyturvakeskuksen
lausunto ja turvallisuusarvio
Olkiluodon käytetyn
ydinpolttoaineen kapselointi-
ja loppusijoituslaitoksen
rakentamisesta

Säteilyturvakeskuksen lausunto ja turvallisuusarvio Olkiluodon käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamisesta

ISBN 978-952-309-288-4 (nid.) Erweko Oy, Helsinki 2015
ISBN 978-952-309-289-1 (pdf)
ISSN 0781-1713

Säteilyturvakeskuksen lausunto ja turvallisuusarvio Olkiluodon käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamisesta. STUK-B 195. Helsinki 2015. 85 s.

Avainsanat: ydinjäte, loppusijoitus, turvallisuusarvio, rakentamislupa, Olkiluoto, käytetty ydinpolttoaine, kapselointilaitos, loppusijoituslaitos

Tiivistelmä

Posiva toimitti Olkiluodon kapselointi- ja loppusijoituslaitosta käsittelevän rakentamislupahakemuksen työ- ja elinkeinoministeriölle (TEM) joulukuussa 2012. TEM pyysi ydinenergialain 23 §:n mukaista lausuntoa sekä ydinenergia-asetuksen 36 §:n edellyttämää selvitystä ydinenergia-asetuksen 35 §:ssä mainituista asiakirjoista Säteilyturvakeskukselta (STUK) vuoden 2013 helmikuussa. Tässä julkaisussa esitetään kootusti STUKin lausunto, turvallisuusarvio sekä ydinenergia-asetuksen 37 §:n mukainen ydinturvallisuusneuvottelukunnan lausunto, jotka toimitettiin TEMille helmikuussa 2015.

STUKin turvallisuusarvio ja lausunto perustuvat rakentamislupahakemuksen teknisen aineiston tarkastustyöhön ja lupahakemuksen käsittelyn aikana suoritettuun tarkastusohjelmaan. Aineistotarkastuksen tuloksena STUK hyväksyi Posivan alustavan turvallisuusselosteen, pitkäaikaisturvallisuusperustelun, ehdotuksen luokitusasiakirjaksi, suunnitteluvaiheen todennäköisyysperusteisen riskianalyysin, ydinlaitoksen laadunhallintaa koskevan selvityksen, suunnitelmat turva- ja valmiusjärjestelyiksi, suunnitelman ydinaseiden leviämisen estämiseksi tarpeellisen valvonnan järjestämisestä ja järjestelyt STUKin valvontamahdollisuuksien varmistamisesta. Erillisessä tarkastusohjelmassa arviointiin Posivan turvallisuuskulttuuria, organisaatiota, johtamisjärjestelmän toimivuutta ja resurssien, osaamisen ja menettelytapojen riittävyyttä. Ohjelman mukaisia tarkastuksia kohdennettiin myös Posivan toimittajiin.

Lausunnossa ja turvallisuusarviossa STUK toteaa, että Posivan rakentamislupahakemuksena aineiston perusteella esitetty käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitos voidaan rakentaa turvallisesti. Käytetyn ydinpolttoaineen kapseloinnista ja loppusijoituksesta käytön aikana mahdollisesti työntekijöille ja ympäristön asukkaille aiheutuvat säteilyannokset alittavat asetetut raja-arvot suurella todennäköisyydellä. Samoin loppusijoituslaitoksen sulkemisen jälkeen ympäristön asukkaiden ja muun biosfäärin saama säteilyaltistus alittaa sille asetetut raja-arvot suurella todennäköisyydellä. Säteily- ja ydinturvallisuuden osana STUK arvioi myös, että Posivan organisaatio, johtamisjärjestelmä, resurssit sekä turva-, valmius-, ja ydinmateriaalivalvonnan järjestelyt ovat riittävällä tasolla, jotta hanke voidaan toteuttaa turvallisesti.

Sisällys

TIIVISTELMÄ	3
SÄTEILYTURVAKESKUKSEN LAUSUNTO OLKILUODON KÄYTETYN YDINPOLTTOAINEEN KAPSELOINTI- JA LOPPUSIJOITUSLAITOKSEN RAKENTAMISESTA	7
YHTEENVETO	12
1 JOHDANTO	13
1.1 Loppusijoitushanke yleisesti	13
1.2 Turvallisuutta koskeva säännöstö	14
1.3 Turvallisuusarvion muut lähtökohdat ja turvallisuusarvion rakenne	14
1.4 Valtioneuvoston asetuksen 736/2008 soveltamisala ja määritelmät	15
2 LOPPUSIJOITUSJÄRJESTELMÄN TURVALLISUUSPERIAATTEET	17
2.1 Yleiset periaatteet	17
2.2 Moniesteperiaate	19
2.3 Käytönaikainen tutkimus- ja tarkkailuohjelma	20
3 KAPSELOINTI- JA LOPPUSIJOITUSLAITOKSEN SUUNNITTELU KÄYTÖNAIKAISEN TURVALLISUUDEN KANNALTA	22
3.1 Ydinjätelaitoksen yleiset turvallisuusperiaatteet	22
3.2 Häiriö- ja onnettomuustilanteet	27
3.3 Turvallisuus- ja maanjäristyslukuitus	29
3.4 Käytetty ydinpolttoaine	30
3.5 Käytön aikaisten säteilyannosrajoitusten toteutuminen	31
3.6 Suunnitteluvaiheen todennäköisyysperusteinen riskianalyysi	33
4 YDINJÄTELAITOKSEN RAKENTAMINEN	34
4.1 Kapselointilaitos ja muut maanpäälliset rakennukset	34
4.2 Loppusijoituslaitos	34
4.3 Rakentamisen aikainen laadunhallinta	36
5 KÄYTTÖÖNOTTO JA KÄYTTÖ	38
6 KÄYTÖSTÄPOISTO JA SULKEMINEN	40
7 PITKÄAIKAISTURVALLISUUS	42
7.1 Luonnollinen vapautumiseste	42
7.2 Tekniset vapautumisesteet	45
7.3 Pitkäaikaisturvallisuusanalyysi	48
7.4 Turvallisuusperustelun luotettavuus	53

8	POSIVAN SUUNNITELMA YDINASEIDEN LEVIÄMISEN ESTÄMISEKSI TARPEELLISEN VALVONNAN JÄRJESTÄMISESTÄ	55
9	VALMIUSJÄRJESTELYT	57
10	TURVAJÄRJESTELYT	59
11	JOHTAMISJÄRJESTELMÄ JA TURVALLISUUSKULTTUURI	61
12	MUITA VAATIMUKSIA	66
	12.1 Ikääntymisen hallinta	66
	12.2 STUKin valvontamahdollisuuksien varmistaminen	66
	12.3 Loppusijoitetun käytetyn ydinpolttoaineen palautettavuus	67
	12.4 Vaihtoehtoinen käytetyn polttoaineen vaakasijoitusratkaisu (KBS-3H)	68
	12.5 Kuljetukset	70
13	YHTEENVETO	71
	YDINTURVALLISUUSNEUVOTTELUKUNNAN LAUSUNTO	76

Säteilyturvakeskuksen lausunto Olkiluodon käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamisesta

Työ- ja elinkeinoministeriö (TEM) on pyytänyt Säteilyturvakeskukselta ydinenergialain (YeL, 990/1987) 23 §:n tarkoittamaa lausuntoa Posiva Oy:n (Posiva) rakentamislupahakemuksesta, joka koskee Olkiluodon käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitosta¹.

Posiva on toimittanut TEMille rakentamislupahakemuksen ja ydinenergia-asetuksen (YeA, 161/1988) 32 §:n edellyttämät rakentamislupahakemukseen liitettävät asiakirjat sekä erikseen Säteilyturvakeskukselle YeA 35 §:n ja valtioneuvoston asetuksen ydinjätteen loppusijoituksen turvallisuudesta (VNA, 736/2008) 16 §:n mukaiset asiakirjat, joihin Säteilyturvakeskuksen turvallisuusarvio ensi sijassa perustuu. Edellä lueteltuja asiakirjoja ja selvityksiä on toimitettu Säteilyturvakeskukselle useassa erässä ja päivitetty varsinaisen lupahakemuksen jättämisen jälkeen vuosien 2013 ja 2014 aikana. Päivityksiä ja täydennyksiä on tehty sekä Säteilyturvakeskuksen esittämien selvityspyyntöjen että Posivan oman suunnittelun edistymisen perusteella.

Posivan rakentamislupahakemuksessa esitetään loppusijoitettavaksi enintään 9 000 uraanitonnaa käytettyä ydinpolttoainetta. Määrä vastaa Teollisuuden Voima Oyj:n (TVO) käytössä olevien Olkiluoto 1- ja 2 -laitosyksikköjen, rakenteilla olevan Olkiluoto 3 -laitosyksikön ja suunnitteilla olevan Olkiluoto 4 -laitosyksikön sekä Fortum Power and Heat Oy:n (Fortum) käytössä olevien Loviisa 1- ja 2 -laitosyksikköjen käyttöaikana kertyvää käytettyä ydinpolttoainetta. Määrään ei sisälly Loviisan laitosyksiköiltä vuoteen 1996 asti voimassa olleen sopimuksen mukaisesti Venäjän Majakin jälleenkäsittelylaitokselle toimitettu käytetty ydinpolttoaine.

Säteilyturvakeskuksen lausunto ja turvallisuusarvio Olkiluodon kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen turvallisuudesta ja Posivan hankkeesta ovat voimassa, vaikka TVO:n Olkiluoto 4 -laitosyksikkö ei etenisi rakentamislupahakemusvaiheeseen ja sen käytetty ydinpolttoaine rajattaisiin pois Posivan rakentamislupavasta. Olkiluoto 4-hankkeen toteuttamatta jättäminen vähentäisi loppusijoitettavan käytetyn polttoaineen määrää ja pienentäisi loppusijoitukseen tarvittavan alueen pinta-alaa ja kallioilavuutta.

Posivan loppusijoitushanke perustuu monies-teperiaatteen mukaiseen KBS-3 -loppusijoitusratkaisuun, jossa käytetty ydinpolttoaine loppusijoitetaan kupari-rautakapseleihin pakattuna kallioperään noin 430 metrin syvyyteen rakennettaviin loppusijoitustiloihin vähintään 20 vuoden väliavarastoinnin jälkeen. Loppusijoituskapselin suojaksi asetetaan paisuvasta savesta valmistettu puskurimateriaali ja loppusijoitustunnelit täytetään savimateriaalilla. Käytön päätyttyä koko loppusijoituslaitos suljetaan täyttämällä kaikki louhitut tilat savimateriaalilla ja kivimurskeella. Maanpinnan läheisyydessä kalliotilat täytetään ihmisten loppusijoitustiloihin tunkeutumista vaikeuttavilla rakenteilla. Suunniteltu käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus on sulkemisen jälkeen passiivisesti turvallinen. Laitoksen turvallisuuden varmistaminen ei edellytä loppusijoituspaikan valvontaa tai muita ylläpitotoimia.

Säteilyturvakeskus on laatinut hankkeesta turvallisuusarvion, joka on tämän lausunnon liitteenä 1. Liitteenä 2 on Säteilyturvakeskuksen pyytämä ydinturvallisuusneuvottelukunnan lausunto.

Ydinjätelaitos on YeL 11 §:n mukaisesti yleiseltä merkitykseltään huomattava ydinlaitos, joten rakentamisluvan myöntäminen sille edellyttää voimassa olevaa valtioneuvoston periaatepäätöstä (YeL 18 §). Valtioneuvosto on tehnyt Posivan hankkeesta periaatepäätöksen joulukuussa 2000, jon-

¹ Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksesta käytetään tässä lausunnossa VNA 736/2008 määritelmän mukaisesta termiä ydinjätelaitos, joka kattaa molemmat laitokset.

ka eduskunta on vahvistanut toukokuussa 2001. Tämä periaatepäätös kattaa Olkiluodon 1- ja 2-laitosyksikköjen sekä Loviisan 1- ja 2-laitosyksikköjen käytetyn polttoaineen loppusijoituksen. Vuonna 2001 vahvistetun periaatepäätöksen lisäksi valtioneuvosto on tehnyt kaksi erillistä periaatepäätöstä vuosina 2002 ja 2010, joiden perusteella loppusijoitushanketta on laajennettu kattamaan Olkiluoto 3- ja Olkiluoto 4-laitosyksikköjen käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus. Eduskunta vahvisti molemmat erilliset periaatepäätökset vastaavina vuosina. Ensimmäinen periaatepäätös oli määritelty olemaan voimassa 15 vuotta. Posivan rakentamislupahakemus on jätetty vuoden 2012 lopulla, joten edellytys voimassa olevasta periaatepäätöksestä täyttyy Posivan hankkeen osalta.

Voimassa olevan periaatepäätöksen lisäksi rakentamisluvan myöntämisen ehtona on YeL 19 §:ssä esitettyjen edellytysten täyttyminen. Säteilyturvakeskus on arvioinut ydin- ja säteilyturvallisuuksia koskevien edellytysten täyttymistä tässä lausunnossa ja liitteenä olevassa turvallisuusarviossa. Seuraavassa on esitetty Säteilyturvakeskuksen arvio YeL 19 §:ssä esitettyjen edellytysten täyttymisestä.

1) ydinlaitosta koskevat suunnitelmat täyttävät tämän lain mukaiset turvallisuutta koskevat vaatimukset ja työntekijöiden ja väestön turvallisuus on asianmukaisesti otettu huomioon toiminnan suunnittelussa;

Posivan esittämä Olkiluodon kapselointi- ja loppusijoituslaitos on suunniteltu siten, että laitosten käytönaikaista ydin- ja säteilyturvallisuuksia koskevat vaatimukset täyttyvät. Kapselointilaitos ja tarvittavilta osin loppusijoituslaitos noudattavat syvyysuuntaista turvallisuusperiaatetta. Laitosten rakenteellinen turvallisuus on varmistettu peräkkäisillä esteillä, joihin toimivat käytetyn ydinpolttoaineen käsittelyvaiheesta riippuen ydinpolttoaineen suojakuori, ydinpolttoaineen kuljetussäiliö tai loppusijoituskapseli sekä kapselointilaitoksen ja loppusijoituslaitoksen rakenteet. Toiminnallisen turvallisuuden osalta jälkilämmön poisto ja polttoaineen kriittisyysturvallisuus hallitaan rakenteellisesti passiivisin ratkaisuin. Radioaktiivisten aineiden hallinnan kannalta tärkeitä toimintoja ovat ydinpolttoaineen käsittelytoiminnot ja radioaktiivisten aineiden leviämisen estämiseen liittyvä poistoilman suodatus, jotka ovat kapselointi- ja loppusijoituslaitoksessa yk-

sittäisvikasietoisia. Posiva tarkentaa vielä ennen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamisen ja laitevalmistuksen aloittamista järjestelmien yksityiskohtaiset suunnitteluvaatimukset, joille on ennen laitoksen rakenteiden ja laitteiden valmistuksen aloittamista hankittava tarvittavilta osin Säteilyturvakeskuksen hyväksyntä.

Posiva on varautunut kapselointi- ja loppusijoituslaitoksella turvallisuusvaatimusten mukaisesti käyttöhäiriöihin ja onnettomuuksiin. Posiva on analysoinut laitosten mahdollisia käyttöhäiriöitä ja onnettomuuksia sekä varautunut niihin noudattamalla turvallisuustoimintoja toteuttavien järjestelmien suunnittelussa moninkertaisuus-, erilaisuus- ja erotteluperiaatetta osana syvyysuuntaista turvallisuusperiaatetta.

Posiva on esittänyt analyysit kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen normaalista käytöstä, käyttöhäiriöistä ja oletetuista onnettomuuksista aiheutuvista päästöistä ja säteilyannoksista. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käytöstä aiheutuvat säteilyannokset alittavat valtioneuvoston asetuksessa (736/2008) säädetty säteilyaltistuksen enimmäisarvot. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käytön aikana tarvittavat valmiusjärjestelyt on mitoitettu arvioitujen säteilyaltistusten perusteella.

Posiva on kehittänyt useiden vuosikymmenien ajan yhdessä ruotsalaisen Svensk Kärnbränslehantering AB:n (SKB) kanssa edellä kuvattua KBS 3 -konseptia. Järjestelmän osien valmistavuus on osoitettu rakentamisluvan kannalta riittävällä tasolla komponenttikohtaisilla valmistuskokeilla ja kalliotilojen toteutettavuus on vastaavasti osoitettu Olkiluodon maanalaiseen tutkimustilaan (Onkalo) tehdyillä demonstraatiotiloilla. Kalliotilojen toteutukseen liittyvän kallion luokitusjärjestelmän luotettavuutta on tärkeää arvioida loppusijoitustilan ensimmäisen rakennusvaiheen aikana. Posiva ja SKB ovat testanneet yhteistyössä loppusijoituskapselin, puskurin ja tunnelitöytön vaatimusten mukaista asennusta Ruotsissa sijaitsevassa Äspön kalliolaboratoriossa. Posiva on lisäksi käynnistänyt Onkalossa tehtävät loppusijoitusjärjestelmän osien asennuskokeet. Asennuskokeiden tavoitteena on osoittaa, että loppusijoitusjärjestelmän osat ovat asennettavissa asetettujen tarkkuusvaatimusten mukaisesti. Posiva on rakentanut vuoden 2001 periaatepäätöksen nojalla maanalaisen tutkimustilan, jonka on

suunniteltu toimivan osana loppusijoituslaitosta. Posiva on noudattanut maanalaisen tutkimustilan rakentamisessa ydinlaitoksilta edellytettäviä vaatimuksia ja Säteilyturvakeskus on valvonut tutkimustilan rakentamista samoin menettelyin kuin ydinlaitoksen rakentamista valvotaan.

Loppusijoituslaitoksen sulkemisen jälkeinen turvallisuus perustuu kahteen tavoitteeseen, jotka toteutetaan toisiaan täydentävin vapautumisestein. Ensisijainen tavoite on radioaktiivisten aineiden eristäminen kallioperästä. Siinä keskeisessä roolissa on tiivis loppusijoituskapseli, jota suojaa sen ympärille asennettu savimateriaali sekä loppusijoitustilaa ympäröivä kallioperä, joka erottaa loppusijoitustilan maanpintaympäristöstä. Kallioperä ja loppusijoituslaitoksen sulkeminen luovat teknille vapautumisesteille suotuisat ja ennakoitavissa olevat olosuhteet. Vapautumisesteiden toinen tavoite on radionuklidien mahdollisesti vapautuessa rajoittaa ja hidastaa niiden kulkeutumista loppusijoitusvyöhydestä maan pinnalle.

Sulkemisen jälkeisen turvallisuuden osoittamiseksi Posiva on esittänyt lupahakemusaineistossa analyysin loppusijoitusjärjestelmän ja siihen liittyvän ympäristön odotettavissa olevasta ja siitä poikkeavista tulevaisuuden kehityskuluista sekä mahdollisista häiriötapahtumista. Posiva on valinnut kehityskuluanalyysinsä perusteella merkittävimmät radionuklidien vapautumiseen johtavat tapahtumakulut ja analysoinut niistä ihmisille ja muulle ympäristölle aiheutuvia säteilyannoksia ja ympäristöön aiheutuvia radionuklidipäästöjä. Analyysien tulokset alittavat valtioneuvoston asetuksessa 736/2008 esitetyt raja-arvot säteilyannoksille ja radioaktiivisten aineiden päästöille.

Laitoksen turvallisuusperustelun tarkastuksessa on havaittu kehitystarpeita, jotka huomioiden turvallisuusperustelun selkeyttä, jäljitettävyyttä ja luotettavuutta voidaan parantaa. Säteilyturvakeskus on esittänyt tarkastuksessa havaitut kehitystarpeet erillisessä Posivalle osoitetussa päätöksessä, jossa on edellytetty näiden kehitystarpeiden huomioon ottamista käyttöluupahakemusaineistossa.

Posivan esittämät suunnitelmat ovat työntekijöiden ja väestön turvallisuuden kannalta rakentamislupavaiheessa riittävät ja asianmukaiset seuraavin huomioon ja rajoituksin:

- Posiva on toimittanut Säteilyturvakeskukselle ydinlaitoksen järjestelmäsuunnittelun tar-

kentamista koskevan suunnitelman. Säteilyturvakeskus valvoo suunnittelun etenemistä ja todentaa YeA 108 §:n ja YVL-ohjeiden mukaisesti suunnittelun riittävän tason ennen laitoksen rakenteiden ja laitteiden valmistuksen aloittamista.

- Posiva on toimittanut Säteilyturvakeskukselle suunnitelman loppusijoitusjärjestelmän osien asennustesteistä. Säteilyturvakeskus tarkastaa testien perusteella järjestelmän asennettavuuden ennen kuin loppusijoitustunnelien louhinta voi alkaa.
- Posivan on osoitettava ensimmäisten loppusijoitustunneleiden rakentamisen yhteydessä kallion luokitusjärjestelmän luotettavuus. Säteilyturvakeskus tarkastaa kallion luokitusjärjestelmän toimivuuden osana ensimmäisten loppusijoitustunneleiden asemoinnin ja kalliorakentamisen valvontaa.
- Posiva on toimittanut Säteilyturvakeskukselle vapautumisesteisiin kohdistuvan loppusijoituskonseptin kehitysohjelman, jossa se on huomioinut samoja kehityskohteita kuin Säteilyturvakeskus on nostanut esille turvallisuusarviossa. Säteilyturvakeskus valvoo ohjelman mukaista kehitystyön etenemistä rakentamis- ja käyttöluupien välisellä ajanjaksolla.

2) ydinlaitoksen sijoituspaikka on suunnitellun toiminnan turvallisuuden kannalta tarkoituksenmukainen ja ympäristönsuojelu on asianmukaisesti otettu huomioon toiminnan suunnittelussa;

Esitetty sijaintipaikka on todettu sopivaksi loppusijoituspaikaksi periaatepäätöksessä vuonna 2001. Periaatepäätöksen perusteella hanke sai luvan edetä maanalaisen tutkimustilojen rakentamiseen ja paikkakohtaisiin tarkempiin tutkimuksiin. Periaatepäätöksen jälkeen paikalle on rakennettu maanalainen tutkimustila, Onkalo, ja paikan tutkimuksia on jatkettu. Paikan tuntemus on lisääntynyt huomattavasti periaatepäätösvaiheesta.

Loppusijoituspaikan tutkimukset ja pitkälle tulevaisuuteen ulottuvat analyysit paikan kehityskulusta ovat rakentamisluvan kannalta riittävät eivätkä ne ole tuoneet esille seikkoja, joiden perusteella valittu loppusijoituspaikka ei olisi pitkäaikaisturvallisuuden kannalta edullinen. Tutkimusten ja analyysien perusteella on tehtävissä johtopäätös, että kallioperä on ominaisuuksiltaan sopiva esitetyn mukaisen loppusijoituksen

toteutukselle. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusvyvyys 400–450 metriä on Olkiluodon loppusijoituslaitokselle annetun periaatepäätöksen ja Säteilyturvakeskuksen asettamien turvallisuusvaatimusten mukainen. Loppusijoitusvyvyys on valittu huomioiden loppusijoituksen pitkäaikais-turvallisuus ja riittävä suoja maanpäällisten ilmiöiden ja ihmisen toiminnan vaikutuksille.

Jatkotutkimustenkin perusteella suunniteltu paikka on ydinjätelaitokselle käyttö- ja pitkäaikaisturvallisuuden kannalta tarkoituksenmukainen ja ympäristön suojeleminen on otettu huomioon toiminnan suunnittelussa.

3) turvajärjestelyt on asianmukaisesti otettu huomioon toiminnan suunnittelussa;

Posiva on käyttänyt turvajärjestelyjen suunnittelussa ja arvioinnissa suunnitteluperusteuhkaa ja riskianalyysijä sekä analysoinut suojaustarpeita. Hakemusaineistossa on kuvattu turvajärjestelyihin liittyvät periaatteet, menettelytavat ja suunnitelmat sekä suunnitellut tietoturvallisuusperiaatteet. Varsinaisessa ydinjätelaitoksen suunnittelussa on esitetty syvyysuuntaisen turvallisuusperiaatteen mukaisesti eri turvajärjestelyvyöhykkeet ja huomioitu suunnittelussa tärkeiden rakenteiden ja järjestelmien suojaaminen.

Posiva on esittänyt ydinlaitosten rakentamisaikaa koskevan turvajärjestelysuunnitelman sekä turvaorganisaation kokoonpanon ja sille kuuluvat tehtävät, valvonta- ja viestintävälineet, suojava-linemat ja voimankäyttövälineet. Posiva on myös esittänyt vahvistettavaksi TVO:n kanssa yhteisen turvaohjesäännön, joka on oltava voimassa ennen kuin Posivan ydinjätelaitoksen rakentaminen aloitetaan.

Edellä esitetyn perusteella Posivan suunnitelmat turvajärjestelyjen toteuttamiseksi ovat riittävät ja asianmukaiset seuraavin täsmennyksin:

- Posivan ja TVO:n yhteinen turvaohjesääntö on vahvistettava ennen rakentamisen aloittamista.
- Rakentamisen ajalle suunniteltujen turvajärjestelyjen yksityiskohtia on täsmennettävä ennen rakentamisen aloittamista. Näitä asioita koskevat tarkemmat vaatimukset on esitetty salassa pidettävässä (Julkisuuslaki 621/1999 24.1 § 7k) Säteilyturvakeskuksen päätöksessä.

4) ydinlaitoksen rakentamista varten on varattu

alue maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) mukaisessa asemakaavassa ja hakijalla on laitoksen toiminnan edellyttämä alueen hallinta;

Tämän kohdan edellytysten täyttymisen tarkastus ei kuulu Säteilyturvakeskuksen toimialaan ja sen toteutumista tarkastelevat muut viranomaiset.

Olkiluodon alueen voimassa olevassa kaavoituksessa on varattu alue ydinjätelaitokselle. Lisäksi loppusijoitusalueelle on varattu VNA 736/2008 9 §:n 6 momentin edellyttämä suojavyöhyke YeL:n 63 §:n 1 momentin 6. kohdan tarkoittamia toimenpidekieltoja varten.

5) hakijan käytettävissä olevat menetelmät ydinjätetuollon järjestämiseksi, ydinjätteen loppusijoitus ja ydinlaitoksen käytöstä poistaminen siihen mukaan luettuna, ovat riittävät ja asianmukaiset;

Posivan ydinjätelaitoksen käytön aikana ja laitoista käytöstä poistettaessa kertyvät matala- ja keskiaktiiviset ydinjätteet ovat peräisin käytetyn ydinpolttoaineen käsittelystä laitoksella. Posiva on esittänyt rakentamislupavaihetta varten riittävät ja asianmukaiset järjestelyt ja suunnitelmat käytöstä syntyvien ydinjätteen käsittelylle ja loppusijoitukselle sekä laitoksen käytöstä poistolle seuraavin täsmennyksin:

- Posivan on esitettävä Säteilyturvakeskukselle tarkennetut yksityiskohtaisemmat suunnitelmat loppusijoituslaitokseen tulevasta matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoitustilasta ja tarkennettu arvio Posivan loppusijoituslaitokseen sijoitettavien erilaisten ydinjätelajien yhteisvaikutuksista ennen tilan rakentamisen aloittamista.

6) hakijan suunnitelmat ydinpolttainehuollon järjestämiseksi ovat riittävät ja asianmukaiset;

Rakentamislupahakemuksessa esitetyn ydinjätelaitoksen tarkoituksena on käytetyn ydinpolttoaineen käsittely ja loppusijoitus. Laitokselle ei tarvitse järjestää ydinpolttainehuoltoa.

Ydinjätelaitoksella käsiteltävä käytetty ydinpolttainehuollon välikäsitelty ydinvoimalaitoksilla olevissa välikäsiteltyinä, joista se kuljetetaan loppusijoitusta varten kapselointilaitokselle.

7) hakijan järjestelyt säteilyturvakeskuksen 63 §:n 1 momentin 3 kohdassa tarkoitetun valvonnan toteuttamiseksi kotimaassa ja ulkomailla sekä 63 §:n 1 momentin 4 kohdassa tarkoitetun valvonnan toteuttamiseksi ovat riittävät;

Posivan toimittamassa selvityksessä kuvatut järjestelyt ja menettelyt valvontamahdollisuuksien järjestämiseksi on todettu riittäviksi rakentamislupavaiheessa. Säteilyturvakeskus on hyväksynyt päätöksellään Posivan rakentamislupahakemuksen yhteydessä toimittaman selvityksen Säteilyturvakeskuksen valvontamahdollisuuksien järjestämisestä. Posiva on toteuttanut Säteilyturvakeskuksen päätöksessä edellytetyn henkilöstön koulutuksen Säteilyturvakeskuksen valvonnan edellyttämistä käytännön toimenpiteistä. Tällä perusteella Posivan järjestelyt valvonnan toteuttamiseksi ovat riittävät ja asianmukaiset.

8) hakijalla on käytettävänä tarpeellinen asiantuntemus;

Säteilyturvakeskus on arvioinut Posivan henkilöstön osaamista ja Posivan käytettävissä olevaa ulkopuolista asiantuntemusta rakentamislupahakemuksen käsittelyn yhteydessä sekä asiakirjatarkastusten että erillisen tarkastusohjelman perusteella. Tarkastusten tuloksena Säteilyturvakeskus toteaa, että Posivalla on käytettävissä riittävä ja laaja asiantuntemus ydinjätelaitoksen rakentamiseen.

Ydinenergian käyttöä voidaan pitkällä aikavälillä pitää yhteiskunnan kokonaisedun mukaisena vain, mikäli yhteiskunta sitoutuu omasta puolestaan ylläpitämään turvallisen ydinenergian käytön edellyttämiä yhteiskunnallisia rakenteita sekä tarvittavaa koulutus- ja tutkimusinfrastruktuuria. Loppusijoituksen pitkäkestoisuus edellyttää yhteiskunnan panostusta resurssien ja osaamisen säilymisestä koko laitoksen käytön ajalle. Erityisesti on varauduttava ylläpitämään riittävää asiantuntemusta ydinjätteen loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuteen liittyvillä alueilla.

9) hakijalla on riittävät taloudelliset mahdollisuudet hankkeen toteuttamiseen ja toiminnan harjoittamiseen;

Posivan riittävästä taloudellisista mahdollisuuksista hankkeen turvalliseen toteuttamiseen ja toiminnan harjoittamiseen vastaavat sen omistajat TVO ja Fortum. Posivan omistajien välisen sopimuksen mukaisesti Posiva perii käytetyn polttoaineen loppusijoitushankkeen kustannukset omistajiltaan. TVO ja Fortum säilyvät ydinenergiain mukaisina jätehuoltovelvollisina ja ovat näin ollen vastuussa ydinjätehuollon kustannuksista.

Ydinenergiain mukaisesti TVO ja Fortum ovat varautuneet ennakkoon ydinjätehuollon kustannuksiin maksamalla valtion ydinjätehuolto-rahastoon vahvistetut rahasto-osuudet. Ydinjätehuolto-rahastoon on kerätty tarvittavat varat tällä hetkellä olemassa olevien ydinjätteiden käsitteilyyn ja loppusijoittamiseen. Varautuminen vahvistaa tältä osin taloudellisia mahdollisuuksia.

Tällä perusteella Posivan järjestelyt ovat riittävät ja asianmukaiset.

10) hakijalla muutoinkin harkitaan olevan edellytykset harjoittaa toimintaa turvallisesti ja Suomen kansainvälisten sopimusvelvoitteiden mukaisesti;

YeL 19 §:n kohdan 10 osalta Säteilyturvakeskuksen alaan kuuluvat ydinmateriaalivalvontaa käsittelevät kansainväliset sopimukset, ydinvastuukysymykset, Euroopan neuvoston ydinjätehuoltoa koskevat direktiivit sekä käytetyn polttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon turvallisuutta koskeva yleissopimus. Kansainvälisten sopimusten vaatimukset toteutuvat suomalaisen lainsäädännön ja vallitsevien käytäntöjen kautta.

YeA 118 b §:n mukaisesti ydinenergian käyttö on suunniteltava ja toteutettava siten, että ydinenergiailaissa sekä Euratom-sopimuksessa ja näiden nojalla annetuissa määräyksissä säädetty ydinmateriaalivalvontaa koskevat velvoitteet täytetään. Posivan laitokset ovat ensimmäisiä tämän tyyppisiä laitoksia, eivätkä Kansainvälisen atomienergiajärjestön ja Euroopan komission valvontatoimenpiteet ole vielä kaikilta osin selvillä. Posiva on suunnitelmassaan ottanut huomioon tiedossa olevat rakentamis- ja käyttöaikaiset valvontatarpeet ja niiden mukaiset velvoitteet. Samoin Säteilyturvakeskus on huomoinut valvontajärjestelmässään vastaavat tarpeet ja velvoitteet.

YeL 19 §:n kohdan 10 osana on seuraavassa käsitelty ydinenergiailaissa, Posivalle annetuissa periaatepäätöksissä ja rakentamislupahakemuksessa esitetyt turvalliseen toimintaan tai loppusijoitushankkeen toteuttamiseen liittyviä edellytyksiä.

Säteilyturvakeskus on hyväksynyt Posivan johtamisjärjestelmän kuvaavan johtamiskäsikirjan. Johtamiskäsikirjassa Posiva korostaa turvallisuuden ensisijaisuutta kaikessa toiminnassa ja hyvän turvallisuuskulttuurin luomista ja ylläpitämistä. Tavoitteena on, että henkilöstö on tietoinen oman työnsä turvallisuusmerkityksestä. Posiva arvioi

johtamisjärjestelmää ja organisaation toimintaa säännöllisesti ja suunnitelmallisesti tavoitteena toiminnan jatkuva parantaminen.

Säteilyturvakeskus on hyväksynyt Posivan hakemuksesta ydinjätelaitoksen rakentamisen vastuullisen johtajan. Hänen varahenkilönsä hyväksynnän Säteilyturvakeskus antoi ehdollisena edellyttäen lisäperehdytystä turvajärjestelyistä. Hyväksyntä astuu voimaan, kun lisäperehdytys on annettu. Ydinjätelaitoksen käyttövaihetta varten Posivan on vastaavasti nimettävä käytöstä vastuullinen johtaja ja hänen varahenkilönsä, joille on haettava hyväksyntä Säteilyturvakeskukselta.

Posiva on esittänyt rakentamislupahakemuksessa selvityksen loppusijoitustilojen avattavuudesta ja arvon avaamisen kustannuksista. Tilojen turvallinen avaaminen ja loppusijoituskapselien palauttaminen on teknisesti toteutettavissa nykyisin käytettävissä olevilla työmenetelmillä. Säteilyturvakeskuksen näkemyksen mukaan loppusijoitettavan ydinjätteen palautettavuus on teknisesti toteutettavissa eikä avattavuus vaaranna loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuutta.

Posiva on kehittänyt esitetyn pystysijoitusratkaisun rinnalla samoihin turvallisuusperiaatteisiin perustuvaa vaakasijoitusratkaisua (KBS-3H), jonka periaatteet on esitetty rakentamislupahakemusaineistossa. Säteilyturvakeskuksen tiedossa ei ole seikkoja, joiden johdosta vaakasijoitusratkaisu ei voisi täyttää turvallisuusvaatimuksia. Säteilyturvakeskus voi käsitellä muutoksen Posivan erillisestä hakemuksesta ydinenergia-asetuksen 112 §:n mukaisesti. Loppusijoituslaitoksen rakentamisaikana tehtävä muutos aiheuttaisi todennäköisesti viiveen loppusijoituksen suunniteltuun aloitusajankohtaan.

Posiva on esittänyt rakentamislupahakemuksessa selvityksen käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksista ja lisäksi Säteilyturvakeskukselle alustavan selvityksen kuljetusjärjestelyistä ja kuljetuksen turvajärjestelyistä. Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukset ovat toteutettavissa Posivan suunnitelmiin perustuen. Kuljetusten turvallisuus varmistetaan erikseen ja ydinenergia-asetuksen mukaisesti kuljetukseen saa ryhtyä vasta, kun Säteilyturvakeskus on todennut kuljetusjärjestelyjen sekä niiden edellyttämien turva- ja valmiusjärjestelyjen täyttävän niille asetetut vaatimukset.

Yhteenveto

Rakentamislupavaiheessa arvioitavien ydinenergiain 18–19 §:n lisäksi ydinenergian käytön yleiset periaatteet on esitetty ydinenergiain 5–7 §:ssä:

5 § Ydinenergian käytön tulee olla, sen eri vaikutukset huomioon ottaen, yhteiskunnan kokonaisedun mukaista.

6 § Ydinenergian käytön on oltava turvallista eikä siitä saa aiheutua vahinkoa ihmisille, ympäristölle tai omaisuudelle.

6 a § Ydinjätteet, jotka ovat syntyneet Suomessa tapahtuneen ydinenergian käytön yhteydessä tai seurauksena, on käsiteltävä, varastoitava ja sijoitettava pysyväksi tarkoitettulla tavalla Suomeen [...], ja

7 § Ydinenergian käytön edellytyksenä on, että turvajärjestelyt ja valmiusjärjestelyt sekä muut järjestelyt ydinvahinkojen rajoittamiseksi ja ydinenergian käytön turvaamiseksi lainvastaiselta toiminnalta ovat riittävät.

Olkiluotoon suunniteltu käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus on todettu valtioneuvoston tekemissä periaatepäätöksissä yhteiskunnan kokonaisedun mukaiseksi ja tämän lisäksi loppusijoitus on pitkällä aikavälillä edellytys ydinenergian käytön turvallisuudelle. Posivan esittämä ydinjätelaitos on osa YeL 6 a §:n mukaista ydinjätetuollon kokonaisuutta. Säteilyturvakeskus on esittänyt lausunnossa johtopäätökset YeL 7 §:n edellytysten täyttymisestä.

Johtopäätöksenä Säteilyturvakeskus toteaa tässä lausunnossa ja sen liitteenä olevassa turvallisuusarviossa esitetyn perusteella, että YeL 18 §:n ja 19 §:n edellytykset rakentamisluvan myöntämiselle ja 5–7 §:ssä säädetyt periaatteet täyttyvät. Posivan esittämä käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitos voidaan rakentaa turvalliseksi.

Pääjohtaja Petteri Tiippana

Johtaja Risto Paltmaa

1 Johdanto

Posiva Oy (Posiva) jätti 28.12.2012 valtioneuvostolle hakemuksen käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamiseksi Eurajoen Olkiluotoon. Työ- ja elinkeinoministeriö (TEM) on pyytänyt Säteilyturvakeskukselta (STUK) lausuntoa Posivan rakentamislupahakemuksesta (TEM/2955/08.05.01/2012, 15.2.2013).

Tämä turvallisuusarvio esittää perusteet STUKin lausunnolle. Turvallisuusarvio perustuu Posivan rakentamislupahakemuksen ja STUKille toimitettujen siihen liittyvien asiakirjojen tarkastukseen. Se kattaa hankkeen ydin- ja säteilyturvallisuuden, turvajärjestelyt, valmiusjärjestelyjen suunnittelun ja ydinmateriaalivalvonnan. Tämän turvallisuusarvion johtopäätökset perustuvat Posivan esittämään loppusijoitettavan jätteen enimmäismäärään, mutta ne pätevät myös tätä pienemmille jätemäärille.

1.1 Loppusijoitushanke yleisesti

Posivan rakentamislupahakemuksessa esitetään loppusijoitettavaksi enintään 9 000 uraanitonnia (tU) käytettyä ydinpolttoainetta. Tämä vastaa Teollisuuden Voima Oyj:n (TVO) käytössä olevien Olkiluoto 1- ja 2 -laitosyksikköjen, rakenteilla olevan Olkiluoto 3 -laitosyksikön ja suunnitella olevan Olkiluoto 4 -laitosyksikön sekä Fortum Power and Heat Oy:n (Fortum) käytössä olevien Loviisa 1- ja 2 -laitosyksikköjen käyttöaikana kertyvää käytettyä ydinpolttoainetta. Määrään ei sisälly Loviisan laitosyksiköiltä vuoteen 1996 asti voimassa olleen sopimuksen mukaisesti Venäjän Majakin jälleenkäsittelylaitokselle toimitettu käytetty ydinpolttoaine.

Käytetty ydinpolttoaine on varastoituna ydinvoimalaitoksien yhteydessä sijaitsevista käytetyn polttoaineen varastoissa, joista loppusijoitettava käytetty ydinpolttoaine siirretään kapselointilaitokselle. Kapselointilaitosta ei ole suunniteltu ydinpolttoaineen laajamittaiseen varastointiin

vaan sinne kuljetetaan kerrallaan loppusijoitettavaksi aiottu ydinpolttoainemäärä.

Posivan loppusijoitushanke perustuu monies-teperiaatteen mukaiseen KBS 3 -konseptiin, jossa käytetty ydinpolttoaine loppusijoitetaan vähintään 20 vuoden väliavarastoinnin jälkeen kupari–rautakapseloihin pakattuna kallioperään rakennettaviin loppusijoituslaitoihin. Posivan ydinjätelaitos koostuu loppusijoituslaitoksen yläpuolella maan pinnalla sijaitsevasta kapselointilaitoksesta ja noin 450 metrin syvyyteen ulottuvasta loppusijoituslaitoksesta.

Kapselointilaitoksessa käytetty ydinpolttoaine asennetaan loppusijoituskapseliin ja kapselin kuparikansi suljetaan hitsaamalla. Valmiit loppusijoituskapselit siirretään kapselointilaitokselta kuilun välityksellä maanalaiseen loppusijoituslaitokseen. Kapselointilaitos rakennetaan kokonaisuudessaan valmiiksi ennen ydinjätelaitoksen käytön aloittamista.

Loppusijoituslaitoksessa loppusijoituskapselit kuljetetaan loppusijoitustunneleihin ja asennetaan bentoniittisavella vuorattuihin loppusijoitusreikiin. Kapselien asentamisen jälkeen tunnelit täytetään savimateriaalilla ja suljetaan sitä mukaa, kun niihin on asennettu suunniteltu määrä kapselaita. Loppusijoituslaitokseen rakennetaan lisää loppusijoitustunneleita käyttöjakson aikana loppusijoituksen edetessä.

Loppusijoituslaitoksen yhteyteen rakennetaan tilat myös kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käytön aikana ja sen käytöstä poiston yhteydessä syntyvien radioaktiivisia aineita sisältävien jätteiden loppusijoittamiseksi.

Kun kaikki käytetty ydinpolttoaine ja käytöstä sekä käytöstäpoistosta syntynyt ydinjäte on loppusijoitettu, ydinjätelaitoksen käyttöjakso päättyy maan päällä sijaitsevan kapselointilaitoksen käytöstäpoistoon ja purkamiseen ja maanalaisen loppusijoituslaitoksen tilojen täyttämiseen ja sul-

kemiseen. Maanpinnan läheisyydessä kalliotilat täytetään ihmisen loppusijoitustiloihin tunkeutuvista vaikeuttavilla rakenteilla. Suunniteltu käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus on sulkemisen jälkeen passiivisesti turvallinen. Loppusijoituksen turvallisuuden varmistaminen ei edellytä loppusijoituspaikan valvontaa tai muita ylläpitotoimia loppusijoitustilojen sulkemisen jälkeen.

1.2 Turvallisuutta koskeva säännöstö

Ydinenergian käytön turvallisuudesta säädetään ydinenergilain (YeL, 990/1987) 5 7 §:ssä.

5 § Ydinenergian käytön tulee olla, sen eri vaikutukset huomioon ottaen, yhteiskunnan kokonaisedun mukaista.

6 § Ydinenergian käytön on oltava turvallista eikä siitä saa aiheutua vahinkoa ihmisille, ympäristölle tai omaisuudelle.

6 a § Ydinjätteet, jotka ovat syntyneet Suomessa tapahtuneen ydinenergian käytön yhteydessä tai seurauksena, on käsiteltävä, varastoitava ja sijoitettava pysyväksi tarkoitetulla tavalla Suomeen [...], ja

7 § Ydinenergian käytön edellytyksenä on, että turvajärjestelyt ja valmiusjärjestelyt sekä muut järjestelyt ydinvahinkojen rajoittamiseksi ja ydinenergian käytön turvaamiseksi lainvastaiselta toiminnalta ovat riittävät.

Ydinenergian käytössä on noudatettava YeL:n 2 a luvun periaatteita: ydinenergia käytön turvallisuus on pidettävä niin korkealla tasolla kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista, turvallisuus pitää varmistaa syvyysuuntaisen turvallisuusperiaatteen mukaisesti, työntekijöiden tai ympäristön väestön säteilyaltistuksen enimmäisarvot eivät saa ylittyä ja laitoksen suunnittelussa on varauduttava käyttöhäiriöihin ja onnettomuuksiin. Ydinlaitoksen turvallisuus on osoitettava luotettavasti ja turvallisuutta on arvioitava kokonaisuutena säännöllisin väliajoin. Turvallisuuden on oltava etusijalla ydinlaitoksen rakentamisessa ja käytössä ja ydinlaitoksen käytöstäpoistamiseen sekä ydinaineista ja ydinjätteistä huolehtimiseen on varauduttava jo laitoksen suunnitteluvaiheessa. Luvanhaltijalla on oltava riittävä ja tehtäviin soveltuva ammattitaitoinen henkilöstö, vastuullinen johtaja sekä johtamisjärjestelmä käytössään. Ydinlaitoksen luvanhaltijan on huolehdittava tarvittavista valmius- ja turvajärjestelyistä.

Ydinenergilain yleisiä turvallisuusmääräyksiä tarkennetaan seuraavilla YeL:n 82 §:n nojalla annetuilla valtioneuvoston asetuksilla:

- valtioneuvoston asetus ydinjätteiden loppusijoituksen turvallisuudesta (VNA 736/2008)
- valtioneuvoston asetus ydinenergian käytön turvajärjestelyistä (VNA 734/2008)
- valtioneuvoston asetus ydinvoimalaitoksen valmiusjärjestelyistä (VNA 716/2013).

Näiden lisäksi Säteilyturvakeskus on julkaissut STUKin määräyskokoelman, YVL-ohjeet, jotka määrittelevät yksityiskohtaiset turvallisuusvaatimukset. Luvanhaltijalla on oikeus esittää YVL-ohjeista poikkeava menettelytapa tai ratkaisu, mutta tällöin luvanhaltijan on osoitettava, että YVL-ohjeissa asetettu vaatimus tai turvallisuustaso täyttyy.

Posivan rakentamislupahakemusaineistoa on tarkastettu voimassaolevaa YVL-ohjeistoa vasten, joka on julkaistu vuonna 2013. STUKin uusien ohjeiden vaatimustaso on kansainvälisesti verrattuna korkea. Ohjeet laadittiin täyttämään vähintään laatimisen aikaan ajantasaiset Kansainvälisen atomienergiajärjestön (IAEA) ja Länsi-Euroopan turvallisuusviranomaisten muodostaman ryhmän (WENRA) vaatimukset. Ohjeiden ajantasaisuutta arvioidaan säännöllisesti ja ohjeita päivitetään tarpeen mukaan.

STUKin uudistettu YVL-ohjeisto julkaistiin sen jälkeen kun Posiva oli toimittanut rakentamislupahakemuksen ja STUKille osoitetun rakentamislupahakemusaineiston. STUKin päätöksen (1/0010/2011) mukaisesti Posivalla on ollut oikeus käyttää lupahakemuksen valmistelussa valmisteilla olevien YVL-ohjeiden viimevaiheen luonnoksia. Posiva on käyttänyt mahdollisuuksien mukaan rakentamislupahakemuksen valmisteluvaiheessa käytössä olleita luonnoksia, mutta YVL-ohjeluonnoksiin tehtiin muutoksia vielä vuoden 2013 aikana.

1.3 Turvallisuusarvion muut lähtökohdat ja turvallisuusarvion rakenne

Turvallisuusarvio pohjautuu Posivan STUKille toimittamaan YeA 35 §:n sekä VNA 736/2008 16 §:n mukaiseen tekniseen aineistoon. Aineistot on toimitettu STUKille useassa erässä ja päivitetty tai muuten täydennetty hakuprosessin aikana, yhteensä STUKin esittämien huomautusten, toisaalta

laitossuunnittelun edistymisen perusteella.

STUK on käsitellyt edellä mainitut tekniset aineistot rakentamislupahakemuksen käsittelyn yhteydessä ja tehnyt niistä hyväksyvät päätökset:

- Alustavan turvallisuusseloste, STUKin päätös 1/H42241/2012, 10.2.2015
- Suunnitteluvaiheen todennäköisyysperusteisen riskianalyysi, STUKin päätös 1/H42253/2012, 10.2.2015
- Ehdotus luokitusasiakirjaksi, STUKin päätös 3/H42261/2014, 10.2.2015
- Ydinlaitoksen rakentamisen hallintaa koskeva selvitys, STUKin päätös 1/H41401/2014 24.6.2014
- Alustava suunnitelma turvajärjestelyiksi, STUKin päätös 2/H42217/2014, 5.1.2015
- Alustava suunnitelma valmiusjärjestelyiksi, STUKin päätös 3/H41501/2013, 3.4.2014
- Suunnitelma ydinaseiden leviämisen estämiseksi tarpeellisen valvonnan järjestämisestä, STUKin päätös 18/H42212/2014, 12.12.2014
- Selvitys YeL 19 §:n 7 kohdassa tarkoitettuihin järjestelyistä (STUKin valvontamahdollisuuksien varmistaminen), STUKin päätös 9/H42212/2013, 9.12.2013
- Loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuutta käsittelevä turvallisuusperustelu, STUKin päätös 1/H42252/2015, 10.2.2015.

Turvallisuusarviossa Posivan hankkeen turvallisuutta on arvioitu valtioneuvoston asetuksissa 736/2008, 734/2008 ja 716/2013 määriteltyjä vaatimuksia vastaan. Turvallisuusarviossa on esitetty VNA 736/2008 vaatimukset, mutta rakenne ei pohjautu suoraan ydinjätteen loppusijoituksen turvallisuudesta annetun asetuksen rakentamiseen, vaan se on kirjoitettu aihealueittain sopiviksi kokonaisuuksiksi. Käsittelytavasta johtuen valtioneuvoston asetuksen pykälien momentteja on tarpeen mukaan käsitelty osissa ja kukin momentti on esitetty asiaa käsittelevän aihealueen yhteydessä. Turva- ja valmiusjärjestelyjä koskevia valtioneuvoston asetusten vaatimuksia ei turvallisuusarviossa ole esitetty, mutta niiden edellyttämät asiat on käyty läpi. Turvallisuusarvion lopussa esitetään yhteenveto koko tarkastuksen tuloksista.

Edellä mainittujen valtioneuvoston asetusten lisäksi turvallisuusarvio kattaa myös sellaiset YeL 18 §:n ja 19 §:n edellytykset, joita ei erikseen ole

viety nykyisiin valtioneuvoston asetuksiin, mutta joiden arvioiminen kuuluu STUKin toimialaan. Nämä ovat YeL 18 §:n kohta 1, joka käsittelee hankkeen periaatepäätöstä ja 19 §:n kohdat 6-8, jotka käsittelevät ydinpolttoainehuollon järjestämistä, STUKin valvontamahdollisuuksista huolehtimista ja luvanhakijan asiantuntemusta. Turvallisuusarvio käsittelee myös Suomea velvoittavien, ydinmateriaalivalvontaa, ydinturvallisuutta ja ydinjätehuoltoa koskevien kansainvälisten sopimusten täyttymistä ja sitä, että hakijalla on muutoinkin edellytykset hoitaa toimintaa turvallisesti (YeL 19 § kohta 10).

Valtioneuvoston asetusten ja YeL 18 §:n ja 19 §:n lisäksi turvallisuusarviossa on käsitelty seuraavia aihealueita: käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukset, vaihtoehtoinen vaakasijoitusratkaisu (KBS-3H) ja käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitustilojen avattavuus.

1.4 Valtioneuvoston asetuksen 736/2008 soveltamisala ja määritelmät

1 § Soveltamisala

Tämä asetusta koskee ydinlaitoksesta peräisin olevan käytetyn ydinpolttoaineen ja muun ydinjätteen loppusijoitusta kallioperään rakennettaviin tiloihin.

Tätä asetusta sovelletaan myös säteilylain (592/1991) 10 §:ssä tarkoitettuun radioaktiiviseen jätteeseen, jos se sijoitetaan 1 momentissa tarkoitettun ydinjätteen loppusijoitustilaan.

Käytetyn ydinpolttoaineen ja muun ydinjätteen käsittelystä ja varastoinnista ydinvoimalaitoksen yhteydessä olevassa ydinlaitoksessa säädetään ydinvoimalaitoksen turvallisuudesta annetussa valtioneuvoston asetuksessa (733/2008)¹.

Olkiluodon kapselointi- ja loppusijoituslaitos on käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen suunniteltu laitoskokonaisuus.

2 § Määritelmät

Tässä asetuksessa tarkoitetaan:

1) ydinjätelaitoksella ydinlaitosta, jota käytetään käytetyn ydinpolttoaineen kapselointiin tai muun ydinjätteen käsittelyyn loppusijoitusta varten, sekä käytetyn ydinpolttoaineen tai muun ydinjätteen loppusijoituslaitosta;

¹ Asetus on kumottu valtioneuvoston asetuksella 717/2013 ydinvoimalaitoksen turvallisuudesta.

2) loppusijoituslaitoksella kokonaisuutta, johon kuuluvat jätepakkausten loppusijoitukseen tarkoitettut tilat (loppusijoitustila) sekä niihin liittyvät maanalaiset ja maanpäälliset aputilat;

3) loppusijoituspaikalla loppusijoituslaitoksen sijaintipaikkaa ja, kun loppusijoitus on toteutettu, ydinenergia-asetuksen (161/1988) 85 §:n mukaisesti kiinteistörekisteriin merkittyä aluetta sekä sen alla olevaa maa- ja kallioperää;

4) lyhytikäisellä jätteellä ydinjätettä, jossa aktiivisuuspitoisuus 500 vuoden jälkeen alittaa arvon 100 megabecquereliä (MBq) kilogrammaa kohti kussakin loppusijoitetussa jätepakkauksessa ja keskimäärin arvon 10 MBq kilogrammaa kohti yhteen loppusijoitustilaan sijoitetussa jätteessä;

5) pitkäikäisellä jätteellä ydinjätettä, jossa aktiivisuuspitoisuus 500 vuoden jälkeen ylittää arvon 100 MBq kilogrammaa kohti loppusijoitetussa jätepakkauksessa tai keskimäärin arvon 10 MBq kilogrammaa kohti yhteen loppusijoitustilaan sijoitetussa jätteessä;

6) vuosiansiannoksella ulkoisesta säteilystä vuoden ajanjaksona saatavan efektiivisen annoksen ja samana ajanjaksona kehoon joutuvista radioaktiivisista aineista saatavan efektiivisen annoksen kertymän summaa;

7) pitkäaikaisturvallisuudella loppusijoituksen turvallisuutta loppusijoituslaitoksen käyttöajan jälkeen ihmisiin ja ympäristöön kohdistuvien säteilyvaikutusten kannalta;

8) turvallisuusperustelulla asiakirjakokonaisuutta, jolla osoitetaan pitkäaikaisturvallisuutta koskevien vaatimusten täyttyminen;

9) turvallisuustoiminnoilla loppusijoitettujen radioaktiivisten aineiden vapautumista ja kulkeutumista estäviä ja rajoittavia tekijöitä;

10) vapautumisesteellä teknistä tai luonnollista rakennetta tai materiaalia, jolla aikaansaadaan turvallisuustoimintoja;

11) odotettavissa olevalla käyttöhäiriöllä ydinjätelaitoksen turvallisuuteen vaikuttavaa tapahtumaa, jonka arvioidaan sattuvan vähintään kerran sadan käyttövuoden aikana;

12) oletetulla onnettomuudella ydinjätelaitoksen turvallisuuteen vaikuttavaa tapahtumaa, jonka voidaan arvioida sattuvan harvemmin kuin kerran sadassa vuodessa; oletetut onnettomuudet jaetaan edelleen kahteen luokkaan niiden taajuuden perusteella:

a) luokan 1 oletetut onnettomuudet, joiden voidaan arvioida sattuvan vähintään kerran tuhannessa käyttövuodessa;

b) luokan 2 oletetut onnettomuudet, joiden voidaan arvioida sattuvan harvemmin kuin kerran tuhannessa käyttövuodessa;

13) todennäköisenä pidettävällä kehityskululla sellaista vapautumisesteiden toimintakykyyn vaikuttavaa muutosta, jolla on suuri todennäköisyys aiheuttaa säteilyaltistusta tarkasteluajankohtana ja joka voi aiheutua loppusijoitustilassa syntyvistä vuorovaikutuksista, geologisista tai ilmastollisista ilmiöistä taikka ihmisen toiminnasta; sekä

14) pitkäaikaisturvallisuutta heikentävällä epätodennäköisellä tapahtumalla sellaisia mahdollisina pidettäviä, vapautumisesteiden toimintakykyyn merkittävästi vaikuttavia tapahtumia, joilla on vähäinen todennäköisyys aiheuttaa säteilyaltistusta tarkasteluajankohtana ja jotka voivat aiheutua geologisten ilmiöiden tai ihmisen toiminnan seurauksena.

Tässä turvallisuusarviossa käytetään VNA 736/2008 määritelmiä. Kohdan 1 määritelmään tarkennuksena, tässä turvallisuusarviossa Posivan ydinjätelaitoksella tarkoitetaan kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen muodostamaan kokonaisuutta.

Käytönaikaisella turvallisuudella käsitetään ydinjätelaitoksen käyttöjakso koekäyttöistä laitoksen käytöstäpoistoon ja sulkemiseen asti. Kapselointilaitoksen käytöstäpoisto sisältää laitoksen purkamisen ja siitä syntyvistä aktiivisista jätteistä huolehtimisen. Loppusijoituslaitoksen käyttöjakso päättyy, kun maanalaiset tilat on suljettu täyttämällä ja tulppaamalla kaikki maan alle louhitut tunnelit ja kuilut.

22 § Loppusijoitus maaperään

Jos ydinenergialaissa tarkoitettua ydinjätettä loppusijoitetaan maaperään rakennettavaan tilaan, loppusijoitus tulee suunnitella ja toteuttaa 3–9 §:ssä sekä 13–21 §:ssä säädettyjen vaatimusten mukaisesti. Maaperään rakennettavaan tilaan saa sijoittaa vain hyvin matala-aktiivista jätettä, jossa keskimääräinen aktiivisuuspitoisuus ei ylitä arvoa 100 kBq kilogrammaa kohti ja jonka kokonaisaktiivisuus ei ylitä ydinenergia-asetuksen 6 §:n 1 momentissa säädettyjä arvoja.

Posivan rakentamislupahakemus ei sisällä maaperään rakennettavaa loppusijoitustilaa, joten tätä pykälää ei käsitellä tässä turvallisuusarviossa.

2 Loppusijoitusjärjestelmän turvallisuusperiaatteet

2.1 Yleiset periaatteet

Loppusijoituksen vaiheittainen toteutus

10 § Loppusijoitusta koskevat yleiset vaatimukset

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

Käytetyn polttoaineen loppusijoituksen suunnittelu ja etenemisvaiheet ovat seuranneet valtioneuvoston vuonna 1983 tekemää periaatepäätöksen aikataulua, jota on tarkennettu myöhemmin kauppa- ja teollisuusministeriön (KTM) ja TEMin tekemillä päätöksillä. Käytetyn polttoaineen loppusijoituksesta ei ole Suomessa tai kansainvälisesti kokemuksia ja loppusijoituksen suunnittelu, loppusijoituspaikan ominaisuuksien karakterisointi ja turvallisuuden osoittaminen analyysien on edellyttänyt huomattavasti pidempää valmistelujaksoa kuin muilla Suomessa käytössä tai rakenteilla olevilla ydinlaitoksilla.

Käytetyn ydinpolttoaineen välivarastoinnin aikana polttoaineen aktiivisuus ja lämmöntuotto vähenevät, jolloin loppusijoitus on teknisesti ja henkilöstön säteilyturvallisuuden kannalta helpommin toteutettavissa. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelun sekä pitkäaikaisturvallisuusperustelun laatimisen lähtökohtana on ollut, että käsiteltäviä ja loppusijoitettavia polttoainepölyjä on välivarastoitu vähintään 20 vuotta. Posiva on esittänyt, että kapselointilaitokseen tuotavia polttoaine-elementtejä varastoitaisiin 30-

50 vuotta, jolloin polttoaineen aktiivisuus ja lämmöntuotto on laskenut merkittävästi reaktorista poistettavaan polttoaine-elementtiin verrattuna. Olkiluoto 3 - ja Olkiluoto 4 -laitosyksiköiden käytöstä syntyvän käytetyn polttoaineen edellyttämän varastointiajan vuoksi kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käytön on suunniteltu jatkuvan vuoteen 2120 saakka.

Vuonna 2001 vahvistetun käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen periaatepäätöksen jälkeen Posiva siirtyi turvallisuusvaatimusten ja periaatepäätöshakemuksessa esitetyn mukaisesti yksityiskohtaisiin paikkatutkimuksiin, joiden osana Posiva on rakentanut maanalaisen tutkimustilan (Onkalo). Onkalon on suunniteltu toimivan osana loppusijoituslaitosta ja Posiva on noudattanut maanalaisen tutkimustilan rakentamisessa ydinlaitoksilta edellytettäviä vaatimuksia, jotka on sovellettu kalliorakentamiseen. STUK on valvonut tutkimustilan rakentamista samoin menettelyin kuin ydinlaitoksen rakentamista valvotaan (STUKin päätös Y810/22, 26.10.2001).

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamisvaiheessa Posiva rakentaa kapselointilaitoksen, laitosten käyttöä varten tarvittavat muut tilat sekä loppusijoitustilojen ensimmäisen vaiheen. Loppusijoituslaitoksen rakentaminen ja tilojen aukiolo aiheuttavat loppusijoituslaitosta ympäröivälle kalliolle häiriöitä, joita halutaan pitkäaikaisturvallisuuden vuoksi minimoida. Tästä syystä loppusijoitustiloja laajennetaan laitoksen käytön aikana loppusijoituksen etenemisen tarpeiden mukaan. Loppusijoitustunnelit ja muut tilat suljetaan sitä mukaa, kun loppusijoitus kyseiseen tunneliin tai alueelle on saatu valmiiksi. Loppusijoitustunnelien välittömällä sulkemisella edesautetaan pitkäaikaisturvallisuuden kannalta edullisten ominaisuuksien palautumista.

Johtopäätös

Posiva on huomionnut kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelussa käytetyn ydinpolttoaineen aktiivisuuden vähentämisen väliavarastoinnilla. Loppusijoituslaitoksen elinkaareen liittyvät vaiheet ovat rakentaminen, loppusijoitustoiminta ja sulkeminen. Nämä vaiheet Posiva on suunnitellut pitkäaikaisturvallisuuden kannalta edullisella tavalla. Posiva on edennyt käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitushankkeessa valtioneuvoston ja TEMin esittämässä aikataulussa eikä loppusijoituksen eri vaiheiden toimeenpanoa ole tarpeettomasti siirretty.

Loppusijoituspaikan valinta

12 § Loppusijoituspaikka, 1 ja 4 momentti

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

Loppusijoitustilojen syvyys on valittava jäteläjien 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 vaikeaa.

Olkiluoto on valittu Posivan loppusijoituslaitoksen sijaintipaikaksi periaatepäätöksessä vuonna 2001. Paikanvalinnan yhteydessä on arvioitu, että Olkiluodon kallioperän ominaisuudet ovat yleisellä tasolla suotuisat varmistamaan käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuus. Tämän lisäksi valitulla paikalla ei ole todettu loppusijoituspaikan soveltumattomuutta osoittavia seikkoja. Periaatepäätöksessä käytetyn polttoaineen loppusijoitusvyöhykkeeksi on asetettu 400–700 metriä.

Posiva on rakentamislupahakemusaineistossa tarkastellut loppusijoitusvyöhykkeen valintaan liittyen loppusijoituspaikan kallioperän geologisia rakenteita, vettä johtavien rakenteiden ja rakojen esiintymistä, kivilajien teknisiä ominaisuuksia, kallion vedenjohtavuutta ja jännitystilaa, pohjaveden kemiallisia ominaisuuksia sekä rakennettavuutta. Näiden lisäksi on otettu huomioon syvyyden antama suoja maanpäällisten luonnonilmiöiden ja ihmisen toimien vaikutusta vastaan.

Syvennämällä mentäessä loppusijoituskallion rakotiehyys ja pohjaveden virtausnopeus pienenevät, mikä on pitkäaikaisturvallisuuden kannalta edullista. Valittua loppusijoitusvyöhykettä syvennämällä kallion jännitysten ja kiven lujuuden epäedullisesta suhteesta ja pohjaveden suolapitoisuudesta johtuvat haitat kasvavat. Lisäksi syvyyttä rajoittaa vaakasuuntainen rikkonaisuusvyöhyke, joiden lävistämistä loppusijoituslaitoksen asemoinnilla pyritään välttämään. Posiva on arvioinut, että valitulla 400-450 metrin loppusijoitusvyöhykkeellä pitkäaikaisturvallisuudelta ja loppusijoitustilojen rakennettavuudelta edellytettävät vaatimukset täyttyvät.

Maanpäällisistä luonnonilmiöistä tärkeimpiä loppusijoituksen kannalta ovat jääkauden aiheuttamat olosuhteiden muutokset ja ikerouta. Posiva on arvioinut mallinnuksen perusteella, että ikerouta ulottuisi 60-240 metrin syvyyteen 10 000 vuoden kestoisen kylmän ja kuivan jakson aikana. Samaa analyysiä käyttäen Posiva on arvioinut, että ikeroutan ulottuminen 400 metrin syvyyteen edellyttäisi 100 000 vuoden kuivaa ja kylmää jaksoa, mitä se pitää epätodennäköisenä. Pitkälle tulevaisuuteen ulottuviin ilmaston kehittymisen analyysiin liittyy epävarmuuksia ja tästä syystä Posiva on arvioinut myös loppusijoitusvyöhykkeelle ulottuvan ikeroutan vaikutuksia teknisten vapautumisesteiden toimintaan.

Loppusijoituspaikka on valittu siten, että siellä ei ole erityisiä luonnonvaroja, jotka lisääisivät kiinnostusta malminetsintään tai kaivostoimintaan. Laajamittainen pohjaveden käyttö juomavetenä ei ole odotettavaa Olkiluodossa, koska pohjavesi on suolaista. Olkiluotoon tai sen välittömään läheisyyteen ei ole odotettavissa vedenottoa, koska alueita ei ole nykyisin luokiteltu pohjavesialueiksi. Paikanvalinta ja usean sadan metrin loppusijoitusvyöhykkeen vähentävät ihmisten tahattoman loppusijoituslaitokseen tunkeutumisen riskiä. Turvallisuusperustelussa edellytetään ohjeen YVL D.5 perusteella eri radioaktiivisten aineiden altistumisreittien tarkastelua ja yhtenä näistä keskisyvää porakaivoa.

Loppusijoitukseen suunnitellun kallioalavuu- den soveltuvuutta on arvioitu tarkemmin turvallisuusarvion luvussa 7.1 ja turvallisuusvaatimusten täyttymistä eri kehityskulkujen seurauksena turvallisuusarvion luvussa 7.3.

Johtopäätös

Käytetyn polttoaineen loppusijoitusvyvyys 400–450 metriä on Olkiluodon loppusijoituslaitokselle annetun periaatepäätöksen ja STUKin asettamien turvallisuusvaatimusten mukainen. Loppusijoitusvyvyys on valittu ottaen huomioon loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuus ja riittävä suoja maanpäällisten ilmiöiden ja ihmisen toiminnan vaikutuksille.

2.2 Moniesteperiaate

11 § Moniesteperiaate

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

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.

Moniesteperiaate on ydinjätteen loppusijoituksen suunnittelua ohjaava periaate, joka vastaa ydinenergialain 7 b §:n edellyttämää syvyysuuntaista turvallisuusperiaatetta. Kallioperään tapahtuvassa loppusijoituksessa loppusijoitustiloja ympäröivä kallioperä toimii luonnollisena vapautumisesteenä. Kallioperän ominaisuuksien on oltava vakaat ja sen on ylläpidettävä suotuisat olosuhteet teknisten vapautumisesteiden toimintakyvyn kannalta. Kallioperän on myös hidastettava radioaktiivisten aineiden kulkeutumista kallioperän yläpuoliseen biosfääriin. Loppusijoitusjärjestelmän suunnittelussa teknisinä vapautumisesteinä on otettava huomioon jätematriisi, jätepakkaus, pakkauksia ympäröivä puskuri, tilojen täyttö ja koko loppusijoituslaitoksen sulkemusrakenteet. Käytetyn ydinpolttoaineen aktiivisuus ja samalla radioaktiivisten aineiden aiheuttama riski laskee ensimmäisten tuhansien vuosien aikana useilla kertaluokilla. Tästä syystä turvallisuusvaatimukset erikseen edellyttävät, että tekniset vapautumisesteen estävät tehokkaasti usean tuhannen vuoden ajan radioaktiivisten aineiden vapautumisen ympäröivään kallioperään. Kapselointilaitoksen

käytössä syntyvän matala- ja keskiaktiivisen laitosjätteen aktiivisuuspitoisuus on käytetyn ydinpolttoaineen aktiivisuuspitoisuutta huomattavasti pienempi ja radioaktiivisten aineiden puoliintumisaika tyypillisesti lyhyempi, minkä vuoksi teknisten vapautumisesteiden edellytetään näiden jätteiden osalta eristävän radionuklidit usean sadan vuoden ajan.

Posivan esittämä käytetyn polttoaineen loppusijoitusratkaisu perustuu ensisijaisesti radioaktiivisten aineiden eristämiseen kallioperästä ja elollisesta luonnosta. Eristäminen perustuu ensisijaisesti loppusijoituskapselin tiiveyden säilyttämiseen. Kapselin toimintakykyä varmentaa sitä ympäröivä bentoniittipuskuri, loppusijoitustilojen sulkurakenteet ja tiloja ympäröivä kallioperä, joka muodostaa loppusijoitusjärjestelmälle suotuisat ja ennakoitavat olosuhteet. Radionuklidien vapautuessa loppusijoituskapselista loppusijoitusjärjestelmän toisena tehtävänä on pidättää ja hidastaa radionuklidien kulkeutumista elolliseen luontoon.

Posiva on määritellyt käytetyn polttoaineen loppusijoitusjärjestelmän osille seuraavat turvallisuustoiminnot:

- Loppusijoituskapselin turvallisuustoimintona on
 - varmistaa käytetyn polttoaineen pitkäaikainen pysyminen suojarakenteiden sisällä. Tämä turvallisuustoiminto nojaa ennen kaikkea kapselin valurautaisen sisäosan mekaaniseen kestävyYTEEN ja kuparisen ulkokuoren korroosionkestävyyteen.
 - varmistaa käytetyn ydinpolttoaineen alkriittisyys pitkällä aikavälillä
- Puskurin turvallisuustoimintoja ovat:
 - myötävaikuttaa kapselille suotuisten ja ennustettavissa olevien mekaanisten, geokemiallisten ja hydrogeologisten olosuhteiden muodostumiseen.
 - suojata kapseleita ulkoisilta prosesseilta, jotka voisivat vaarantaa käytetyn polttoaineen ja sen sisältämien radionuklidien täydellisen eristämisen teknisten suojarakenteiden avulla.
 - rajoittaa ja hidastaa radionuklidien vapautumista kapselin rikkoutuessa.
- Loppusijoitustunnelien täytön turvallisuustoimintoja ovat:
 - myötävaikuttaa puskurille ja kapselille suotuisten ja ennustettavissa olevien mekaa-

nisten, geokemiallisten ja hydrogeologisten olosuhteiden muodostumiseen.

- rajoittaa ja hidastaa radionuklidien vapautumista kapselin mahdollisesti rikkoutessa.
- myötävaikuttaa loppusijoitustunneleiden lähikallion mekaaniseen vakauteen.
- Sulkemisen turvallisuustoiminnot ovat:
 - eristää loppusijoitustilan pitkäksi aikaa maanpintaympäristöstä sekä ihmisten, kasvien ja eläinten normaalista elinympäristöstä.
 - myötävaikuttaa muille teknisille vapautumisesteille suotuisten ja ennustettavissa olevien geokemiallisten ja hydrogeologisten olosuhteiden muodostumiseen estämällä merkittävien vettä johtavien virtausreittien muodostumisen tilojen läpi.
 - rajoittaa ja hidastaa veden virtausta loppusijoitustilaan ja haitallisten aineiden vapautumista loppusijoitustilasta.
- Posivan loppusijoitusratkaisussa kallio toimii luonnollisena vapautumisesteenä ja sen turvallisuustoimintoja on:
 - erottaa fyysisesti käytetyn polttoaineen loppusijoitustilan maanpintaympäristöstä sekä ihmisten, kasvien ja eläinten normaalista elinympäristöstä, rajoittaa ihmisen tunkeutumisen mahdollisuutta sekä eristää loppusijoitustilan maanpinnan muuttuvista olosuhteista.
 - tarjota teknisille vapautumisesteille suotuisat, vakaat ja ennustettavissa olevat mekaaniset, geokemialliset ja hydrogeologiset olosuhteet.
 - rajoittaa ja hidastaa loppusijoitustilasta mahdollisesti vapautuvien haitallisten aineiden kulkeutumista.

Posiva on esittänyt rakentamislupahakemusaineistossa vapautumisesteiden tehtävät ja määritellyt niille turvallisuustoiminnot. Posiva ei määrittele käytetylle ydinpolttoaineelle turvallisuustoimintoja, vaikka loppusijoituskapselin menettäessä tiiveytensä käytetyn ydinpolttoaineen uraanioksidimatriisin hidas liukeneminen pohjaveteen on keskeinen turvallisuutta edistävä tekijä. Polttoaineen ominaisuudet ja turvallisuuden osoittamisessa käytetyt oletukset polttoaineen käyttäytymisestä osana loppusijoitusjärjestelmän toiminta-

ta on kuitenkin kuvattu rakentamislupavaiheen kannalta riittävällä tavalla. Posivan määritellyt turvallisuustoiminnot kuvaavat yleisluontoisesti vapautumisesteiden tehtävät ja eristämiseen ja radionuklidien vapautumisen ja kulkeutumisen rajoittamiseen kohdistuvat toiminnot.

Kallioperän ja teknisten vapautumisesteiden toimintakykytavoitteita ja turvallisuustoimintojen täyttymistä ja loppusijoituslaitoksen sulkemisen jälkeisiä kehityskulkuja on käsitelty turvallisuusarvion luvussa 7.

Johtopäätös

Posivan esittämä loppusijoitusjärjestelmä ja eri vapautumisesteille määritellyt turvallisuustoiminnot ovat moniesteperiaatteen mukaiset.

2.3 Käytönaikainen tutkimus- ja tarkkailuohjelma

9 § Loppusijoitustoiminnot, 4 momentti

Vapautumisesteiden pitkäaikaisen toimintakyvyn varmistamiseksi on laadittava loppusijoituslaitoksen käytön aikainen tutkimus- ja tarkkailuohjelma.

10 § Loppusijoitusta koskevat yleiset vaatimukset

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

Posiva on toimittanut STUKille osana rakentamislupahakemusaineistoa monitorointiohjelman, joka kattaa ajanjakson ennen loppusijoituslaitoksen käyttöä. Ohjelma kuvaa Posivan monitorointisuunnitelmat kalliomekaniikan, hydrologian, hydrogeokemian, pintaympäristön, rakentamisessa käytettyjen vieraiden aineiden sekä teknisten vapautumisesteiden käyttäytymisen seurannalle. Posivan esittämä suunnitelma keskittyy loppusijoituslaitoksen ensimmäisen vaiheen rakentamisjaksoon, mutta kuvaa myös yleiset periaatteet loppusijoituslaitoksen käytönaikaiselle monitoroinnille.

Kallioperän ja pohjaveden ominaisuuksien monitoroinnin tuloksia käytetään ensisijaises-

ti varmentamaan paikan kehittymistä kuvaavia malleja. Lisäksi monitoroinnin tuloksien avulla seurataan, että kalliooperä säilyttää mahdollisimman hyvin pitkäaikaisturvallisuuden kannalta tärkeät ominaisuudet (VNA 736/2008, 12 §) eikä kalliorakentaminen aiheuta odottamattomia tai arvioitua suurempia haitallisia vaikutuksia. Kalliorakentamisen aiheuttamia häiriöitä käsitellään turvallisuusarvion luvussa 4.2. Pintaympäristön monitoroinnin tuloksia käytetään lähtötietona ympäristön kehittymisen mallinnuksessa.

Posivan esittämä kallion ja pohjaveden ominaisuuksien ja kalliorakentamisen vaikutusten monitorointisuunnitelmat pohjautuvat maanalaisen tutkimustilan (Onkalo) monitorointia varten kehitettyyn ohjelmaan. Posivalla on pitkäaikainen kokemus seurattavista ominaisuuksista ja monitorointiin käytettävästä tekniikasta Olkiluodon paikkatutkimuksien ja Onkalon rakentamisen monitoroinnin perusteella. Loppusijoitustilojen rakentamiseen liittyvään kallion ominaisuuksien todentamiseen ja tilojen monitoroinnissa käytettäviin mittauksiin liittyy vielä kehitystyötä, jota käsitellään turvallisuusarvion luvussa 7.1.

Posiva on esittänyt monitorointiohjelmassa uutena alueena STUKin vaatimusten mukaisesti teknisten vapautumisesteiden monitoroinnin suunnitelmat. Posiva on esittänyt ohjelmassa, miten se hyödyntää loppusijoituksen toteuttavuuteen liittyviä testejä ja täyden mittakaavan kokeita monitorointimenetelmien kehittämisessä. Teknisten vapautumisesteiden monitoroinnin keskeinen periaate on, että monitorointi ei saa haitata vapautumisesteiden toimintaa eikä vaarantaa loppusijoituksen turvallisuutta. Teknisten vapautumisesteiden monitorointi kohdistuu erityisesti loppusijoituslaitoksen käytön ajalle. Teknisten vapautumisesteiden monitorointi on vielä kehitysasteella ja edellyttää monitorointikohteiden, -tekniikan ja myös viranomaisvaatimusten kehitystä. Loppusijoituksen monitorointiohjelmien ja mittaustekniikan kehitys on esillä kansainväli-

sesti esimerkiksi EU:n puiteohjelmissa ja IAEA:n projekteissa.

Ydinlaitoksen käyttöön liittyvä ympäristön säteilyvalvontaohjelma on toimitettava STUKille käyttöluvahakemuksen yhteydessä. Posiva on rakentamislupahakemusaineiston osana toimittanut STUKille ympäristön perustilan selvittämiseksi ohjelman, jossa on esitetty miten ympäristön säteilytilanne kartoitetaan ennen laitoksen käyttööntoa. Posivan ydinjätelaitoksesta mahdollisesti ympäristöön vapautuvien radioaktiivisten aineiden päästöjä on käsitelty turvallisuusarvion luvussa 3.5 ja suunnitelmia laitoksen käyttöön valmistautumisesta luvussa 5.

Loppusijoitustoiminnan on suunniteltu jatkuvan 2100-luvulle ja tänä aikana loppusijoitukseen liittyvä monitorointi on laitoksen luvanhaltijan vastuulla. Vaatimusten mukaisesti suoritettujen ydinjätteiden loppusijoittamisen jälkeen vastuu ydinjätteistä ja mahdollisista tarkkailu- ja valvontatoimista siirtyvät ydinenergialain 34 §:n mukaisesti valtiolle.

Johtopäätös

Posiva on tehnyt loppusijoituslaitoksen rakentamisajalle ohjelman kalliooperän ja pintaympäristön monitoroinnille. Ohjelma perustuu laajasti kokemuksiin, joita Posivalla on maanalaisen tutkimustilan rakentamisen monitoroinnista. Monitorointiohjelman kehittämistä on jatkettava myös loppusijoitustilojen rakentamisen aikana saatavien kokemusten ja saatavan tiedon perusteella. Posiva on esittänyt suunnitelman teknisten vapautumisesteiden monitoroinnin kehittämisestä loppusijoituslaitoksen käytön ajalle. Teknisten vapautumisesteiden monitoroinnin osalta on myös tarve yksityiskohtaisten viranomaisvaatimusten tarkentamiseen.

Posivan esittämä monitorointiohjelma täyttää VNA 736/2008 9 §:n ja 10 §:n vaatimukset loppusijoituslaitoksen rakentamisen aikaisesta tutkimus- ja tarkkailuohjelmasta ja seurantamittauksista.

3 Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelu käytönaikaisen turvallisuuden kannalta

3.1 Ydinjätelaitoksen yleiset turvallisuusperiaatteet

Posivan ydinjätelaitoksessa käytetty polttoaine asetetaan loppusijoituskapseluihin, jotka loppusijoitetaan loppusijoitustunneleihin porattuihin loppusijoitusreikiin. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käytön keskeiset toiminnot liittyvät käytetyn ydinpolttoaineen, polttoaineen kuljetussäiliön ja loppusijoituskapselin käsittelyyn.

Ydinjätelaitoksen turvallisen käytön suunnittelussa keskeistä on polttoaineen hallittu käsittely siten, että polttoaineen vaurioitumisen riski on hyvin pieni. Tämän lisäksi polttoaineen eheyden säilyminen varmistetaan pitämällä polttoaine alikriittisenä ja huolehtimalla jälkilämmön poistosta. Pitkään jäähtyneen polttoaineen alikriittisyys ja jälkilämmön poisto on varmistettu suunnitelmalla polttoainetta eri käsittelyvaiheissa ympäröivät rakenteet siten, että polttoaineen alikriittisyys säilyy ja jälkilämpö poistuu kaikissa tilanteissa ilman aktiivisia toimia.

Posiva on määritellyt ydinjätelaitokselle kolme turvallisuustoimintoa: radioaktiivisten aineiden hallinta, reaktiivisuuden hallinta ja jälkilämmön poisto. Radioaktiivisten aineiden hallintaan kuuluu polttoaineen eheyden varmistaminen käsittelemällä polttoainetta hallitusti. Jos radioaktiivisia aineita pääsisi vapautumaan laitoksessa, voidaan polttoaineen käsittelykammion ja valvotun alueen ilma suodattaa. Suodatus voidaan myös toteuttaa painovoimaisesti, jos sähkönsyöttö ilmanvaihtojärjestelmille on katkennut. Näistä seuraa, että laitosten turvallisuustoiminnot voidaan toteuttaa ilman ulkoista sähkönsyöttöä. Laitoksissa polttoaineen käsittelytoiminnot on suunniteltu siten, että ulkoisen sähkönsyötön häiriötilanteessa polttoaineen käsittelytoimet pysähtyvät.

Syvyysuuntainen turvallisuusperiaate

YeL 7 b § Syvyysuuntainen turvallisuusperiaate

Ydinlaitoksen turvallisuus on varmistettava peräkkäisillä ja toisistaan riippumattomilla suojauksilla (syvyysuuntainen turvallisuusperiaate). Tämä periaate on ulotettava laitoksen toiminnalliseen ja rakenteelliseen turvallisuuteen.

Posivan rakentamislupahakemusaineistoon kuuluvan alustavan turvallisuusselosteen mukaan kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelussa on noudatettu syvyysuuntaista turvallisuusperiaatetta. Turvallisuusvaatimusten mukaisesti Posiva noudattaa syvyysuuntaisen turvallisuusperiaatteen kolmea ensimmäistä tasoa.

Syvyysuuntaisen turvallisuusperiaatteen ensimmäinen taso tarkoittaa sitä, että laitoksen suunnittelussa pyritään ennaltaehkäisemään käyttöhäiriö- ja onnettomuustilanteiden syntyminen. Tämä edellyttää laitoksen vaatimuksenmukaista rakentamista ja luotettavaa käyttöä, johon päästään noudattamalla korkeita laatuvaatimuksia ja riittäviä varmuusmarginaaleja kaikissa laitoksen elinkaaren vaiheissa.

Syvyysuuntaisen turvallisuusperiaatteen toinen taso tarkoittaa sitä, että varaudutaan poikkeamiin normaaleista käyttötilanteista. Laitoksessa on oltava järjestelmät, joilla häiriöitä havaitaan ja joilla rajoitetaan häiriötilanteiden kehittymistä onnettomuuksiksi ja ohjataan laitos tarvittaessa hallittuun tilaan.

Syvyysuuntaisen turvallisuusperiaatteen kolmas taso tarkoittaa onnettomuustilanteiden hallintaa. Laitokselle on suunniteltava järjestelmät, jotka rajoittavat onnettomuuksien etenemistä, suojaavat radioaktiivisten aineiden leviämistä pidättäviä esteitä ja estävät vakavien polttoainevaurioiden syntymistä.

Syvyysuuntaisen turvallisuusperiaatteen seuraavat tasot koskevat oletetun onnettomuuden laajennuksia ja vakavia reaktorionnettomuuksia, joita ei sovelleta Posivan suunnittelemaan ydinjätelaitokseen. Tämä on turvallisuusvaatimusten mukainen raja, jonka perusteena on, että kapselointilaitoksessa kerralla käsiteltävä ydinpolttoainemäärä ja aktiivisuusinventaarit ovat pieniä verrattuna oletettujen onnettomuuksien laajennuksen päästöistä seuraaviin säteilyannosrajoihin.

Syvyysuuntainen turvallisuusperiaatteen soveltaminen turvallisuustoiminnoille

6 § Käytetyn ydinpolttoaineen ja muun ydinjätteen käsittely 3 momentti

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

Seuraavassa on esitetty syvyysuuntaisen turvallisuusperiaatteen soveltaminen kapselointi- ja loppusijoituslaitosten käyttövaiheen aikaisille turvallisuustoiminnoille.

Reaktiivisuuden hallinta

Syvyysuuntaisen turvallisuusperiaatteen ensimmäisellä tasolla reaktiivisuuden hallinta on huomioitu polttoainetta sisältävien rakenteiden suunnittelussa siten, että alikriittisyys on varmistettu rakenteellisilla suunnitteluratkaisuilla. Polttoainetta sisältävät rakenteet ovat polttoaineen kuljetussäiliö, polttoaineen kuivausasema sekä loppusijoituskapseli.

Rakenteet on suunniteltava YVL-ohjeissa mainittujen turvallisuusvaatimusten mukaisesti siten, että efektiivinen kasvutekijä ei normaalitilanteissa tai käyttöhäiriöissä ylitä arvoa 0,95 eikä muissa suunnitteluperustetilanteissa arvoa 0,98 vaikka polttoainetta sisältävä rakenne olisi täyttynyt vedellä.

Edellä kuvatusta suunnitteluperusteesta huolimatta turvallisuutta varmistetaan edelleen suunnitteleamalla polttoainetta sisältävät rakenteet siten, että veden pääsy kosketuksiin polttoaineen kanssa estetään käsittelykammiossa rakenteellisin keinoin.

Kriittisyysturvallisuusanalyseissä on todettu, että kuivissa olosuhteissa normaalikäytön aikana polttoaine ei voi muodostaa kriittistä konfiguraa-

tiota. Jos polttoainetta sisältävät rakenteet täytyisivät vedellä, voidaan ottamalla palamahyvyitys huomioon osoittaa, että kriittisyysturvallisuus ei vaarannu.

Kapselointilaitoksessa käsiteltävän polttoaineen kriittiseksi tuleminen vaatisi onnettomuustilanteessa, että polttoaine-elementin sauvahilan muodostama konfiguraation rikkoutuisi ja asetuisi kriittisyyden kannalta sopivaan muodostelmaan. Tämän lisäksi polttoainemuodostelman välitilojen pitäisi täytyä vedellä. Molempien ehtojen täytyminen onnettomuustilanteessa on hyvin epätodennäköistä, joten polttoaineen voidaan todeta pysyvän alikriittisenä normaalitilanteissa, käyttöhäiriöissä ja oletetuissa onnettomuuksissa.

Tämän johdosta syvyysuuntaisen turvallisuusperiaatteen toista tai kolmatta tasoa ei ole tarpeen huomioida reaktiivisuuden hallinnan kannalta.

Jälkilämmönpoisto

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksessa käsiteltävä käytetty polttoaine on pitkään jäähtynyttä, toisin sanoen radioaktiivisten aineiden määrä ja sen myötä polttoaineen jälkilämmöntuotto on vähentynyt merkittävästi radioaktiivisen puoliintumisen takia. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelussa oletetaan, että polttoaine on jäähtynyt käytetyn polttoaineen välivarastossa vähintään 20 vuotta ennen kapselointilaitokselle tuontia. Oletus on konservatiivinen, koska Posivan mukaan kapselointilaitokselle tuotava polttoaine on jäähtynyt välivarastoinnissa huomattavasti oletettua pitempään, 30–50 vuotta.

Syvyysuuntaisen turvallisuusperiaatteen ensimmäisen tason noudattaminen jälkilämmön poiston kannalta tarkoittaa kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakenteiden suunnittelua siten, että jälkilämpö pääsee siirtymään pois polttoaineesta. Polttoaineen lämpötila kapselointilaitokselle tuotaessa on 65–100 °C riippuen siitä, tuodaanko polttoaine vesi- vai kaasutäytteisessä kuljetussäiliössä. Yksittäisen elementin jälkilämpöteho on 114–460 W riippuen siitä, minkä laitos-tyyppin polttoainenippu on kyseessä.

Ilman aktiivista jäähdytystä polttoaineen lämpötila voi nousta normaalissa käyttötilanteessa noin 120 °C:een. Käyttöhäiriö- tai onnettomuustilanteissa lämpötila voi korkeimmillaan nousta 300 °C:een. Tämä lämpötila on vielä kaukana lämpötilasta, jossa polttoaineen rakenteelle voisi

lämpötilan johdosta aiheutua vaurioita. Polttoaine voi vaurioitua kuumenemisen johdosta noin 800 °C lämpötilassa. Turvallisuusvaatimukset asettavat reaktoriolosuhteissa polttoaineelle lämpötilarajaksi 650 °C luokan 1 oletetuissa onnettomuuksissa.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen normaali-, käyttöhäiriö- ja onnettomuustilanteissa polttoaineen voidaan todeta pysyvän vaurioitumisen kannalta riittävän matalissa lämpötiloissa. Kuitenkin käytettävyyssyistä normaalissa käyttötilassa polttoainetta sisältäviä tiloja jäähdytetään aktiivisesti ilmastointijärjestelmillä.

Jälkilämmön poistamisen kannalta syvyys-suuntaisen turvallisuusperiaatteen toiselle tasolle kuuluu polttoaineen lämpötilan valvonta, jotta voidaan varmistua polttoaineen riittävän matalasta lämpötilasta. Polttoaineen lämpötilaa valvotaan polttoaineen kuivausasemassa ja polttoaineella täytetyn kapselin lämpötilaa valvotaan kapselin ollessa kapselin siirtovaunussa. Polttoaineen käsittely- ja säilytystilojen jäähdytystä säädetään ilman lämpötilan perusteella.

Polttoaineen pienen jälkilämpötehon vuoksi jälkilämpö ei voi aiheuttaa oletettua onnettomuutta kapselointi- tai loppusijoituslaitoksella, koska polttoaineen eheys ei voi vaarantua jälkilämmön aiheuttaman kuumentumisen seurauksena. Jälkilämmön poistumisen kannalta syvyys-suuntaisen turvallisuusperiaatteen kolmatta tasoa ei ole tarpeen ottaa huomioon laitossuunnittelussa.

Radioaktiivisten aineiden hallinta

Radioaktiivisten aineiden hallinnassa syvyys-suuntaisen turvallisuusperiaatteen ensimmäiseen tasoon kuuluu polttoaineen vaurioitumisen estäminen. Polttoaineen, kuljetussäiliön ja loppusijoituskapselin käsittely on tehtävä turvallisesti, jotta polttoaineen eheys ei vaarannu. Polttoaineen turvallinen käsittely toteutuu kapselointilaitoksella käyttämällä polttoaineen käsittelyssä suunnitelmallisia liikkeitä ja matalia nostokorkeuksia. Polttoaineen siirtoreitit ovat ennalta määritellyjä ja siirron toteutumiseen tarvitaan ohjaajan toimenpide. Suoja-automaatiojärjestelmä valvoo, ettei sallittuja nosto- ja siirtoalueita ylitetä ja pysäyttää tarvittaessa liikkeen. Risteävillä liikeraidoilla mahdolliset törmäykset on estetty sallimalla kerrallaan yhden komponentin siirron suorittavan laitteen sähkönsyöttö vuorollaan.

Radioaktiivisten aineiden hallinnan kannalta

syvyys-suuntaisen turvallisuusperiaatteen toiseen tasoon liittyvät radioaktiivisuutta havainnoivat mittaussuunnitelmat. Radioaktiivisten aineiden leviämistä laitoksen sisällä rajoitetaan huonetilojen alipainetasojen ylläpidolla ja radioaktiivisia aineista sisältävien tilojen tiiviydellä. Tällöin ilma-virtaus on aktiivisemmän huonetilan suuntaan. Normaalitilanteissa polttoaineesta saattaa levitä radioaktiivisia aineita käsittelykammion ilmatilaan ja käyttöhäiriöissä myös valvotulle alueelle. Käsittelykammion poistoilmastointi suodattaa käsittelykammion ilmaa polttoaineen käsittelyn aikana ja tarvittaessa säteilymittausten perusteella ja rajoittaa siten radioaktiivisten aineiden leviämistä ympäristöön. Valvotun alueen poistoilmastoinnin suodatus kytkeytyy suojausautomaation ohjaamana päälle, jos poistoilmastoinnin säteilymittausjärjestelmä havaitsee aktiivisuutta ilmassa.

Posivan ydinjätelaitoksen oletetuissa onnettomuuksissa voi laitoksella vapautua radioaktiivisia aineita. Syvyys-suuntaisen turvallisuusperiaatteen kolmantena tasona on vapautuvien radioaktiivisten aineiden määrän vähentäminen ja onnettomuuden seurauksien lieventäminen suodattamalla radioaktiivisuutta poistoilmastoinnin suodattimilla. Tämän lisäksi radioaktiivisten aineiden leviäminen valvotulta alueelta ympäristöön on mahdollista estää sulkemalla ilmanvaihdon sulkupellit, jolloin radioaktiiviset aineet saadaan eristettyä kapselointilaitoksen sisälle. Onnettomuustilanteissa onnettomuusautomaatiojärjestelmä suorittaa turvallisuustoimintojen valvonta-, ohjaus- ja suojaustoimet, jos normaali- ja käyttöhäiriötilanteiden ohjaus- ja suoja-automaatiojärjestelmät ovat poissa käytöstä.

Rakenteellinen syvyys-suuntaisen turvallisuusperiaate

Rakenteellinen syvyys-suuntaisen turvallisuusperiaate tarkoittaa sitä, että laitoksessa on peräkkäiset ja toisiaan varmentavat rakenteet, joilla estetään ja rajoitetaan radioaktiivisten aineiden leviämistä laitoksella. Posivan ydinjätelaitoksessa rakenteellinen syvyys-suuntaisen turvallisuusperiaate toteutuu. Ensimmäinen leviämiseste on polttoaineen suojakuori ja seuraava taso on polttoaineen kapseloinnin ja loppusijoituksen eri vaiheissa polttoaineen kuljetussäiliö, polttoaineen käsittelykammio tai loppusijoituskapseli. Viimeisenä leviä-

misesteenä toimivat kapselointilaitoksen valvontalaitteiden poistoilmastoinnin suodatus ja rakenteet.

Syvyysuuntaisen turvallisuusperiaatteen tasojen vahvuus ja riippumattomuus

Posivan ydinjätelaitoksen turvallisuussuunnittelussa on otettu huomioon syvyysuuntaisen turvallisuusperiaatteen mukaisten tasojen vahvuus ja riippumattomuus. Samaa turvallisuustasoa olevat turvallisuustoiminnot noudattavat moninkertaisuus-, erilaisuus- ja erotteluperiaatteita.

Moninkertaisuusperiaate toteutuu turvallisuustoimintojen kahdentamisella. Tällöin turvallisuustoiminto voidaan toteuttaa, vaikka jokin järjestelmän osa olisi käyttökunnon. Moninkertaisuusperiaatetta on sovellettu polttoaineen käsittelyjärjestelmien kannattelu- ja siirto toimintoihin, radioaktiivisten aineiden leviämistä rajoittaviin järjestelmiin sekä laitoksen tilan valvontaa suorittaviin mittausjärjestelmiin. Näistä toiminnoista laitoksen valvontaa ja hälytystoimintoja suorittavien järjestelmien sähkönsyöttö on varmennettu kaikissa tilanteissa.

Turvallisuustoimintojen riippumattomuutta toisistaan varmennetaan soveltamalla erilaisuus- ja erotteluperiaatetta. Erilaisuusperiaatetta on noudatettu järjestelmissä, joissa moninkertaisuusperiaate ei täysin toteudu. Esimerkiksi kuljetussäiliön nostossa ei voida täysin noudattaa moninkertaisuusperiaatetta. Tätä on täydennetty kuljetussäiliön siirtokäytävän lattian alle toteutettavalla iskunvaimentimella. Mahdollisessa putoamistilanteessa siirtosäiliö säilyttää tiiviytensä iskunvaimentimen ansiosta. Erilaisuusperiaate toteutuu myös polttoaineen siirtokoneen tarttumisessa, joka on varmennettu kahdella eri tavalla.

Turvallisuustoimintojen erotteluperiaatetta noudatetaan sekä rakenteellisesti että toiminnallisesti. Toiminnallisesti erotelluissa järjestelmissä viat eivät voi siirtyä järjestelmästä toiseen syvyysuuntaisen turvallisuusperiaatteen samalla tasolla tai tasolta toiseen. Toiminnallista erottelua on sovellettu sähkö- ja automaatiojärjestelmien osajärjestelmien erottelussa turvallisuuslohkoihin.

Rakenteellinen erottelu on otettu huomioon järjestelmissä, joissa ulkoisesta syystä aiheutuva häiriö voisi levitä turvallisuustoiminnosta tai osajärjestelmästä toiseen. Esimerkiksi tulipalojen varalta samaa turvallisuustoimintoa suorittavat rinnakkaiset osajärjestelmät on sijoitettu eri palo-

osastoihin, jolloin palo yhdessä osastossa ei aiheuta koko turvallisuustoiminnon menettämistä.

Johtopäätös

Posiva on toimittanut rakentamislupahakemuksen yhteydessä alustavan turvallisuusselosteen, joka kuvaa laitostason suunnitteluperusteet riittävällä tasolla. Suunnitteludokumentaatiosta voidaan todeta, että laitos on toteutettavissa siten, että valtioneuvoston asetuksessa 736/2008 asetetut turvallisuusvaatimukset ovat täytettävissä. Posiva tarkentaa järjestelmäkohtaista suunnittelua rakentamisluvan myöntämisen jälkeen siten, että järjestelmäsuunnittelu täyttää YVL-ohjeissa määritellyn suunnittelun yksityiskohtaisuuden tason ennen ydinjätelaitoksen rakenteiden ja laitteiden valmistuksen aloittamista.

Posiva on kuvannut rakentamislupahakemuksaineistossa syvyysuuntaisen turvallisuusperiaatteen toteutumisen riittävällä tasolla. Posivan ydinjätelaitos noudattaa toiminnallista ja rakenteellista syvyysuuntaista turvallisuusperiaatetta. Syvyysuuntaisen turvallisuusperiaatteen mukaisten tasojen vahvuus ja riippumattomuus toteutuu riittävästi.

Posivan ydinjätelaitoksen toiminnot on suunniteltu siten, että VNA 736/2008 6 § 3 momentin mukaisesti käytetyn ydinpolttoaineen käsittelyssä estetään polttoaineen vaurioituminen, itseään ylläpitävän fissioiden ketjureaktion syntyminen sekä varmistetaan polttoaineen riittävä jäähdytys.

Säteilysuojelujärjestelyt

6 § Käytetyn ydinpolttoaineen ja muun ydinjätteen käsittely, 2 momentti

Ydinjätelaitoksessa on oltava tehokkaat säteily-suojelujärjestelyt työntekijöiden säteilyaltistuksen ja laitoksen ympäristössä aiheutuvien säteilyvauriokutusten 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.

Posiva on arvioinut ulkoisia annosnopeuksia ja radioaktiivisten aineiden aiheuttaman kontaminaation esiintymistä kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen eri tiloissa. Arvion perusteella val-

vonta-alueen tilat luokitellaan säteilysuojellisiin vyöhykkeisiin. Työntekijöiden kulkua valvonta-alueella valvotaan ja rajoitetaan kulku- ja kulunvalvontajärjestelyillä.

Henkilöstön altistumista säteilylle seurataan henkilökohtaisilla annosmittareilla. Lisäksi laitoksessa on kiinteitä annosnopeusmittareita. Laitoksen normaalissa käytössä henkilökunnan kollektiiviseksi vuosiannokseksi on arvioitu 13 manmSv. Suurin osa annoksesta kertyy polttoaineen käsittelykammion ja sen laitteiden huolto-
töistä.

Radioaktiivisten aineiden päästöjä ympäristöön seurataan jatkuvatoimisilla mittareilla ja säännöllisin välein päästöreiteiltä otettavilla näytteillä. Päästöjen valvontaa täydennetään ympäristön säteilyvalvontaohjelmalla.

Käytetty ydinpolttoaine käsitellään alipaineistetussa käsittelykammiossa, jonka poistoilma suodatetaan. Käytetyn ydinpolttoaineen käsittelystä syntyvä matala- ja keskiaktiivinen ydinjäte käsitellään ja pakataan laitoksen valvonta-alueella, jonka ilmastointi voidaan tarpeen vaatiessa suodattaa mahdollisessa häiriö- tai onnettomuustilanteessa. Jätepakkausten mahdollisesti vaurioituessa korjaavat toimenpiteet suunnitellaan tapauskohtaisesti. Dekontaminoinnista syntyvät radioaktiiviset vedet kerätään valvonta-alueen viemärintijärjestelmällä ja käsitellään aktiivisten vesien käsittelyjärjestelmässä.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksessa käytetty polttoaine on aina suljetussa tilassa: kuljetus- tai siirtopakkauksen sisällä, käsittelykammiossa, siihen liittyvässä kuivausasemassa tai loppusijoituskapselissa.

Kuljetus- ja siirtopakkauksen annosnopeudelle pakkauksen pinnalla on määritelty pinta-annosrajat kansainvälisiin suosituksiin perustuvissa kuljetusvaatimuksissa. Rajojen toteutuminen varmistetaan kuljetus- ja siirtopakkauksen erillisen hyväksymiskäsittelyn yhteydessä. Käsittelykammion seinämien paksumuotoituksen on huomioitu tilassa käsiteltävän polttoaineen sisältämä radioaktiivisten aineiden määrä ja se, ettei annosnopeus seinän toisella puolella ole liian suuri henkilöstön säteilyturvallisuuden kannalta. Samoin polttoainetta sisältävien loppusijoituskapseleiden käsittely- ja varastointitilojen seinämäpaksuudet on mitoitettu tarjoamaan riittävä säteilysuojaja. Loppusijoituslaitoksessa kapseleita siirretään

kapselien kuljetusajoneuvolla, jossa kapseli on erillisen säteilysuojan sisällä. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksessa polttoainetta ja loppusijoituskapseleita käsitellään etäohjatusti suuren annosnopeuden vuoksi.

Johtopäätös

Posivan ydinjätelaitoksen suunnittelussa on huomioitu se, että henkilöstön ja ympäristön saamaa säteilyannosta rajoitetaan kaikin käytännöllisin toimin. Polttoaineen käsittely suunnitellaan siten, että radioaktiivisten aineiden vapautuminen laistoloihin ja leviäminen ympäristöön rajoitetaan mahdollisimman pieneksi. Henkilöstön säteilyaltistusta pienennetään toteuttamalla polttoaineen ja loppusijoituskapseleiden käsittely etäohjatusti.

Loppusijoitustoiminnot, jätekirjanpito ja suojavao

9 § Loppusijoitustoiminnot, 1, 5 ja 6 momentti

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

Loppusijoitetuista jätteistä on pidettävä tiedostoa, johon sisältyy jätepakkauskohtaiset tiedot jätelajista, radioaktiivisista aineista, sijainnista loppusijoitustilassa sekä muut tarpeelliset tiedot. Säteilyturvakeskuksen tulee järjestää loppusijoituslaitosta ja loppusijoitettuja jätteitä koskevien tietojen säilytys pysyvällä tavalla.

Loppusijoituslaitoksen ympärille on varattava riittävä suoja-alue, joka on tarpeen ydinenergialain 63 §:n 1 momentin 6 kohdassa tarkoitettuja toimenpitekieltoja varten.

Loppusijoituskapselissa oleva käytetty ydinpolttoaine siirretään kapselointilaitoksesta loppusijoituslaitokseen kapselihissillä. Kapselit siirretään joko suoraan tai välivarastoinnin jälkeen loppusijoitustunneliin. Kapselin siirroissa kapselin kuormaa kannattelevat rakenteet ja toiminnot ovat yksittäisvikasietoisia ja kapselin kaatuminen on estetty. Kapselin siirto loppusijoituslaitoksessa sijaitsevasta kapselivarastosta loppusijoitustunneliin tehdään siirto- ja asennusajoneuvolla. Siirtojen aikana kapseli on sijoitettuna säteilysuojan sisään, joka samalla toimii kapselin mekaanisena suojana mahdollisen tunnelin sortuman tapauksessa tai tunnelin katosta putoavia lohkarkeitä vastaan.

Kapseli on mahdollista palauttaa kapseloin-

tilaitokseen uudelleen käsiteltäväksi kaikissa loppusijoituksen vaiheissa, jos kapseli vaurioituu loppusijoitukseen siirtämisen aikana pitkäaikais-
turvallisuuteen vaikuttavalla tavalla. Polttoaine voidaan tarvittaessa siirtää uuteen kapseliin käsittelykammiossa.

Posiva saa loppusijoitettavan käytetyn ydinpolttoaineen lähtötiedot polttoaineen lähettäviltä ydinvoimalaitosten luvanhaltijoilta. Posiva on todennut rakentamislupahakemusaineistossa, että ydinjätekirjanpitoa varten kehitetään polttoainetietojärjestelmä yhteistyössä Posivan omistajien kanssa. Suunnitelma jätekirjanpidosta on riittävä rakentamislupavaiheessa. Jätekirjanpidon on oltava käytössä Posivan laitoksen käyttöluvahakemuksen jättämiseen mennessä.

Loppusijoitettavaa käytettyä ydinpolttoainetta koskevan tiedon pysyvä säilytys on määritelty valtioneuvoston asetuksessa Säteilyturvakeskuksen tehtäväksi. Koska valtion arkistolaitoksen (kansallisarkisto) tehtäviin kuuluu ottaa vastaan ja säilyttää viranomaisten luovuttamia asiakirjoja (Asetus arkistolaitoksesta 832/1994), tietojen pysyvä säilytys toteutetaan Säteilyturvakeskuksen ja arkistolaitoksen yhteistyönä. Tarkempaa suunnitelmaa tietojen pysyvistä säilytyksestä ei ole vielä tehty, koska Posivan ydinjätelaitoksen sulkeminen ja tiedon pysyvän säilytyksen järjestäminen tulee tämän hetken arvion mukaan tapahtumaan 2100-luvulla.

Olkiluodon alueen voimassa olevassa kaavoituksessa on varattu alue ydinjätelaitokselle. Lisäksi loppusijoitusalueelle on varattu VNA 736/2008 9 §:n 6 momentin edellyttämä suojavyöhyke YeL:n 63 §:n 1 momentin 6. kohdan tarkoittamia toimenpidekieltoja varten.

Johtopäätös

Posivan ydinjätelaitos on suunniteltu siten, että loppusijoituskapselin siirto loppusijoitustilaan voidaan toteuttaa siten, että onnettomuuksien mahdollisuus on pieni ja että loppusijoituskapseli ei vahingoitu pitkäaikais-
turvallisuuteen vaikuttavalla tavalla. Jos loppusijoituskapseli vahingoittuu, se on mahdollista siirtää takaisin kapselointilaitokseen uudelleen käsiteltäväksi ja käytetty ydinpolttoaine voidaan tarvittaessa siirtää uuteen kapseliin.

Posivalla on suunnitelma kehittää ydinjätekirjanpitoa loppusijoitetusta ydinpolttoaineesta.

Ydinjätekirjanpidon on oltava käytössä ennen käytön aloittamista. Säteilyturvakeskus järjestää yhdessä arkistolaitoksen kanssa loppusijoitettuja jätteitä koskevan tiedon säilytyksen pysyvällä tavalla. Tiedon pysyvä säilytys tulee ajankohtaiseksi Posivan ydinjätelaitoksen sulkemisen jälkeen arviolta 2100-luvulla.

Olkiluodon saaren kaavoituksessa on merkitty loppusijoituslaitokselle edellytetty suojavyöhyke.

3.2 Häiriö- ja onnettomuustilanteet

8 § Häiriöiden ja onnettomuuksien ehkäiseminen

Käyttöhäiriöiden ja onnettomuuksien ehkäisemiseksi ydinjätelaitoksen suunnittelussa, rakentamisessa ja käytössä on sovellettava koeteltua tai muutoin huolella tutkittua, korkealaatuista tekniikkaa. Ydinjätelaitoksessa 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.

Ydinjätelaitoksessa 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 sekä järjestelmiin ja laitteisiin, jotka eivät tarvitse ulkoista käyttövoimaa tai jotka käyttövoiman menetyksen seurauksena asettuvat turvalliseen tilaan.

Ydinjätelaitoksen suunnittelussa on otettava huomioon mahdollisina pidettävistä luonnonilmiöistä ja muista laitoksen ulkopuolisista tapahtumista aiheutuvat vaikutukset. Ulkopuolisina tapahtumina on otettava huomioon myös lainvastaiset toimet laitoksen vahingoittamiseksi.

Ydinjätelaitoksessa on varmistettava järjestelmien sijoituksella ja suojauksella sekä operatiivisin keinoin, etteivät tulipalot, räjähdykset tai muut laitoksen sisäiset tapahtumat uhkaa turvallisuutta.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen toiminoissa keskeisiä ovat erilaiset polttoaineeseen, kuljetussäiliöön ja kapseliin liittyvät nosto- ja siirtotoiminnot. Näihin toimintoihin suunnitellaan ja valmistetaan laitteet, jotka ovat kuljetussäiliön vastaanottotilan nosturia lukuun ottamatta kapselointi- ja loppusijoituslaitosta varten suunniteltuja

ainutkertaisia laitteita. Kaikki laitteet perustuvat kuitenkin koeltuihin tekniikoihin sisältäen lisättyjä turvallisuusratkaisuja mahdollisimman korkean ydinturvallisuuden tason saavuttamiseksi. Laitteista valmistetaan prototyyppisiä, joiden soveltuvuus suunniteltuun tehtävään todetaan testaamalla. Testien perusteella voidaan tarvittaessa tehdä muutoksia varsinaisten laitteiden suunnitteluun.

Häiriöiden ja onnettomuustilanteiden havainnointiin ja hallintaan liittyviä periaatteita ja järjestelmiä sekä onnettomuuksien seurauksien lieventämiseen liittyviä järjestelyitä on käsitelty edellä luvussa 3.1.

Posivan ydinjätelaitoksessa on varmistettu sellaiset toiminnot, joiden vikaantumisen seurauksena voisi aiheutua merkittäviä radioaktiivisten aineiden päästöjä ja laitoksen henkilöstön tai laitosta ympäröivän alueen väestön altistumista säteilylle. Varmistettuja eli yksittäisvikasietoisia toimintoja on käsitelty tarkemmin edellä luvussa 3.1.

Turvallisuustoiminnoista alikriittisyyden ylläpitäminen ja jälkilämmön poistuminen perustuvat luontaisiin turvallisuusominaisuuksiin, jotka eivät tarvitse ulkoista käyttövoimaa ja jotka toteutuvat, vaikka ulkoinen käyttövoima olisi menetetty. Tätä asiaa on käsitelty tarkemmin edellä luvussa 3.1. Käytetyn ydinpolttoaineen käsittelytoiminnot on suunniteltu siten, että vikatilanteessa tai ulkoisen käyttövoiman menetyksessä laitteet pysähtyvät ja jäävät hallittuun tilaan.

Posivan ydinjätelaitoksen toiminnot on suunniteltu siten, että mikä tahansa käsittelytoiminto voidaan keskeyttää ennalta määräämättömäksi ajaksi. Tämän vuoksi mahdollisista ulkoisista uhkista Posivan ydinjätelaitoksen suunnittelussa huomioitavia ilmiöitä ovat rakenteiden kestävyys-teen vaikuttavat ulkoiset uhat. Tällaisia ulkoisia uhkia ovat poikkeukselliset sääilmiöt, kuten myrskytuulet, voimakkaat vesi- ja lumisateet ja salamointi. Muita suunnittelussa huomioon otettavia ulkoisia uhkia ovat maanjäristykset, lentokone-törmäys ja räjähdykset. Ulkoiset uhat huomioidaan ydinjätelaitoksen rakenteiden suunnittelussa sekä järjestelmien ja laitteiden mitoituksessa. Lainvastaista toimintaa käsitellään luvussa 10.

Posivan ydinlaitoksen suunnittelua varten on selvitetty mahdolliset sisäiset uhat ja analysoitu, mitkä niistä ovat Posivan ydinjätelaitoksen kannalta keskeisiä uhkia. Kapselointilaitoksen kan-

nalta keskeisimpiä sisäisiä uhkia ovat tulipalot ja käytetyn ydinpolttoaineen käsittelyn yhteydessä mahdollisesti tapahtuvat taakkojen pudotukset. Loppusijoituslaitoksen kannalta keskeisimpiä sisäisiä uhkia ovat tulipalot, rakenteiden sortumat, räjähdysonnettomuudet ja pohjaveden aiheuttama laitoksen tulviminen. Tulipalot on huomioitu kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelussa palo-osastoinnilla ja suunnittelemalla rakenteet palonkestäviksi. Ydinjätelaitokseen on suunniteltu palontorjuntaan ja -hallintaan tarkoitettuja järjestelmiä. Muut sisäiset uhat on huomioitu ydin- ja säteilyturvallisuuden kannalta riittävällä tavalla ydinjätelaitoksen suunnittelussa.

Johtopäätös

Posivan ydinjätelaitoksen suunnittelussa, rakentamisessa ja käytössä sovelletaan koeltua tai muuten huolella tutkittua ja korkealaatuista tekniikkaa. Niistä toiminnoista, joita varten valmistetaan ainutkertaisia laitteita, valmistetaan testaamista varten prototyyppisiä toiminnallisuuden varmistamiseksi.

Syvyyssuuntaisen turvallisuusperiaatteen mukaisesti laitokseen on suunniteltu järjestelmät, joilla havaitaan käyttöhäiriöt ja onnettomuudet ja estetään niiden kehittyminen vakavammiksi. Ydinjätelaitoksen suunnittelussa on huomioitu radioaktiivisten aineiden vapautumisen sekä leviämisen estäminen. Turvallisuustoimintojen suunnittelussa on huomioitu luontaiset turvallisuusominaisuudet.

Posivan ydinjätelaitoksen suunnittelussa on huomioitu sisäiset ja ulkoiset uhat siten, etteivät mahdollisina pidetyt uhat vaikuta laitoksen turvallisuuteen.

Ydinjätelaitoksen käyttöturvallisuusanalyysit

13 § Ydinjätelaitoksen käytön turvallisuus

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 arvioitujen todennäköisyydet.

Posivan ydinjätelaitoksen käyttöä koskevien turvallisuusvaatimusten täyttyminen todennetaan rakentamislupahakemusvaiheessa laitossuunnittelun dokumentaation ja laitoksen käyttäytymistä kuvaavien analyysien perusteella. Posivan ydinjätelaitoksen käyttäytymisen analysoinnissa on käytetty sekä kokeellisia että laskennallisia menetelmiä. Kokeellisia menetelmiä on käytetty esimerkiksi kuljetussäiliön putoamisvaimentimen mitoitusta kuvaavassa analyysissä. Laskennallisilla menetelmillä on toteutettu esimerkiksi käytetyn ydinpolttoaineen kriittisyysturvallisuustarkasteluja, jälkilämmönpoistumista kuvaavat analyysit sekä radioaktiivisten aineiden päästöjen ja niistä aiheutuvien säteilyannosten arviointia koskevat analyysit. Myös paloturvallisuusanalyysit on tehty laskennallisia menetelmiä käyttäen.

Laskennalliset menetelmät on valittu siten, että ne kuvaavat tapauksia riittävän konservatiivisesti. Laskennallisten menetelmien on arvioitu olevan riittävän luotettavia ja tapauksiin kelpoistettuja. Häiriö- ja onnettomuustilanteista yksityiskohtaisesti tarkasteltaviksi tapauksiksi on otettu vain ne tapaukset, joista on arvioitu olevan seurauksena radioaktiivisten aineiden päästöjä.

Johtopäätös

Posivan ydinjätelaitoksen käyttäytymistä kuvaavissa analyyseissä on käytetty kokeellisia ja laskennallisia menetelmiä. Analyysien laskentamenetelmät ja lähtöoletukset on valittu konservatiivisesti. Laskennallisten menetelmien on arvioitu olevan riittävän konservatiivisia ja tarkasteltavien tapahtumien käsittelyyn riittävästi kelpoistettuja.

3.3 Turvallisuus- ja maanjäristysluokitus

7 § Turvallisuusluokitus

Ydinjätelaitoksen 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.

Ydinlaitoksen turvallisuus varmistetaan tur-

vallisuustoiminnoilla, joiden hallitsemiseksi laitos on jaettava järjestelmiin, jotka muodostavat rakenteellisia tai toiminnallisia kokonaisuuksia. Turvallisuusmerkityksen osoittamiseksi ydinlaitoksen järjestelmät, rakenteet ja laitteet on ryhmiteltävä turvallisuusluokkiin 1, 2, ja 3 sekä luokkaan EYT (ei ydinteknisesti turvallisuusluokiteltu). Loppusijoituslaitoksen järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden turvallisuusluokituksessa on otettava huomioon myös pitkäaikaisturvallisuus. Ohjeen YVL D.5 mukaan pitkäaikaisturvallisuuden kannalta merkittäviä rakenteita voivat olla ainakin jätepakkaukset ja niitä ympäröivät puskurimateriaalit ja eristysrakenteet sekä loppusijoituslaitoksen maanalaisia tiloja ympäröivä lähikallio.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksessa turvallisuusluokkaan 2 on luokiteltu käytetty ydinpolttoaine ja ydinpolttoaineen kriittisyysturvallisuutta varmistavina rakenteina polttoaineen kuljetus- ja siirtosäiliön tukikori, loppusijoituskapselin sisäosa ja polttoaineen kuivausjärjestelmän polttoaineline. Toiminnallisista järjestelmistä turvallisuustoimintojen toteuttamisen kannalta tärkeimpiä ja turvallisuusluokkaan 3 luokiteltuja järjestelmiä ovat käytetyn ydinpolttoaineen ja loppusijoituskapselin käsittelyyn osallistuvat laitteet, radioaktiivisten aineiden leviämistä estävät ja rajoittavat järjestelmät sekä turvallisuuden kannalta tärkeät mittaukset ja hälytykset.

Loppusijoituskapselin eheyden säilyminen on Posivan esittämässä loppusijoitusjärjestelmässä keskeinen turvallisuustoiminto ja loppusijoituskapseli on asetettu pitkäaikaisturvallisuuden vuoksi turvallisuusluokkaan 2. Kapselin toimintakykyä varmistavina ja radionuklidien leviämistä estävinä rakenteina turvallisuusluokkaan 3 on luokiteltu bentoniittipuskuri, loppusijoitustunnelin täyttö- ja sulkurakenteet sekä loppusijoitustiloja ympäröivä kallio.

Ydinlaitoksen järjestelmät, rakenteet ja laitteet on luokiteltava maanjäristyskestävyyden mukaisesti. Maanjäristysluokkaan S1 kuuluvien järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden on suunnittelu- ja maanjäristyksen aiheuttaman kuormituksen seurauksena pysyttävä ehjinä, tiiviinä, toimintakykyisinä ja oikealla paikallaan. Maanjäristysluokkaan S2A on luokiteltava järjestelmät, rakenteet ja laitteet, joiden toimintakyvyn ja eheyden säilyminen ei ole välttämätöntä turvallisuustoimintojen toteut-

tamiseksi, mutta joilla voi olla vaikutuksia maanjärjestysluokan S1 järjestelmien turvallisuuteen liittyvään toimintaan, eheyteen tai automaattisiin turvallisuustoimintoihin. Maanjärjestysluokkaan S2B luokitellaan kaikki muut ydinlaitoksen järjestelmät, rakenteet ja laitteet.

Maanjärjestysluokitus koskee laitoksien käytöturvallisuutta. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksessa maanjärjestysluokkaan S1 on luokiteltu käytetyn polttoaineen putoamisen estämiseen tarvittavat laitteet, radioaktiivisten aineiden vapautumista estävät rakenteet ja laitteet sekä valmiustilanteessa tarvittavat mittaukset. Turvallisuusluokkaan S2A on luokiteltu pääosin kaikki kapselointilaitoksen rakenteet sekä laitteet, joiden romahtaminen voisi vaurioittaa polttoainetta tai loppusijoituskapselia. Loppusijoituslaitoksessa maanjärjestysluokkaan S2A on asetettu ne kallioitilojen rakenteet, joissa loppusijoituskapseli ei ole mekaanista suojaa antavan säteilysuojan sisällä.

Turvallisuusluokka määrää kohteen suunnittelussa ja toteutuksessa edellytettävän laatutason ja valvontamenettelyjen laajuuden. Eri tekniikan aloilla sovelletaan kullekin alalle tyypillisiä vaatimuksia ja menettelyjä. Näitä koskevat vaatimukset on asetettu eri tekniikan aloja koskevissa YVL-ohjeissa. Posiva on määritellyt turvallisuusluokan ja edellytettävän laatutason välisen yhteyden rakentamislupahakemusaineiston osana toimitetussa luokitusasiakirjassa. Posivan esittämät, laatutason määrittävät, tarkastusluokat noudattavat pääosin turvallisuusluokitusta.

Johtopäätös

Posiva on esittänyt rakentamislupahakemusaineiston osana Olkiluodon kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle turvallisuus- ja maanjärjestysluokituksen. Posiva on ottanut turvallisuusluokituksessa huomioon järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden merkityksen käyttö- ja pitkäaikaisturvallisuudelle. Posiva on myös määrittänyt järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden turvallisuusmerkityksen ja laatutason välisen yhteyden. Posivan esittämä turvallisuusluokitus täyttää valtioneuvoston asetuksen 736/2008 7 §:n vaatimukset. Posivan kapselointi- ja loppusijoituslaitos ovat uudentyypisiä laitoksia, joista ei ole laajasti kokemuksia. Tämän vuoksi järjestelmien, laitteiden ja rakenteiden turvallisuusmerkitystä ja luokituksia on arvioitava ja

tarvittaessa luokituksia muutettava suunnittelun ja rakentamisen aikana.

3.4 Käytetty ydinpolttoaine

Olkiluoto 1–4- ja Loviisa 1–2 -laitosyksiköiden suunnitellun käytön seurauksena arvioidaan kertyvän enintään 9000 tU käytettyä polttoainetta, jonka aktiivisuusinventari on suuruusluokkaa 9-1010 GBq ja jonka loppusijoittamiseen tarvitaan noin 4500 loppusijoituskapselia. Polttoaine-elementtien vuosittaisen poistopalaman on suunniteltu nousevan Loviisa 1–2 -laitosyksiköillä enintään tasolle 47,5 MWd/kgU, Olkiluoto 1–2 -laitosyksiköillä enintään tasolle 53 MWd/kgU ja Olkiluoto 3–4 -laitosyksiköillä enintään tasolle 47 MWd/kgU. Vastaavasti eri laitosyksiköiden palamakeskiarvon arvioidaan olevan Loviisa 1–2 -laitosyksiköillä 40,6 MWd/kgU, Olkiluoto 1–2 -laitosyksiköillä 39,5 MWd/kgU ja Olkiluoto 3-4 -laitosyksiköillä 45,1 MWd/kgU. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnitteluperusteena on ollut käsiteltävien polttoaine-elementtien keskimääräinen palama 60 MWd/kgU ja vähintään 20 vuoden jäähdytysaika. Molemmat suunnitteluperusteet on valittu konservatiivisesti. STUK hyväksyy erikseen ydinvoimalaitoksilla käytettävän polttoaineen ja palaman korotukset ja niissä huomioidaan ydinpolttoaineen koko elinkaari loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuteen asti.

Posiva on kuvannut rakentamislupahakemusaineiston osana toimitetussa alustavassa turvallisuusselosteessa kapselointi- ja loppusijoituslaitoksella käsiteltävän ja loppusijoitettavan käytetyn polttoaineen ominaisuudet. Voimalaitoskohtaiset lähtötiedot eri polttoainetyypeistä on esitetty alustavan turvallisuusselosteen aihekohtaisina raportteina toimitetuissa lähtötietomuuistoissa. Olkiluoto 1–2- sekä Loviisa 1–2 -laitosyksiköiden osalta polttoaineeseen liittyvät lähtötiedot on esitetty yksityiskohtaisesti. Olkiluoto 3 -laitosyksikön polttoaineen osalta lähtötiedot ovat vielä alustavia ja Olkiluoto 4 -laitosyksikön polttoaineen lähtötietoja ei ole vielä saatavilla.

Käytetyn polttoaineen loppusijoituksen kapselikohtaiset keskeiset kriteerit ovat säteilyannosnopeus, jälkilämmön tuotto ja kriittisyysturvallisuus. Kapseliin sijoitettavat polttoaine-elementit on valittava kapselikohtaisten lataussuunnitelmien sekä polttoaine-elementtien hyväksymiskriteerien perusteella, ottaen huomioon käytetyn polttoaine-

elementin jälkilämmöntuotto, säteilyannosnopeus ja reaktiivisuus. Lisäksi loppusijoituskapseliin sijoitettavien polttoaine-elementtien valinta on optimoitava vuosittaisten polttoainekertymien, poistopalamien ja laitosyksiköiden käyttöajan avulla.

Polttoaineen käsittelyn hallinta perustuu Posivan suunnitelmana olevaan polttoainetietokantaan, joka toteutetaan yhdessä Posivan omistajien kanssa, sekä polttoaine-elementtien tunnistamiseen tunniste- ja paikkatietojen avulla.

Aktiivisuuden ja jälkilämmön analyysit on esitetty kattavasti eri polttoainetyypeillä useilla palamilla ja eri väkevointiasteilla.

Vuotavien ja vaurioituneiden polttoainesauvojen käsittely ja loppusijoitus on Posivan mukaan normaalia ja suunniteltua toimintaa. Posiva on selventänyt erikseen toimintatapa Fortumin sekä TVO:n vuotavien sauvojen osalta. TVO:n vaurioituneet polttoainesauvat pakataan sauvakapseluihin, jotka sijoitetaan sauvamakasiineihin. Posiva esittää useita toimintatapoja sauvakapseloiden loppusijoittamiseksi. Fortumin vuotaviksi todetut polttoaine-elementit kuljetetaan Olkiluotoon sellaisenaan tai pakattuna kaasutiiviisiin koteloihin. Molemmissa tapauksissa valinta toimintatapojen välillä tehdään ennen kapselointilaitoksen toiminnan aloittamista. Pitkäaikaisturvallisuuden osalta vuotavat polttoaine-elementit on otettu huomioon analyysin lähdeterminä käytetyssä radioaktiivisten aineiden vapautumisnopeudessa.

Polttoaine-elementit toimivat lähdeterminä arvioitaessa pitkäaikaisturvallisuutta. Posiva asettaa radionuklidien suhteelliseksi vapautumisnopeudeksi $10^{-7}/a$ polttoainematriisista. Posiva on karakterisoinut polttoaine-elementit riittävästi sekä perustellut lähdetermin käyttäytymisen riittävästi. Todennäköisyyspohjaisten herkkyysanalyysien perusteella radionuklidien vapautuminen polttoaine-elementistä on pitkäaikaisturvallisuuden kannalta yksi merkittävimmistä parametreista.

Johtopäätös

Posivan rakentamislupahakemusaineistossa on esitetty riittävät polttoainetta koskevat tiedot. Lähdetermin suuresta turvallisuusmerkityksestä johtuen Posivan on pienennettävä siihen liittyviä epävarmuuksia käyttöluupahakemukseen mennessä. Posiva ei ole määritellyt muita pitkäaikaisturvallisuuteen liittyviä polttoaineen hyväksymiskriteerejä, kuin jälkilämmöntuottoon

ja kriittisyysturvallisuuteen liittyvät kriteerit. Hyväksymiskriteerejä on tarkennettava pitkäaikaisturvallisuuden arvioinnin perusteena käytetyillä tekijöillä, kuten lähdetermin ominaisuuksilla, käyttöluupahakemuksen jättämiseen mennessä.

3.5 Käytön aikaisten säteilyannosrajoitusten toteutuminen

3 § Ydinjätelaitoksen käyttö

Ydinjätelaitos ja sen käyttö tulee suunnitella siten, että:

1) *laitoksen työntekijöiden säteilyaltistusta rajoitetaan kaikin käytännöllisin toimenpitein ja niin, ettei säteilyasetuksessa (1512/1991) säädettyjä enimmäisarvoja ylitetä;*

2) *laitoksen käytön ollessa häiriötöntä radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön jäävät merkityksettömän pieniksi;*

3) *odotettavissa olevien käyttöhäiriöiden seurauksena eniten altistuvien laitoksen henkilöstöön kuulumattomien ihmisten saama vuosiannos jää alle arvon 0,1 millisievertiä (mSv); sekä*

4) *oletetun onnettomuuden seurauksena eniten altistuvien laitoksen henkilöstöön kuulumattomien ihmisten saama vuosiannos 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.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelussa on huomioitu YVL-ohjeiden mukaisesti se, että laitoksen työntekijöiden säteilyaltistusta rajoitetaan kaikin käytännöllisin toimenpitein. Säteilyaltistusta pienentävät etenkin käytetyn polttoaineen etäkäsittely ja säteilysuojat.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käytön ollessa häiriötöntä radioaktiivisten aineiden päästöjä ympäristöön voi syntyä, jos yksittäisen polttoainesauvan suojakuori vuotaa kapselointilaitokseen saapuessaan tai sen tiiveys menetetään käsitteilykammiossa tapahtuvan polttoaineen normaalin käsittelyn yhteydessä. Näissä tapauksissa polttoaineesta vapautuu ilmaan kaasumaisia ja hiukkasmaisia radioaktiivisia aineita. Käsitteilykammiossa polttoaineen pinnalta voi irrota hienojakoista ra-

dioaktiivisia aineita sisältävä aineesta, joka leviää ilmaan ja pinnoille. Pintoja puhdistettaessa syntyy radioaktiivisia jätevesiä ja mahdollisesti myös aerosoleja. Polttoaineen kuljetussäiliön pinnalta saattaa myös irrota siihen tarttuneita radioaktiivisia aineita. Loppusijoituslaitoksessa normaalin käytön yhteydessä syntyvät radioaktiivisten aineiden päästöt ovat kuitenkin erittäin pienet, koska laitoksessa käsiteltävät loppusijoituskapselit ja keski- ja matala-aktiivisten jätteiden pakkaukset ovat tiiviitä ja pinnaltaan radioaktiivisten aineiden osalta puhtaita.

Kapselointilaitokselta päästetään ympäristöön hallitusti valvonta-alueelta peräisin olevaa ilmaa ja tilojen puhdistamiseen käytettyä vettä. Radioaktiivisia aineita sisältävää ilmaa ja vettä puhdistetaan ilmanvaihtojärjestelmien suodattimilla ja jäteveden puhdistusjärjestelmällä ennen valvottua ja mitattua päästöä mereen tai poistoilmapiipun kautta ilmakehään.

Laitoksen alustavassa turvallisuusselosteessa esitetyn arvion mukaan laitoksen normaalissa käytössä vuotavasta polttoaineesta radioaktiivisten aineiden ilmaan tapahtuvista päästöistä aiheutuva efektiivinen vuosiannos eniten altistuvan ryhmän henkilölle on alle 0,0001 μ Sv, joka on sadastuhannesosa YVL-ohjeissa asetetun vuosiansiannoksen ylärajasta (0,01 mSv).

Alustavassa turvallisuusselosteessa on tarkasteltu ohjeiden YVL D.3 ja YVL D.5 mukaisesti kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen oletettuja käyttöhäiriöitä. Analyysin mukaan polttoaine-elementtien kolhiutuminen käsittelykammiossa aiheuttaa käyttöhäiriöiden osalta suurimman vuosiansiannoksen eniten altistuvan ryhmän henkilölle. Analyysissa on oletettu, että polttoaine-elementtiä yritetään virheellisesti asettaa kuivausjärjestelmän polttoaineposition, jossa on jo polttoainepippu. Tapauksessa oletetaan, että kummankin polttoainepipun sauvoista vaurioituu 10 %. Tässä tapauksessa päästöstä aiheutuva vuosiannos on arvion mukaan 0,00002 mSv eli selvästi alle käyttöhäiriöille asetetun vuosiansiannoksen ylärajan (0,1 mSv).

Alustavassa turvallisuusselosteessa tarkastellaan ohjeiden YVL D.3 ja YVL D.5 mukaisesti

kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen oletettuja onnettomuuksia. Osa oletetuista onnettomuuksista (maanjäristys, lentokonetörmäys, maanalaisen osan sortumat ja räjähdysonnettomuudet) tarkastellaan kuitenkin ulkoisina uhkina ja onnettomuuksien alkutapahtumina. Posiva olettaa konservatiivisesti kaikkien oletettujen onnettomuuksien luokaksi 1.

Analyysin mukaan kapselihuonon pettäminen ja loppusijoituskapselin putoaminen yhdessä hissikorin kanssa kapselikuiluun aiheuttaa analysoiduista onnettomuuksista suurimman vuosiannoksen eniten altistuvan ryhmän henkilölle. Päästö suodatetaan, jolloin vuosiannos on arvion mukaan alle 0,01 mSv eli selvästi alle 1 mSv, joka on oletetun onnettomuuden vuosiannoksen raja-arvo.

Posiva on tarkastellut rakentamislupahakemusaineistossa onnettomuustilanteiden päästöjä suodattamattomina valmiustilanteiden edellyttämien toimenpiteiden mitoittamista varten. Analyysit luokitellaan oletettujen onnettomuuksien laajennuksiksi ja ne kuvaavat myös millaisia säteilyannoksia kapselointi- ja loppusijoituslaitoksesta olisi mahdollista aiheutua otettaessa huomioon harvinaisia vikayhdistelmiä. Oletettujen onnettomuuksien laajennuksia ei ohjeen YVL D.3 mukaisesti tarvitse tarkastella tai ottaa huomioon suunnittelussa, koska kapselointilaitoksessa kerrallaan oleva polttoainemäärä ei ylitä raja-arvoa 100 tU. Posivan tekemien tarkastelujen perusteella loppusijoituskapselin vaurioituminen kapselihuonon pettäessä aiheuttaisi suodattamattomana noin 20 mSv vuosiansiannoksen eniten altistuvan ryhmän henkilölle.

Johtopäätös

Kapselointi- ja loppusijoituslaitos voidaan rakentaa siten, että valtioneuvoston asetuksen 736/2008 3 §:n vaatimukset täytetään. Normaali-, käyttöhäiriö- ja oletetun onnettomuuden säteilyaltistukselle asetetut vuosiansiannosrajat alittuvat analysoiduille tapauksille. Analysoidut tapahtumat on valittu sen mukaan, joissa mahdollinen päästö olisi suurin mahdollinen. Analyysien perusteella myös epätoiminnallisille tapahtumille, kuten suodattamaton päästö, säännöstössä asetetut raja-arvot alittuvat.

3.6 Suunnitteluvaiheen todennäköisyysperusteinen riskianalyysi

Suunnitteluvaiheen todennäköisyysperusteinen riskianalyysi (PRA) kattaa polttoaineen käsittelyvaiheet alkaen käytetyn polttoaineen saapumisesta kapselointilaitokselle ja päättyen sen sijoittamiseen maanalaiseen loppusijoitusreikään. Suunnitteluvaiheen PRA on laadittu alustavien suunnittelutietojen, laitteiden yleisten luotettavuustietojen, konservatiivisten oletusten ja asiantuntija-arvioiden avulla.

Suunnitteluvaiheen PRA on laadittu kahdessa vaiheessa. Analyysi sisältää ensin kvalitatiivisen osuuden, jossa suoritettiin kattavasti mahdollisten riskien tunnistaminen sisäiset ja ulkoiset uhkatekijät mukaan lukien, riskien arviointi ja karsinta. Analyysin toisessa vaiheessa riskin kannalta merkittävimmiksi arvioiduille tapahtumaketjuille laadittiin kvantitatiiviset mallit. Kvantitatiivinen analyysi esittää arviot ympäristöön vapautuvasta radioaktiivisten aineiden päästöstä ja laitoksen henkilökunnalle aiheutuvat säteilyannokset todennäköisyyksineen. Kvantitatiivinen analyysi ei käsittele niitä onnettomuustilanteita, joista ei seuraa välittömästi päästöä tai säteilyaltistusta.

Suunnitteluvaiheen PRA:ssa merkittäviä ympäristöpäästöjä voi aiheutua vain niissä tapahtumissa, joissa vaurioituu yksi tai useampi polttoainenuippu ja samalla ilmastoinnin suodatus epäonnistuu. Merkittävin alkutapahtuma on loppusijoituskapselin putoaminen loppusijoitusreikään ja kapselin tiiveyden menetys. Suodatustoiminto rajoittaa merkittävästi ympäristöpäästöä ja suodatuksen epäonnistuminen aiheutuu suurimmaksi

osaksi järjestelmän huollon yhteydessä tehdyksi oletetusta inhimillisestä virheestä, joka ei ole paljastunut huollon jälkeen tehdyssä koetuksessa. Kaikki tunnistetut ympäristöpäästöt alittavat isolamarginaalilla ohjeessa YVL A.7 esitetyn suuren päästön rajan.

Henkilökunnan altistuminen hengenvaarallisille säteilyannoksille on hyvin epätodennäköistä ja se edellyttäisi henkilön pääsemisestä polttoaineen käsittelykammioon tai kapselin hitsin tarkastuskammioon. Tämä estetään suunnittelulla ja ohjeistuksella. Henkilöstön oleskelu loppusijoituskapselin lähellä voi aiheuttaa pienellä todennäköisyydellä vuosiannosrajan ylittymisen, mikä voi olla seurausta esimerkiksi inhimillisestä virheestä, kuljetussäiliön näytteenoton epäonnistumisesta tai loppusijoitustilan sellaisesta sortumasta, joka estää henkilön poistumisen.

Johtopäätös

STUKin tarkastuksen perusteella kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnitteluvaiheen PRA on toteutettu ohjeiden YVL D.3 ja YVL A.7 esittämien vaatimusten mukaisesti. Kapselointi- ja loppusijoituslaitos voidaan rakentaa siten, että valtioneuvoston asetuksen 736/2008 8 §:n vaatimukset täytetään (käsitelty edellä luvussa 3.2). Järjestelmien yksityiskohtaisen suunnittelun edetessä pitää PRA:n avulla varmistaa mahdollisimman hyvä luotettavuus etenkin suodatustoiminnolle ja niille järjestelyille, joilla estetään henkilöstön pääsy polttoaineen käsittelykammioon tai kapselin hitsisauman tarkastustilaan silloin, kun oleskelusta näissä tiloissa voi aiheutua merkittäviä säteilyannoksia.

4 Ydinjätelaitoksen rakentaminen

4.1 Kapselointilaitos ja muut maanpäälliset rakennukset

Posivan suunnittelemaan maanpäälle toteutettavaan ydinjätelaitoskokonaisuuteen kuuluu kapselointilaitos sekä muut maanpäälliset rakennukset, joita tarvitaan esimerkiksi laitoksen käyttötoiminnan tukemiseen.

Kapselointilaitoksen suunnittelussa ja asemoinnissa on otettu huomioon laitokseen mahdollisesti kohdistuvat sisäiset ja ulkoiset uhat, joista rakenteiden suunnitteluun vaikuttavat erityisesti oletetut maanjäristykset, äärimmäiset sääilmiöt, lentokonetörmäys, räjähdykset ja tulipalot. Kapselointilaitos on rakenteeltaan esimerkiksi ydinvoimalaitokseen verrattuna merkittävästi yksinkertaisempi eikä kapselointiprosessissa voi syntyä ydinvoimalaitokseen verrattavia lämpötiloja tai paineita, jotka rakenteiden tulisi kestää.

Kapselointilaitoksessa merkittävä rakenteiden mitoittamiseen vaikuttava yksittäinen tekijä on käyttöhenkilöstön säteilysuojaus, joka on suunniteltu toteutettavaksi polttoaineen ja kapselin käsittelytiloja ympäröivillä massiivisilla betonirakenteilla. Kapselointilaitoksen rakennus suunnitellaan EN-standardien ja niihin liittyvien Suomen kansallisten liitteiden mukaan. Laitoksen tilat, joissa oletetaan todennäköisesti tapahtuvan pintojen kontaminaatiota, varustetaan puhdistamista helpottavalla ruostumattomasta teräksestä tehdyllä vuorauksella ja muut tilat, joihin voi tulla satunnaista pintakontaminaatiota, pinnoitetaan helposti puhdistettavalla pintakäsittelyllä.

Maanalaisen tutkimustilan rakentamisen yhteydessä Posiva on rakentanut laitospaikalle rakennuksia, joita on tarvittu tutkimustilan rakentamiseen tai tutkimustoimintaan. Näistä rakennuksista loppusijoituslaitoksen ilmanvaihtorakennuksella on merkitystä loppusijoituslaitoksen käyttöturvallisuudelle oletetuissa onnettomuusti-

lanteissa, joissa radioaktiivisia aineita voisi päästä vapautumaan. STUK on valvonut ja varmistanut Onkalon valvonnan osana jo toteutetun ilmanvaihtorakennuksen ja ilmanvaihtojärjestelmien turvallisuusvaatimusten täytymisen YVL-ohjeiden edellyttämässä laajuudessa.

STUKin näkemyksen mukaan kapselointilaitoksen ja muiden maanpäällisten rakennusten toteutus on koeteltua ydinlaitosten rakentamisessa käytettyä tekniikkaa ja ne ovat toteutettavissa YVL-ohjeissa esitettyjen vaatimusten mukaisesti.

4.2 Loppusijoituslaitos

9 § Loppusijoitustoiminnot, 3 momentti

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

12 § Loppusijoituspaikka, 3 momentti

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

Posiva on käsitellyt loppusijoituslaitoksen maanalaisten osien rakentamista, rakentamisen vaiheistusta, tilojen käyttöä ja sulkemista rakentamislupahakemusaineiston osana toimitetussa alustavassa turvallisuusselosteessa ja sitä täydentävissä taustaraporteissa. Loppusijoitustilojen rakentamiseen liittyviä kehitystarpeita Posiva on esittänyt STUKille toimitetussa loppusijoituskonseptin kehitysohjelmassa sekä rakentamislupahakemusaineistoa täydentävissä selvityksissä.

Rakentamisen kallioperälle aiheuttaman häiriön on pysyttävä hallittuna ja asetettuja suunniteluvaatimuksia vähäisempänä, jotta teknisille vapautumisesteille suotuisat ja ennakoitut mekaa-

niset, geokemialliset ja hydrogeologiset olosuhteet säilyvät rakentamisen ajan ja alkavat sulkemisen jälkeen palautua kohti ennen rakentamisen aloittamista vallinnutta perustilaa kohtuullisen ajan sisällä. Loppusijoituslaitoksen rakentamisessa tämän tavoitteen toteutumiseksi Posivan huomioimia keskeisiä asioita ovat 1) loppusijoituslaitoksen tilojen asemointi 2) tilojen vaiheittainen rakentaminen, käyttö ja sulkeminen, sekä 3) kaira- ja porareikien sijoittelu, vesivuotojen tiivistäminen, louhintahäiriövyöhykkeen rajoittaminen sekä pitkäaikaisen toimintakyvyn kannalta haitallisten rakennusmateriaalien käytöstä aiheutuvan kemiallisen häiriön rajoittaminen.

Posiva asemoi tilat pyrkien välttämään pitkäaikaisturvallisuuden kannalta epäedullisia geologisia ja hydrogeologisia vyöhykkeitä sekä kalliorakoja, joissa voi syntyä merkittäviä siirtymiä tai jotka saattavat vedenjohtavuus- ja virtausominaisuuksiensa takia aiheuttaa pohjavesikemian muuttumisen epäedulliseksi tai toimia nopeina virtausreiteinä loppusijoitusrei'istä maanpinnalle. Tätä varten Posiva on kehittänyt kallion luokitusmenetelmän (RSC), jonka perusteella tilat asemoidaan eri vaiheissa asetettujen kriteerien mukaisesti aina yksittäisen loppusijoitusreiän paikan valintaan asti. Pitkäaikaisturvallisen ja optimaalisen tilankäytön ja asemoinnin tarpeisiin Posivan tulee kehittää edelleen kallioluokitusmenetelmää. Kallioluokitusjärjestelmästä ja siihen liittyvistä kehitystarpeista esitetään lisää turvallisuusarvion luvussa 7.1.

Loppusijoitustilojen vaiheittaisella rakentamisella ja käytöllä erotetaan varsinainen loppusijoitustoiminta tilojen rakentamistöistä. Louhinta- ja rakennustyöt etenevät loppusijoitustoiminnan edellä ja siten, että etäisyys tiloihin, joissa tapahtuu loppusijoitusta ja tunnelien sulkemista, pidetään riittävänä esimerkiksi louhinnasta aiheutuvat tärinät ja räjähdyspaine huomioiden. Posiva on analysoinut etäisyyttä ja toimittanut selvityksen osana rakentamislupahakemusaineistoa. Myös loppusijoitustunnelien ja aikanaan loppusijoituspaneelien sulkeminen etenee vaiheittain. Rakentamisen, loppusijoitustoiminnan ja tilojen sulkemisen vaiheistamisella kerrallaan aukiolevien tilojen määrää rajoitetaan, mikä osaltaan vähentää rakentamisen aiheuttamaa häiriötä.

Muina keinoina vähentää rakentamisen aiheuttamaa häiriötä Posiva pyrkii rajoittamaan louhin-

nan häiriövyöhykettä sekä poistamaan häiriövyöhykkeen tulpparakenteiden kohdalla. Kalliotilojen vesivuodot aiheuttavat hydrogeokemiallista häiriötä pohjavesiympäristössä johtamalla esimerkiksi syvältä hyvin suolaisia pohjavesiä ja maanpinnalta makeita vesiä kalliotiloja kohti, mikä puolestaan voi muuttaa pohjavesikemiaa loppusijoitusvyöhykkeellä teknisille vapautumisesteille epäedullisemmaksi. Näitä hydrogeokemiallisia häiriöitä Posiva pyrkii rajoittamaan tiivistämällä vesivuotoja ensisijaisesti kallioinjektoinnein. Erilaisten rakennusmateriaalien käytön myötä loppusijoitustiloihin ja loppusijoituskallioon viedään vierasaineita, joista osa saattaa muuttaa pohjavesikemian olosuhteita teknisille vapautumisesteille epäedulliseksi. Maanpinnalta tehdyille ja maanalaisille kairauksille on asetettu vaatimuksia kairareikien sijoittelun suhteen, jotta ne eivät muodosta loppusijoitustiloista nopeita virtausreittejä merkittäviin geologisiin tai hydrogeologisiin vyöhykkeisiin tai suoraan maanpinnalle.

Edellä kuvatut loppusijoitusjärjestelmän toimintakykyyn vaikuttavat tekijät on huomioitu Onkalon rakentamisen aikana ja niiden hallintaan on kehitetty menettelytapoja. Louhinnan suunnittelussa ja louhinnalle asetettavissa yksityiskohteisissa vaatimuksissa on edelleen kehitettävää. Posivan on tarkennettava suunnittelua ja rakentamista ohjaavia häiriöiden raja-arvoja ennen loppusijoitustilojen rakentamista.

Posivalla on kalliorakentamisen jatkokehitystarpeita liittyen suunnitteluvaatimusten mukaiseen toteutukseen. Kehitystarpeet liittyvät esimerkiksi loppusijoitustilojen rakentamisessa käytettävään uusiin työvaiheisiin ja rakennusaineisiin sekä työmenetelmiltä edellytettävään tarkkuuteen. Loppusijoitustilojen louhinnassa Posivan on kyettävä tuottamaan toistuvasti vaatimuksenmukaisia tiloja, mikä on osoitettava loppusijoitustilojen ensimmäisessä rakentamisvaiheessa. STUK valvoo, että tarvittavat rakentamisen vaatimukset ja menettelytavat on kehitetty riittävälle tasolle ennen loppusijoitustilojen rakentamisen aloittamista.

Posiva on rakentanut periaatepäätöksessä esitetyn mukaisesti maanalaisen tutkimustilan Onkalon, joka muodostaa osan suunniteltua maanalaista loppusijoituslaitosta. Onkalon laajuus kattaa osan maanpintayhteyksistä ja teknisistä tiloista. Onkalon suunnittelua ja rakentamista ovat koskeneet samat vaatimukset kuin loppusijoitus-

laitosta ja STUK on valvonut Onkaloa ydinlaitoksen rakentamisen valvontaa vastaavin menettelyin. Onkalon louhinnat ovat pääosin valmistuneet ja Posiva on tarkastamassa Onkalon toteuma-aineistoa, jolla osoitetaan Onkalon rakentamisen vaatimuksenmukaisuus.

Johtopäätös

Maanalainen loppusijoituslaitos voidaan rakentaa siten, että rakentamisen aiheuttama häiriö kallio- ja pohjavesiympäristöön pysyy hallittuna. Kallion luokitusjärjestelmän soveltamiseen liittyy edelleen kehitystyötä, jota Posivan on jatkettava ottaessaan kehitetyn menetelmän käyttöön tilojen asemoinnissa. Posivan on lisäksi edelleen kehitettävä kalliorakennusmenetelmiä ja materiaaleja osoittaakseen pystyvänsä tuottamaan vaatimuksenmukaisia kalliotiloja.

4.3 Rakentamisen aikainen laadunhallinta

17 § Rakentaminen ja käyttöönotto, 1 momentti

Ydinjätelaitoksen rakentamislupan haltijan on huolehdittava siitä, että laitos rakennetaan hyväksytyjen suunnitelmien ja menettelyjen mukaisesti. Luvanhaltijan on lisäksi huolehdittava siitä, että myös laitostoimittaja ja turvallisuuden kannalta tärkeitä palveluja ja tuotteita tuottavat alihankkijat toimivat asianmukaisesti.

Posiva esittää ydinjätelaitoksen rakennettavan siten, että se täyttää lainsäädännön vaatimukset ja voimassaolevat viranomaisvaatimukset. Laitosten rakentamista valvotaan jatkuvasti rakentamisen aikana. Rakentamisen laatu varmistetaan toiminnan ennakkosuunnittelulla, valvonnalla sekä toteutuksen dokumentoinnilla. Lisäksi toiminta ohjeistetaan. Rakentamiseen osallistuvilta toimittajilta Posiva edellyttää korkeatasoista laatua ja hyvää turvallisuuskulttuuria. Hankkeen toteuttajana Posiva laatii erillisen suunnitelman koko rakennusprojektin hallitsemiseksi ja organisoimiseksi. Seuraavassa on esitetty Posivan kehittelemät menettelyt ja ohjeet edellä mainittujen päämäärien saavuttamiseksi.

Posiva on perustanut rakentamishankkeen toteutusta varten projektin, jonka tavoitteena on toteuttaa hyväksytyyn aikataulun puitteissa loppusijoituksen vaatimat, projektin laajuuteen kuuluvat rakennukset, tilat, laitteet ja rakenteet niin, että ne täyttävät niille asetetut vaatimukset sekä

laadun ja turvallisuuden että teknisten suoritusarvojen osalta. Projektin hallintaa varten Posiva on laatinut projektisuunnitelman, kapselointi- ja loppusijoituslaitosten osaprojektisuunnitelmat, riskienhallintasuunnitelman, turvallisuussuunnitelman ja resurssisuunnitelman. STUK on tarkastanut nämä suunnitelmat.

Suunnittelun, laitevalmistuksen- ja asennuksen sekä rakentamisen laadunhallintaa ja varmistusta Posiva on kuvannut erillisessä selvityksessä YeA 35 § kohdan 4 mukaisesti. Posivan rakentamistoiminnan laadunvarmistuksessa toimitaan Posivan johtamisjärjestelmän mukaisesti. Selvityksen mukaan laadunvarmistuksen tehtävänä on varmistaa, että rakentamisessa noudatetaan Suomen lakeja, asetuksia sekä viranomaismääräyksiä ja ohjeita. Laadunvarmistuksen tarkoituksena on lisäksi varmistaa, että Posiva on asettanut toiminnalleen laatuvaatimukset ja toiminta on niiden mukaista. Posiva on ohjeistanut tuotteille ja toiminnoille asetettävien laatu- ja laadunvarmistusvaatimusten määrittelyyn liittyvät menettelyt.

Projektin laadunhallinta perustuu Posivan johtamisjärjestelmään ja sen prosesseihin ja ohjeistoon. Posivan johtamisjärjestelmää tarkentavat ydinlaitosten rakentamistoiminnassa noudatettavat yksityiskohtaiset menettelyt, kuten laadun suunnittelu, ohjaus ja valvonta, varmistus sekä jatkuva parantaminen, ja niiden organisointi kuvataan laitospjektin laatusuunnitelmassa, joka viittaa käytettäviin prosesseihin, menettelyihin ja ohjeisiin.

Posivan mukaan sillä on käytettävissä rakentamisen toteutusorganisaatiosta riippumaton laadunvarmistusyksikkö (QA), jonka tehtävänä on varmistaa, että rakentamisessa noudatetaan Posivan johtamisjärjestelmää ja rakentaminen toteutetaan asetettujen vaatimusten ja ohjeiden sekä laadittujen suunnitelmien mukaisesti.

Ydinjätelaitoksen suunnittelu, rakentaminen ja käyttöönotto edellyttävät järjestelmällisiä vaatimustenhallintamenettelyjä, jotta on mahdollista varmistua käyttöön otettavan laitoksen vaatimuksenmukaisuudesta. Posiva on ohjeistanut teknisten vaatimusten ja muutosten hallinnan, josta vastaa Posivan kehitysosasto. Se tarkastaa ja hyväksyy järjestelmäkohtaiset vaatimusmäärittelyt, joiden laatimiseen projekti osallistuu. Tavoitteena on määrittää vaatimukset niin yksityiskohtaisesti, että järjestelmien ja laitteiden käytönaikaisen

ylläpidon ja muutosten edellyttämät uudelleen suunnittelut pystytään tekemään laitoksen elinkaaren ajan.

Posivan ydinlaitosten toteutussuunnitelmat tehdään laitosprojektissa suunnitteluprosessin mukaisesti. Projektissa tuotteen toteutusta suunnittelusta käyttöönottoon hallitaan järjestelmäkohtaisilla laatusuunnitelmissa.

Posivan esityksen mukaan toteutussuunnittelun ohjauksen päätavoite on varmistaa suunnittelun toteuttaminen asetettujen vaatimusten ja ohjeiden mukaisesti. Sen lisäksi, että ohjauksella varmistetaan toteutussuunnitteluprosessin ja suunnittelun tulosaineistojen vaatimustenmukaisuutta, on ohjauksen keskeisenä tavoitteena myös varmistaa määriteltyjen aikataulujen mukainen toteutus.

Posiva valvoo ja ohjaa ulkopuolisten suunnitteluorganisaatioiden toimintaa mm. auditoinneilla, seurantakokouksilla ja katselmoinneilla. Posivan ohjeistuksen mukaan teknisten suunnittelukatselmusten keskeisenä tavoitteena on tunnistaa turvallisuuteen, luotettavuuteen, huollettavuuteen, valmistettavuuteen, asennettavuuteen, käyttöön ja kunnossapitoon liittyviä ongelmia ja tehdä ehdotuksia niiden ratkaisemiseksi. Lisäksi esimerkiksi tulostietojen suunnittelukatselmuksessa varmistetaan, että suunnittelun tulokset ovat oikein, eli asetetut turvallisuus-, luotettavuus- ja kustannustavoitteet toteutuvat. Suunnittelun ohjaukseen kuuluvat lähtötietojen ja tulostietojen katselmointi ja tarpeen mukaan välikatselmoitteja mm. toimeksiannon turvallisuusmerkityksen, erityisen vaativuuden tai useiden tekniikan osa-alueiden rajapintojen perusteella.

Valmistuksen ja rakentamisen hallinta

Posivan mukaan sillä on käytettävissä rakentamisen toteutusorganisaatiosta riippumaton laadunvalvontaryhmä (QC), joka tehtävänä on tarkastaa, että tuote täyttää sille asetetut vaatimukset.

Ryhmä tarkastaa, että yksityiskohtaiset tarkastussuunnitelmat ovat yleistarkastussuunnitelmien mukaiset ja että rakentaminen, valmistus ja asennus on toteutettu suunnitelmien mukaisesti.

Asennusvaiheen laadunvarmistusmenetellyt Posiva on kuvannut asennuskäsikirjassa. Vaiheessa asennetaan laitteet ja rakenteet sekä tehdään asennustarkastukset tarkastussuunnitelmien mukaisesti. Asennuksille nimetään vastuuhenkilöt, joiden tehtävänä on myös seurata asennuksen edistymistä erillisen valvontasuunnitelman mukaisesti. Asennuksen vaatimuksenmukaisuuden tarkastaa laadunvalvontaryhmä, jonka tehtävänä on kutsua myös STUK tai tarkastuslaitos suorittamaan tarkastussuunnitelman mukaiset tarkastukset.

Käyttöönoton hallintaan Posiva on laatinut erillisen käyttöönottosuunnitelman, joka tarkentuu rakentamisvaiheen aikana. Suunnitelman mukaan Posiva perustaa erillisen käyttöönottoorganisaation huolehtimaan vaiheen toteutuksesta.

Toimittajien valvonta

Posivan suorittama suunnittelu- ja laitevalmistusorganisaatioiden johtamisjärjestelmään ja laadunvarmistustoimintaan kohdistuva arviointi- ja valvontatoiminta perustuu aina myös auditointiin.

Johtopäätös

Posiva on kehittänyt ja ottanut käyttöön riittävät menettelyt ydinjätelaitoksen rakennusprojektin ohjaus- ja valvontatoimintaan. Noudattamalla menettelyjä on STUKin näkemyksen mukaan mahdollista varmistaa, että ydinjätelaitos ja sen järjestelmät, laitteet ja rakenteet suunnitellaan, valmistetaan, rakennetaan, asennetaan ja käytetään hyväksytyjen suunnitelmien ja menettelytapojen mukaisesti.

5 Käyttöönotto ja käyttö

Ydinjätelaitoksen käyttöönotto

17 § Rakentaminen ja käyttöönotto, 2 momentti

Ydinjätelaitoksen käyttöönoton yhteydessä luvanhaltijan on varmistettava, että järjestelmät, rakenteet ja laitteet sekä laitos kokonaisuudessaan toimivat suunnitellulla tavalla. Luvanhaltijan on huolehdittava, että laitoksen tulevaa käyttöä varten on olemassa tarkoituksenmukainen organisaatio, riittävästi ammattitaitoista henkilökuntaa ja soveltuva ohjeisto.

Posiva esittää varmistavansa ydinjätelaitoksen käytettävyyden ja turvallisen käytön laadukkaalla ja osaavalla suunnittelulla, rakentamisella ja käyttöönotolla. Posivan mukaan tämän toteuttamiseksi sillä on käytettävissä oman henkilökuntansa lisäksi omistajiensa, TVO ja Fortum, palveluksessa olevan henkilöstön sekä kotimaisten ja ulkomaisten yhteistyökumppanien asiantuntemus. Posivan omistajaorganisaatioilla on kokemusta useista ydinlaitosten rakennusprojekteista. Omistajatahojen lisäksi Posiva käyttää muuta ulkopuolista asiantuntemusta mm. tutkimustyöhön, suunnittelutyöhön sekä turvallisuusanalyysiin liittyvään työhön.

Laitoksen suunnittelussa, turvallisuusanalyysien laadinnassa sekä suunnittelun ja turvallisuuden arvioinnissa Posiva hyödyntää oman henkilöstönsä osaamisen lisäksi omistajiensa kokemusta laitossuunnittelussa, laitosten käytössä ja kunnossapidossa. Posiva tilaa Fortumilta erityisesti ydinjätehuoltoon liittyvää asiantuntemusta.

Pitkätähätäimen henkilöstösuunnitelman lähtökohdana Posivalla on ollut riittävän asiantuntemuksen varmistaminen käytettäväksi rakentamishankkeessa. Suunnittelu ja rakentamisvaiheessa tarvittavaa osaamista Posiva on suunnitelman mukaisesti vahvistanut viime vuosina rekrytoimalla aikaisempaa ydinenergia-alan kokemusta omaavia henkilöitä. Posiva on arvioinut omien henkilöresurssien olevan riittävät laitoksen suun-

nitteluperusteiden ja turvallisuusvaatimusten hallitsemiseksi sekä ydinlaitoksen vaatimuksenmukaisuuden varmistamiseksi.

Laitoksen vaatimuksen mukaisuus ja turvallinen käyttö on osoitettava koekäyttövaiheessa. Posiva on laatinut laitteiden, rakenteiden, järjestelmien ja laitoksen käyttöönottoa varten käyttöönottosuunnitelman, jossa esitetään suunnitellut koekäyttömenettelyt osoittamaan laitoksen, sen järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden vaatimuksenmukainen toiminta ja turvallinen käyttö. Suunnitelman mukaan käyttöönoton aikana varmistetaan laitoksen käyttöä varten laaditun ohjeiston oikeellisuus ja riittävyys.

Posivan käyttöönotto-organisaatio on suunniteltu muodostettavan Posivan ydinjätelaitoksen rakentamisesta vastaavan projektiorganisaation ja linjaorganisaation pohjalle. Samoin Posiva on määrittänyt lähtökohdat, johon tulevan käyttöorganisaation ja sen henkilöstön määrän suunnittelu pohjautuu. Periaatteena Posivalla on, että turvallisuuden kannalta tärkeät käyttötoiminnot kapselointi- ja loppusijoituslaitoksella hoidetaan Posivan oman organisaation toimesta. Tietyissä käyttö- ja kunnossapitotehtävissä sekä mm. säteilyvalvonnassa ja laboratoriopalveluissa Posiva saattaa tukeutua TVO:n näihin tehtäviin koulutettuihin henkilöihin kuitenkin siten, että kokonaisvastuu säilyy Posivalla.

Käyttöosaston, jonka henkilöresurssitarpeeksi Posiva on arvioinut 30-40 henkilöksi, henkilöstön teoreettinen koulutus aloitetaan hyvissä ajoin ennen koekäytön alkua koulutusohjelman mukaisesti. Koulutusohjelmaan kuuluu käyttöosaston henkilöstön osallistuminen laitoksen, sen järjestelmien ja laitteiden koekäyttöihin. Koulutuksen ja perehdytysjakson tavoitteena Posivalla on, että käyttövaiheen alkaessa ydinjätelaitoksen käyttötehtäviä hoitavien henkilöiden pätevyys on riittävä ydinlaitoksen turvallisen käytön varmistamiseksi.

Johtopäätös

Säteilyturvakeskus on arvioinut Posivan henkilöstön osaamista ja Posivan käytettävissä olevaa ulkopuolista asiantuntemusta rakentamislupahakemuksen käsittelyn yhteydessä sekä asiakirjatarkastusten että erillisen tarkastusohjelman perusteella. Arviointien ja tarkastusten tulosten perusteella Säteilyturvakeskuksella on näkemys, että Posivalla on käytettävissä riittävä ja laaja asiantuntemus ydinjätelaitoksen suunnitteluun, rakentamiseen ja käyttöönottoon ja organisaationa valmius ydinjätelaitoksen rakentamisvaiheen käynnistämiseen.

Posiva on laatinut riittävät suunnitelmat, joilla sen on mahdollista varmistaa käyttöönottoaiheessa tehtävillä koekäyttöillä ydinlaitoksen, sen järjestelmien ja laitteiden vaatimustenmukainen ja turvallinen toiminta sekä kattava, validoitu käyttöohjeisto. Posivan suunnitelmiin sisältyy myös koulutuksen järjestäminen oikea-aikaisesti käyttöorganisaatiolle, jonka rakenteen ja henkilöstön määrän Posiva on alustavasti suunnitellut.

Valmistautuminen käyttötoimintaan

18 § Käyttötoiminta

Ydinjätelaitoksen käytön tulee perustua kirjallisiin ohjeisiin, jotka vastaavat laitoksen kulloistakin rakennetta ja tilaa. Käyttöhäiriöiden ja onnettomuustilanteiden tunnistamista ja hallintaa varten on oltava ohjeet. Merkittävät turvallisuuteen vaikuttavat tapahtumat on dokumentoitava siten, että ne ovat jälkikäteen analysoitavissa.

Ydinjätelaitoksen turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa on esitettävä tekniset ja hallinnolliset vaatimukset, joilla varmistetaan laitoksen suunniteluperusteiden mukainen käyttö. Luvanhaltijan on käytettävä laitosta näiden vaatimusten ja rajoitus-

ten mukaisesti, valvottava niiden noudattamista ja raportoitava niistä poikkeamisista.

Ydinjätelaitoksella on oltava kunnonvalvonta- ja kunnossapito-ohjelma järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden eheyden ja luotettavan toiminnan varmistamiseksi. Laitteiden huoltoa ja korjauksia varten on annettava kirjalliset määräykset ja niihin liitetyt ohjeet.

Ydinjätelaitoksen käytön säteilyturvallisuutta koskevien vaatimusten täytyminen on varmistettava jatkuvin tai säännöllisesti toistettavin mittauksin laitostiloissa, mahdollisilla merkittävillä päästöreiteillä sekä laitoksen ympäristössä.

Ydinjätelaitoksen käyttötoimintaan liittyvät käyttöohjeet, käyttöhäiriöiden ja onnettomuustilanteiden tunnistamista ja hallintaa varten tarvittavat ohjeet sekä turvallisuustekniset käyttöehdot laaditaan ennen käyttöluvahakemuksen jättämistä. Samoin ydinjätelaitoksen kunnonvalvonta- ja kunnossapito-ohjelma on laadittava ennen käyttöluvahakemuksen jättämistä. Posivalla on olemassa kunnonvalvonta- ja kunnossapito-ohjelma Onkalon osana toteutettuja tiloja ja järjestelmiä varten.

Säteilyturvallisuuden varmistamiseksi laitokseen on suunniteltu säteilymittaukset merkittävillä päästöreiteillä. Laitoksen ympäristöön tulee Posivan omia mittauslaitteita, mutta Posiva hyödyntää laitosympäristössä myös TVO:n olemassa olevaa säteilymittausverkostoa.

Johtopäätös

Posivalla on alustavat suunnitelmat käytön aikaiseen toimintaan valmistautumiseksi. Käyttötoiminnan vaatimusten täytyminen arvioidaan käyttöluvahakemuksen käsittelyn yhteydessä.

6 Käytöstäpoisto ja sulkeminen

Ydinenergialain 7 g §:n mukaan *ydinlaitoksen suunnittelussa on varauduttava laitoksen käytöstä poistamiseen. [...] Kun ydinlaitoksen käyttö on lopetettu, laitos on poistettava käytöstä Säteilyturvakeskuksen hyväksymän suunnitelman mukaisesti. Laitoksen purkamista ja muita toimenpiteitä laitoksen käytöstä poistamiseksi ei saa perusteettomasti siirtää.*

12 § Loppusijoituspaikka, 3 momentti

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

Ydinjätelaitoksessa käytöstäpoistolla tarkoitetaan maanpäällisten osien purkamista niin, ettei laitosalueella tarvita erityisiä toimenpiteitä laitoksesta peräisin olevien radioaktiivisten aineiden vuoksi. Sulkemisella tarkoitetaan tässä tapauksessa loppusijoituslaitoksen tilojen sulkemista pysyväksi tarkoitettulla tavalla. Loppusijoitustunnelien vaiheittainen sulkeminen on käsitelty teknisten vapautumisesteiden osana luvussa 7.2. Hyväksytyllä tavalla ja vaatimuksenmukaisesti suoritettu laitosten käytöstäpoisto ja sulkeminen ovat edellytyksenä YeA 32 §:n mukaiselle huolehtimisvelvollisuuden lakkaamiselle. Posiva on käsitellyt sulkemista ja käytöstäpoistoa rakentamislupahakemusaineiston osana toimitetussa alustavassa turvallisuusselosteessa.

Posiva on valinnut käytöstäpoistostrategiaksi välittömän käytöstäpoiston. Kapselointilaitoksen käytöstäpoisto aloitetaan käytetyn polttoaineen loppusijoitustoimintojen päättymisen jälkeen vuoden mittaisella valmisteluvaiheella, jonka jälkeen osat, joissa radioaktiivisten aineiden pitoisuudet ylittävät raja-arvot, puretaan ja pakataan loppusijoitusta varten. Radioaktiivisten aineiden raja-arvot ja yksityiskohtaiset vaatimukset ydinlaitosten käytöstäpoistolle on esitetty STUKin YVL-

ohjeissa.

Kapselointilaitoksen normaalin käytön seurauksena merkittävästi kontaminoituvia tiloja ja järjestelmiä on vain muutamia. Posiva on esittänyt alustavassa turvallisuusselosteessa lyhyesti suunnitellut purkamiseen käytettävät tekniikat, arvion käytöstäpoistossa syntyvän jätteen määrästä sekä arvion henkilöstölle aiheutuvista säteilyannoksista. Kapselointilaitos poistetaan käytöstä ja käytöstäpoistojätteet loppusijoitetaan Posivan esittämän suunnitelman mukaan kolmen vuoden kuluessa käytön päättymisestä. Kapselointilaitoksen käytön on suunniteltu jatkuvan 2100-luvulle, joten Posivalla on aikaa kehittää käytöstäpoiston yksityiskohtaisia suunnitelmia käyttökokemusten perusteella. Ydinjätelaitoksen käyttöluvhakemuksen yhteydessä on toimitettava yksityiskohtainen käytöstäpoistosuunnitelma. Ydinlaitoksen käytöstäpoistosuunnitelma on YeA 28 §:n mukaisesti päivitettävä kuuden vuoden välein, ellei laitoksen lupaehtoisissa muuta määrätä.

Posiva on esittänyt rakentamislupahakemusaineiston osana toimitetuissa alustavassa turvallisuusselosteessa ja turvallisuusperustelussa loppusijoituslaitoksen sulkemisen periaatteet ja alustavan suunnitelman sulkemisessa käytettävistä rakenteista ja materiaaleista. Suunnitelma on tässä vaiheessa riittävä esittämään mahdollisen sulkemistrategian ja pitkäaikaisturvallisuuden osoittamiseen liittyvät oletukset. Posivan suunnittelun lähtökohtana on ollut varmistaa kallioperän suotuisten olosuhteiden säilyminen palauttamalla louhitut tilat vastaamaan mahdollisimman hyvin ennen kalliotilojen rakentamista vallinnutta tilaa. Loppusijoituslaitoksen keskustunnelien sulkeminen aloitetaan kymmenien vuosien kuluttua ja muiden tilojen vasta käyttövaiheen lopussa, joten Posivalla on aikaa kehittää sulkemisen yksityiskohtaisia suunnitelmia loppusijoituksen kokemusten pohjalta.

Johtopäätös

Posiva on toimittanut rakentamislupaa varten riittävän kuvauksen kapselointilaitoksen käytöstäpoistosta ja ottanut käytöstäpoiston huomioon laitoksen suunnitteluvaatimuksissa. Posiva on esittänyt rakentamislupahakemusaineistossa sul-

kemisen periaatteet rakentamisluvan kannalta riittävällä tavalla ja suunnitellut sulkemisen toteutettavaksi siten, että kallioperä säilyttää mahdollisimman hyvin pitkäaikaisturvallisuuden kannalta tärkeät ominaisuudet.

7 Pitkäaikaisturvallisuus

16 § Turvallisuusperustelun esittäminen ja päivitys

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

Turvallisuusperustelun sisältöä koskevat yksityiskohtaiset vaatimukset esitetään ohjeessa YVL D.5. Vaatimukset kattavat vapautumisesteiden turvallisuustoimintojen määrittelyn ja niiden toimintakykytavoitteiden asettamisen, skenaarioiden muodostamisen, radionuklidien vapautumisen ja kulkeutumisen laskennallisessa arvioinnissa tarvittavat mallit ja lähtötiedot, epävarmuuksien arvioinnin sekä täydentävät tarkastelut. Ohjeessa käsitellään myös turvallisuusperustelun muodostamisessa, dokumentoinnissa ja sen laadunhallinnassa noudatettavia periaatteita.

Posiva on toimittanut rakentamislupahakemuksen yhteydessä STUKille ydinjätelaitoksen turvallisuusperustelun. Turvallisuusperustelussa kuvataan loppusijoituskonsepti ja loppusijoitusjärjestelmä sekä vapautumisesteet. Loppusijoituskonseptin turvallisuutta perustellaan turvallisuustoimintojen avulla ja turvallisuustoiminnoille esitetään toimintakykytavoitteet. Turvallisuustoimintoja käsitellään enemmän turvallisuusarvion luvussa 2.2, toimintakykytavoitteita luvussa 7.3 ja eri vapautumisesteiden toimintakykyä luvuissa 7.1 ja 7.2.

Pitkäaikaisturvallisuuden perustelemisessa käytettävien skenaarioiden (loppusijoitusjärjestelmän mahdollista tulevaa käyttäytymistä kuvaavien kehityskulkujen) muodostamista, skenaarioanalyysia, käsitellään tarkemmin turvallisuusarvion luvussa 7.3. Turvallisuusperustelussa on arvioitu loppusijoitettavasta käytetystä ydinpoltto-

aineesta vapautumisesteiden läpi elinympäristöön vapautuvien radioaktiivisten aineiden määriä ja niistä aiheutuvia säteilyannoksia. Tätä käsitellään tarkemmin turvallisuusarvion luvussa ja 7.3, jossa on myös käsitelty sitä, miten Posivan analyysien tulokset vastaavat turvallisuusvaatimuksia.

Turvallisuusarvion luvussa 7.4 käsitellään kuvausta loppusijoitusjärjestelmän toiminnasta ja loppusijoituspaikan olosuhteista konseptuaalisten sekä matemaattisten mallien avulla ja niissä tarvittavien lähtötietojen määrittämisestä.

Epävarmuuksien käsittelytapaa arvioidaan turvallisuusarvion luvussa 7.4.

Posivan STUKille toimittamassa selvityksessä valtioneuvoston asetuksen 736/2008 vaatimusten täyttymisestä todetaan vaatimusten mukaisesti, että turvallisuusperustelu päivitetään käyttölupahakemuksen yhteydessä ja voimassa olevien määräysten mukaisin väliajoin ja myös ennen laitoksen lopullista sulkemista. Posiva toteaa toimittavansa turvallisuusperustelun viranomaisille rakentamis- ja käyttölupahakemusten yhteydessä.

Johtopäätös

STUK on erillisessä päätöksessä todennut Posivan turvallisuusperustelun vaatimuksenmukaiseksi ja riittäväksi rakentamislupavaiheeseen. Posiva päivittää turvallisuusperustelun käyttölupahakemuksen yhteydessä ja voimassa olevien määräysten mukaisin väliajoin ja myös ennen laitoksen lopullista sulkemista. Tällä perusteella valtioneuvoston asetuksen vaatimus täyttyy.

7.1 Luonnollinen vapautumiseste

12 § Loppusijoituspaikka, 1 ja 2 momentti

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 kalliotilavuuk-
sia, joihin loppusijoitustilat voidaan rakentaa. Loppusijoitustilojen suunnittelua varten ja tur-
vallisuusarvioissa tarvittavien lähtötietojen hank-
kimiseksi loppusijoituspaikan kallioperän omi-
naisuudet on selvitettävä maanpintatutkimusten
lisäksi suunnitellussa loppusijoitussyvyudessa teh-
tävillä tutkimuksilla.*

Luonnollisen vapautumisesteen ominaisuudet ja toimintakyky

Olkiluotoa on tutkittu hyvin laajasti verrat-
tuna Suomen kallioperään yleisesti. Loppu-
sijoituslaitoksen rakentamisen aloittamiseksi
tehty karakterisointityö on riittävää. Karakteri-
sointityötä on jatkettava edelleen rakentamisen
edetessä loppusijoituspaikan vähemmän tutkit-
tuihin osiin. Posivan loppusijoituspaikan kuvaus
perustuu useiden tutkimusalojen ja -menetelmi-
en tuloksiin, joista saadun tiedon yhdistämisessä
kokonaiskäsitteeksi on vielä kehittämistä. Eri
tutkimusalojen tulosten ja mallikuvausten yhteen
sovittamista tulee jatkaa ja syventää turvallisuus-
perustelun luotettavuuden parantamiseksi.

Loppusijoituspaikan toimintakykyanalyysin
keskeinen osa on tulevaisuuden ilmastonkehi-
tyksen loppusijoitusjärjestelmään kohdistamien
vaikutusten arviointi. Turvallisuusperustelun tär-
keä ja perusteltu lähtökohta ovat tiedot Veiksel-
jäätiköitymisestä sekä tulkinnat sitä edeltäneistä
jäätiköitymisvaiheista. Eri havaintoihin ja malli-
laskelmiin perustuva ilmaston kehittymisen ku-
vaus on rakentamislupavaiheen osalta riittävä,
mutta sitä on kehitettävä käyttölupahakemuk-
seen mennessä tarkastelemalla rakentamislupa-
hakemusaineistossa esitettyä laajemmin ilmaston
kehittymisen vaihtoehtojen vaikutuksia loppusi-
joitusjärjestelmään. Toimintakykyanalyysistä voi
edelleen parantaa kuvaamalla, kuinka loppusijoi-
tusjärjestelmä kokonaisuutena vastaa erilaisiin
mekaanisiin, hydrostaattisiin ja kemiallisiin kuor-
mituksiin sekä muuttuviin olosuhteisiin.

Posivan loppusijoituspaikan toimintakykyana-
lyysi ei sisällä Onkalon ajotunnelin varrelle ra-
kennettavaa matala- ja keskiaktiivisen jätteen
loppusijoitustilaa. Käytetyn polttoaineen sekä ma-
tala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoitustiloja

on käsiteltävä toimintakykyanalyysissä yhtenä
kokonaisuutena. Matala- ja keskiaktiivisen jät-
teen loppusijoitus ja käytetyn polttoaineen lop-
pusijoitus voivat vaikuttaa toisiinsa esimerkiksi
pohjaveden kemiallisten muutosten tai käytetyn
polttoaineen aiheuttaman termisen muutoksen
kautta. Sijoituspaikan toimintakykyanalyysissä
on arvioitava matala- ja keskiaktiivisen jätteen ja
käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen keski-
näiset vuorovaikutukset ennen matala- ja keski-
aktiivisen jätteen loppusijoitustilan rakentamisen
aloittamista.

Loppusijoituspaikan soveltuvuus

Keskeinen osa turvallisuusperustelussa esitettyä
loppusijoituspaikan kuvausta käsittelee paikan
toimintakykyanalyysin perusteella tehtyjä tulkin-
toja paikan soveltuvuudesta ja toimintakyvystä.
Paikan ominaisuuksien ja kehityskulun lisäksi
Posiva on määrittelyt loppusijoituspaikalle vapau-
tumisesteiden turvallisuustoiminnoista johdettuja
kallioperään kohdistuvia pitkäaikaisturvallisuus-
vaatimuksia ja yksityiskohtaisia suunnitteluvaa-
timuksia.

Maanalaisten tutkimustilojen louhinnan aika-
na Posiva on kerännyt käytännön kokemuksia
Olkiluodon kallioperän vakaudesta. Niiden perus-
teella se katsoo kallioperän olevan riittävän sta-
biili loppusijoitustunnelien ja -reikien ympärillä.
Kallioperän perustilan jännitystilojen ymmärrys
ja mittausaineistot ovat rakentamislupavaiheen
osalta riittävät, mutta niihin liittyy kuitenkin epä-
varmuuksia ja puutteita, joita Posivan on vähen-
nettävä ennen loppusijoitustilojen rakentamisen
aloittamista. Lisäksi tarvitaan lisäselvitystä kal-
lion heterogeenisuuden vaikutuksista kallion sta-
biiliuteen sekä rikkonaisuusvyöhykkeiden kallio-
mekaanisista ominaisuuksista eri mittakaavoissa.

Posiva perustelee Fennoskandian kilpialu-
een kallioperän vähäistä seismistä aktiivisuut-
ta historiallisilla tiedoilla ja mittausaineistoil-
la. Aineistot tukevat olettamusta, että alue olisi
seismisesti vakaa myös tulevaisuudessa ja että
suuren maanjäristyksen uhka loppusijoituslaitok-
selle ja loppusijoituskapselien rikkoutumiselle on
hyvin pieni. Posivan seismiset tarkastelut ovat
rakentamislupavaiheeseen riittäviä, mutta niitä
on jatkossa laajennettava turvallisuusperustelun
luotettavuuden parantamiseksi. Kerätyn aineis-
ton laajuutta on kasvatettava laitoksen raken-

tamisen ja käytön aikana, sillä loppusijoituksen turvallisuutta tarkastellaan huomattavasti pidemmällä ajanjaksolla kuin esitetty aineisto kattaa. Seismisten riskien selvittämistä on jatkettava ottamalla monipuolisemmin huomioon Olkiluodon kallioperän rakenteita ja niiden ominaisuuksia sekä maanjäristysten voimakkuuden ja esiintymistiheyksien arviointia eri geologisissa olosuhteissa. Loppusijoitusjärjestelmään kohdistuvan seismisen uhkan tarkastelua tulee laajentaa teemmällä todennäköisyysperustaisia seurausanalyysijä, joissa huomioidaan kattavammin maanjäristysten syntymisen ja etenemisen mekanismeja sekä siirrosten leviäminen ympäröiviin rikkonaisuusrakenteisiin. Posiva yleistää suuret ja pienet rikkonaiset vyöhykkeet yksittäisiksi muotopinnoiksi. Posivan on tarkasteltava myös kalliorikkonaisuutta epäyhtenäisemmin kuvaavia mallinnustapoja. Tarkastelutavan muutos voi vaikuttaa esimerkiksi järjestysvoimakkuuksien tulkintoihin, vyöhykkeisiin liitettäviin varoetäisyyksiin ja oletuksiin yksittäisten kriittisten rakojen koosta. Posivan on myös tarkemmin analysoitava lämpötilan nousun vaikutukset kallioperän vakauteen loppusijoituslaitoksen käytön ja sulkemisen jälkeisen termisen vaiheen aikana.

Posiva perustelee vähäistä kalliopohjaveden virtausta loppusijoitustilojen ympärillä Olkiluodon harvaan rakoilleen kallion tiiveydellä sekä kallion luokitusjärjestelmällä, jonka avulla Posiva esittää kykenevänsä valitsemaan loppusijoitukseen sopivat tiiviit kallio-osat. Esitetyt perustelut kallion riittävästä tiiveydestä ja pohjaveden virtauksesta ovat riittävät, mutta Posivan on koottava käyttö-lupahakemusta varten tehtävän turvallisuuden arvioinnin taustaksi selkeä yhteenveto kalliopohjaveden virtausmallista. Loppusijoituspaikan kallioperän hydraulisten ominaisuuksien ja louhinnan aiheuttamien häiriöiden karakterisoinnin mittausaineistoihin liittyy epävarmuuksia, minkä takia käytettävien mittaustekniikoiden luotettavuus on varmennettava. Loppusijoitustilojen eri tutkimus- ja toteutusvaiheissa on varmistettava suunnitelmallisesti, että louhittavaksi aiottu ja valmis loppusijoitustunneli täyttävät asetetut vaatimukset.

Rakoverkkomallinnuskonseptin luotettavuus on varmennettava rakentamisen aikana vertaamalla loppusijoitustilojen hydrogeologian mallinnustuloksia toteutetuista tunneleista saataviin

tietoihin. Kallion vettä johtavan rikkonaisuuden kuvaamiseen on käytettävissä vaihtoehtoisia kalliion heterogeenisuutta eri tavoin huomioivia mallinnusmenetelmiä, joita tulisi tarkastella ainakin Posivan valitseman mallinnustavan riittävyuden toteamiseksi. Eri mallinnustavat voivat johtaa esimerkiksi nykyisiä oletuksia kuivempiin loppusijoitustiloihin ja toisaalta yksittäisiin vettä johtaviin virtauskanaviin, joissa suuret virtaukset ovat mahdollisia.

Posivan turvallisuusperustelussaan esittämät perustelut kalliopohjavesikemian suotuisuudesta loppusijoitusyvyvyydellä ovat uskottavia. Olkiluodon perustilan hydrogeokemiallinen karakterisointi ja paleohydrogeokemiallisen evoluution tulkinta ovat Posivan vahvinta perusteluaineistoa sijoitustiloja ympäröivän kallion stabiiliudesta. Posiva esittää turvallisuusperustelussaan muun muassa arvioita suolaisuuden kehittymisestä seuraavan 50000 vuoden ajalta. Nämä kehityskulut vaikuttavat loppusijoitustiloja ympäröivän lähikallion pohjaveden laimenemisen suhteen ylipesimistisiltä, sillä ne eivät huomioi pintavesien suotautumisen yhteydessä tapahtuvia vesi-kalliovuorovaikutuksia. Posivan on edelleen tarkennettava ja parannettava kokonaisvaltaisesti hydrogeokemiallisen kehittymisen kuvausta. Lisäksi on tarkennettava käsitystä rakentamisesta aiheutuvien häiriöiden palautumisesta laitoksen osien sulkemisen jälkeen. Tärkeä pohjavesikemian stabiiliuteen liittyvä asia on selvittää kalliohuokosvesien ja rikkonaisuusvyöhykkeiden kalliopohjavesien kemiallisen koostumuksen erojen syyt.

Posivan käsityksen mukaan Olkiluoto ei luonnonvarojen suhteen ole kiinnostava tulevaisuudessa ja Posivan esittämä perustelu on riittävä rakentamislupavaiheeseen. Käyttölupahakemusaineistossa luonnonvaroihin liittyvää tarkastelua on selkeytettävä ja näkemystä on päivitettävä sitä mukaa kuin tieto alueen geologiasta lisääntyy.

Posiva on esittänyt jo KBS-3 -konseptin kehityksen varhaisessa vaiheessa kalliolle asetettavia vaatimuksia lähtien teknisten vapautumisesteiden toimintakyvyn säilyttämisestä. Posivan toimintakykyanalyysi osoittaa, että odotettavissa olevissa tulevaisuuden kehityskuluissa loppusijoitustiloja ympäröivässä kalliossa edulliseksi katsottujen ominaisuuksien kehitys on vakaata ja ennakoitavaa, ja että Posivan kallioperälle asettamat

vaatimukset toteutuvat hyvin suurella todennäköisyydellä ja suurella marginaalilla.

Loppusijoitustilat on rakennettava siten, että tavoitteena on pitkäaikaisturvallisuuden kannalta edullisten kallioperän ominaisuuksien säilyminen. Posiva tuo tavoitteen esille yleisellä tasolla loppusijoitusjärjestelmän turvallisuuskonseptissa. Posiva on asettanut loppusijoitustiloja ympäröivälle kalliolle suunnittelua koskevia vaatimuksia, mutta turvallisuustoiminnoissa ja toimintakykytavoitteissa ei aseteta pitkäaikaisia tavoitearvoja kallioperän ominaisuuksien säilymiselle. Posivan on ennen loppusijoitustilojen rakentamisen aloittamista arvioitava loppusijoitustiloja ympäröivän kallion edulliset ominaisuudet ja perusteltava niillä suunnitteluvaatimukset.

Sijoitustilojen asemointi

Posiva käyttää sopivien kalliolohkojen valintaan ja loppusijoitustiloja ympäröivän kallion riittävän laadun varmistamiseen kallioluokitusjärjestelmää, jossa on esitetty kriteerit ja niiden todentaminen loppusijoituslaitoksen, paneelialueen, sijoitustunnelin ja sijoitusreiän mittakaavassa. Vaatimuksenmukaisuuden toteaminen ja hyväksyntä tapahtuu vaiheittain. Posiva on laatinut kallioluokitusjärjestelmälle ohjeistuksen, jonka mukaisesti sen on tarkoitus aloittaa ensimmäisten loppusijoitustunnelien ja -reikien soveltuvuusarviointi. Kallioluokitusjärjestelmän luotettavuutta on erittäin tärkeä arvioida loppusijoitustilan ensimmäisen vaiheen rakentamisen aikana ja sen jälkeen sekä ottaa huomioon järjestelmän käyttökokemukset sen jatkokehityksessä. Esimerkiksi luokituksen kriteerejä rakentamisen eri vaiheissa sekä ennuste-toteumamenettelyä on edelleen kehitettävä. Posivan on viimeisteltävä arviointiprosessin menettelyt sekä esitettävä tarkemmat suunnitelmat kallioluokituksen jatkokehityksestä ennen loppusijoitustilojen rakentamisen aloittamista. Kallioluokitusjärjestelmä arvioidaan kokonaisuudessaan uudelleen käyttöluopahakemuksen käsittelyn yhteydessä.

Nykyinen luokitus korostaa erityisesti loppusijoitukseen valittavien kalliolohkojen mekaanista stabiiliutta sekä vähäistä pohjaveden virtausta rakentamisesta huolimatta. Posiva ei ole luokituksessa toistaiseksi asettanut vaatimuksia kaikille kallioperän ominaisuuksille, joilla voi olla pitkäaikaisturvallisuuden kannalta merkitystä. Posivan

on esitettävä selkeämmin kallioluokituksen kriteerien yhteys loppusijoitustiloja ympäröivältä kalliolta odotettaviin pitkäaikaisiin tavoitearvoihin. Käyttöluopahakemusaineistossa on perusteltava tarkemmin loppusijoituslaitoksen asemointia rajaavien rakenteiden ja yksittäisten laajojen rakojen suojaetäisyyksien määrittäminen.

Johtopäätös

Rakentamislupahakemuksessa esitetyt loppusijoituspaikan tutkimukset ja toimintakykyanalyysit sekä johtopäätökset Olkiluodon kallioperän soveltuvuudesta loppusijoituspaikaksi ovat rakentamislupavaiheeseen riittävät. Posivan kallioperälle asettamat vaatimukset toteutuvat suurella todennäköisyydellä ja suurella marginaalilla. Loppusijoitukseen sopivien eheiden, pitkäaikaisturvallisuuden kannalta suotuisten kalliotilavuuksien valitsemiseen Posiva on kehittänyt kallioluokitusjärjestelmän, jota se aikoo kehittää edelleen.

7.2 Tekniset vapautumisesteet

6 § Käytetyn ydinpolttoaineen ja muun ydinjätteen käsittely, 1 momentti

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

9 § Loppusijoitustoiminnot, 2 momentti

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

Matala- ja keskiaktiivisen jätteen pakkaukset

Posivan laitosten käytössä kertyy radioaktiivista laitosjätettä. Laitosjätteet ovat kapselointilaitoksen toiminnasta syntyviä radioaktiivisia nestemäisiä tai kiinteitä jätteitä, joiden radioaktiivisuus on peräisin käytetyn polttoaineen fissio-, korroosio- tai aktivoitumistuotteista.

Jätteet luokitellaan kolmeen jätetyyppiin: tynnyriin kuivattu jäte, kuiva kiinteä tynnyriin pakattu jäte ja metalliromu. Nestemäiset jätteet kiinteytetään 200 litran terästynnyreihin joko

kuivaamalla tai kiinteyttämällä savipohjaisiin aineisiin. Loppusijoitettavat jätteet pakataan 200 litran tynnyreihin aktiivisuuden perusteella. Jätepakkausten pitkä varastointiaika loppusijoitustilassa ennen loppusijoituslaitoksen sulkemista on otettava huomioon jätepakkausten materiaaleissa ja jätepakkausten luoksepäästävyuden varmistamisessa, jotta jätepakkausten kuntoa voidaan seurata loppusijoitustilassa.

Valtioneuvoston asetuksen (736/2008, 11 §) mukaan lyhytikäisten ydinjätteiden osalta teknisten vapautumisesteiden pitää estää usean sadan vuoden ajan radioaktiivisten aineiden vapautuminen kallioperään.

Posivan esittämä matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoitusjärjestelmä on vastaava kuin Suomen ydinvoimalaitoksilla käytössä oleva matala- ja keskiaktiivisten jätteiden loppusijoitusratkaisu. Käyttökokemusten perusteella esitetty ratkaisu on toteutettavissa vaatimusten mukaisesti.

Loppusijoituskapseli ja tekniset vapautumisesteet

Käytetty ydinpolttoaine kapseloidaan loppusijoitusta varten kuparisesta ulkovaipasta ja valurautaisesta sisäosasta koostuvaan kaasu- ja vesitiiviiseen loppusijoituskapseliin. Muut tekniset vapautumisesteet ovat kapselia suojaava bentoniittisavesta valmistettu puskuri, savimateriaalista koostuva loppusijoitustunnelien täyttö ja tunnelin sulkeva betonitulppa. Loppusijoituslaitoksen lopullista sulkemista on käsitelty turvallisuusarvion luvussa 6. Posiva on määritellyt teknisille vapautumisesteille turvallisuustoiminnot, jotka on käsitelty moniesteperiaatteen toteutumisen osalta turvallisuusarvion luvussa 2.2.

Pitkäaikaisturvallisuutta koskevat suunnitteluperusteet ja -periaatteet on esitetty periaatteellisella tasolla kattavasti rakentamislupahakemusaineiston osana toimitetussa alustavassa turvallisuusselosteessa ja turvallisuusperustelussa. Teknisille vapautumisesteille on asetettu tekniset suunnitteluvaatimukset, jotka on Posivan mukaan johdettu turvallisuustoiminnoille asetetuista toimintakykytavoitteista. Suunnitteluperusteissa ja suunnitteluvaatimuksissa on otettu huomioon loppusijoitusjärjestelmään vaikuttavat valittujen tulevaisuuden kehityskulkujen mukaiset olosuhteet. Teknisten vapautumisesteiden toimintakykyä loppusijoituslaitoksen sulkemisen jälkeen on tar-

kasteltu turvallisuusperustelussa.

Käyttölupahakemuksen jättämiseen mennessä on tarpeen selkeyttää teknisten vapautumisesteiden turvallisuustoimintojen, toimintakykytavoitteiden ja suunnitteluvaatimusten välistä yhteyttä siten, että toimintakykyanalyysi voidaan arvioida helpommin. Teknisten vapautumisesteiden toimintakyvyn osoittamisessa ja vapautumisesteiden kehittymisen kuvaamisessa erilaisissa tulevaisuuden kehityskuluissa on vielä puutteita, jotka edellyttävät tutkimus- ja kehitystoimenpiteitä ennen käyttölupahakemuksen jättämistä. Tällaiset kehitystarpeet liittyvät esimerkiksi loppusijoituskapselin kuparin korroosionkestävyyteen ja mekaaniseen kestäväyyteen, puskurin ja tunnelitäytön stabiiliuteen sekä paisuntapaineen, paisumiskapasiteetin ja suunnitteluvaatimusten väliseen yhteyteen, tunnelitäytön homogenisoitumiseen ja vuotovesien hallintaan, sekä vapautumisesteiden vuorovaikutukset nykyistä laaja-alaisemmin huomioon ottaisiin mallilaskelmiin.

Loppusijoituskapselin suunnitteluvaatimukseen on, että polttoaineen on säilyttävä alikriittisenä ja jälkilämmön on poistuttava polttoaineesta. Nämä suunnitteluvaatimukset on huomioitu kapselin rakenteiden mitoituksessa. Lisäksi kapselin pitkäaikainen toimintakyky asettaa rajoituksia polttoaineen sisältämän kosteuden määrälle. Ylimääräisen kosteuden poistamiseksi polttoaineesta polttoaine on kuivattava ennen kapselointia. Tämä tapahtuu kapselointilaitoksen käsittelykammion kuivausasemassa ennen polttoaineen asettamista loppusijoituskapseliin. Muilta osin kapseliin sijoitettavan polttoaineen ominaisuudet määritetään polttoaineen käyttöhistorian perusteella. Polttoaineen ominaisuuksia on käsitelty tarkemmin turvallisuusarvion luvussa 3.4.

Polttoaineen reaktiivisuuteen vaikuttavat väkevöinti, palama, käyttöhistoria ja jäähtymisaika. Analysoitaessa loppusijoituskapselien kriittisyysturvallisuutta Posiva soveltaa palamahyvitystä eli ydinpolttoaineen palama otetaan lieventävänä huomioon kriittisyysturvallisuusanalyysissä. Kriittisyysturvallisuusanalyysien avulla laaditaan latauskäyrät, jotka esittävät vaadittavan polttoaine-elementin keskimääräisen minimipalaman polttoaine-elementin väkevöinnistä riippuen. Latauskäyriä laadittaessa oletetaan loppusijoituskapselin olevan täynnä samanlaisia polttoaine-elementtejä. Posiva käyttää kriittisyysturvallisuuden

varmistamiseen ensisijaisesti latauskäyriä. Suurin osa polttoaine-elementeistä täyttää latauskäyrien vaatimukset ja niiden elementtien osalta, jotka eivät täytä vaatimuksia, voidaan tehdä erillinen kriittisyysturvallisuusanalyysi ja lataussuunnittelu.

Posivan esittämien kriittisyysturvallisuusanalyysien perusteella ei voida täysin sulkea pois loppusijoituskapselin kriittisyyttä hyvin pitkällä aikavälillä. Analyyseissä on kuitenkin tältä osin tehty erittäin konservatiivisia oletuksia loppusijoituskapselin geometrian kehittämisessä pitkällä aikavälillä, joten loppusijoitetun polttoaineen uudelleen kriittisyys on hyvin epätodennäköistä.

Posiva on täydentänyt rakentamislupahakemusaineistoa loppusijoituskonseptin kehitysohjelmalla, jossa esitetään tutkimus- ja kehitystoimenpiteitä koskevia suunnitelmia. Loppusijoituskonseptin kehitysohjelmassa on pääosin otettu huomioon STUKin esille nostamat kehityskohteet. Posivan on esitettävä selkeästi toimintakykyyn liittyvien kehitystarpeiden yhteys vapautumisteiden turvallisuustoimintoihin.

Teknisten vapautumisesteiden toteutettavuus

Käytetyn polttoaineen loppusijoituksen teknisten vapautumisesteiden teknistä toteutettavuutta (materiaalit, valmistaminen, tarkastettavuus, asentaminen) on kuvattu alustavassa turvallisuusselosteessa. Posiva on asettanut loppusijoituskapselin osille ja sulkemishitsille alustavat laatuvaatimukset sekä vaatimukset kapselimateriaalien ominaisuuksille. Vaatimusten asettamisessa on otettu huomioon käyttöturvallisuus ja pitkäaikaisturvallisuus. Pitkäaikaisturvallisuus perustuu loppusijoituskapselin osalta kuparisen ulkovaipan kemialliseen kestävyYTEEN sekä valurautaisen sisäosan mekaaniseen kestävyYTEEN. Ennen loppusijoitusta käytetyllä ydinpolttoaineella täytetty kapseli toimii osittaisena säteilysuojana ja sen tehtävä on pitää radioaktiiviset aineet sisällään.

Posiva on kehittänyt loppusijoituskapselin valmistustekniikoita siten, että alustavat laatuvaatimukset täyttäviä loppusijoituskapselin testikappaleita on saatu valmistettua. Loppusijoituskapselin osien valmistuksesta ja kokoonpanosta vastaavat Posivan valitsemat toimittajat. Loppusijoituskapseli suljetaan kapselointilaitoksessa polttoaineen asentamisen jälkeen käyt-

täen kitkatappihitsausta.

Vaatimusten täyttymisen todentamiseksi loppusijoituskapselin valmistusta ja sulkemista valvotaan eri vaiheissa ja vaiheittain tehtävin tarkastuksin. Posiva on kehittänyt useita ainetta rikkomattomia tarkastusmenetelmiä loppusijoituskapselin laadun ja vaatimuksenmukaisuuden tarkastamiseksi. Loppusijoituslaitokseen viedään vain vaatimukset täyttäviä kapseleita. Posiva on esittänyt suunnitelmana, että loppusijoituskapselin rakenteiden valmistusmenetelmien pätevänti aloitetaan vuoden 2015 aikana. Myös loppusijoituskapselin osien vaatimuksenmukaisuuden osoittamiseen liittyvien tarkastusmenetelmien kehitystyö on edennyt lähelle päteväntivalmiutta.

Posiva on kehittänyt myös muiden teknisten vapautumisesteiden valmistus- ja asennusmenetelyjä. Posiva ja SKB ovat valmistaneet bentonitista tai savimateriaalista puristettuja puskuri- ja tunnelitäyttölöhkoja. Posiva ei kuitenkaan ole vielä valmistanut nykyistä referenssimenetelmäänsä (isostaattinen puristus) käyttäen täyden mittakaavan puskurilöhkoja. Posivalla on tehtyjen testien perusteella tekninen valmius puskuri- ja tunnelitäytön lohkojen tuotantoon.

Savilohkojen laadun ja vaatimuksenmukaisuuden tarkastamiseksi Posiva on esittänyt tarkastusmenettelyn kuvauksen alustavassa turvallisuusselosteessa. Posivan kuvaama laadunvarmistusmenettely kattaa koko valmistusketjun materiaalin hankinnasta asentamisen vaatimuksenmukaisuuden todentamiseen. Posiva on esittänyt laadunvalvonnan menetelmiä, erityisesti savimateriaalien testausta koskevia menetelmäkehitystarpeita STUKille toimitetussa loppusijoituskonseptin kehitysohjelmassa.

Teknisten vapautumisesteiden valmistusmenetelmien kehitystyössä Posiva on edennyt pisimmälle loppusijoituskapselin osalta valmistettuaan asetetut vaatimukset täyttäviä loppusijoituskapselin osia. Loppusijoituskapselin ja erityisesti muiden teknisten vapautumisesteiden valmistamiseen ja vaatimuksenmukaisuuden todentamiseen ja tarkastamiseen liittyy kuitenkin kehitystarpeita. Posiva on laatinut loppusijoituskonseptin kehitysohjelman, jossa on esitetty suunnitelmia teknisten vapautumisesteiden valmistamiseen ja vaatimuksenmukaisuuden todentamiseen ja tarkastamiseen liittyvien kehityskohteiden osalta.

Teknisten vapautumisesteiden asentamisen

testaamiseksi Posiva on valmistanut loppusijoituskapselin ja puskurin asennuslaitteiden prototyypit, ja on vuoden 2014 aikana aloittanut näiden asennuslaitteiden testit Onkalo-alueella sijaitsevassa maanpäällisessä testaushallissa. Tunnelitäytön asennuslaitteen prototyyppi on valmisteilla ja testit alkavat nykyisen suunnitelman mukaan vuoden 2015 alussa. Loppusijoitustunnelin sulkevan tulpan valmistuskoe on aloitettu Onkalon demonstraatiotiloissa vuoden 2014 aikana. Posiva on kehitysohjelmassaan esittänyt kapseliin, puskuuriin ja tunnelitäyttöön liittyvien toteutettavuuden demonstraatioiden tavoitteet ja aikataulut. Posivan ensimmäinen täyden mittakaavan konseptin toteutettavuuden demonstraatio on ajoitettu laitosten rakentamisen ajalle ja se alkaisi nykyisten suunnitelmien mukaan aikaisintaan vuonna 2016. Asennuskokeiden tavoitteena on osoittaa, että loppusijoitusjärjestelmän osat ovat asennettavissa asetettujen tarkkuusvaatimusten mukaisesti.

Johtopäätös

Valtioneuvoston asetuksen vaatimustaso täyttyy ydinjätteen pakkausten suunnittelun ja pitkäaikaisen toimintakyvyn osoittamisen osalta rakentamislupavaiheessa. Teknisten vapautumisesteiden suunnitteluun, toteutettavuuteen ja pitkäaikaiseen toimintakykyyn liittyy kuitenkin kehityskohteita, joiden ratkaisemisesta Posiva on toimittanut STUKille suunnitelman. STUK tarkastaa edellä esitettyjen asioiden osalta yksityiskohtaisten turvallisuusvaatimusten täyttymisen oikea-aikaisesti suhteessa ydinjätelaitoksen toteutukseen.

Posiva on esittänyt käytetyn ydinpolttoaineen käsittely- ja pakkausmenettelyt sekä asettanut alustavat vaatimukset, jotka loppusijoitettavien jätepakkauksien on täytettävä. Posiva on tehnyt pitkäjänteisesti teknisten vapautumisesteiden valmistusmenetelmien kehitystyötä. Loppusijoituskapselin ja erityisesti muiden teknisten vapautumisesteiden valmistamiseen ja vaatimuksenmukaisuuden todentamiseen ja tarkastamiseen liittyy kuitenkin edelleen kehitystarpeita, jotka on toteutettava ennen loppusijoitukseen tarkoitettujen osien yksityiskohtaisten suunnitelmien viranomaiskäsittelyä ja valmistuksen aloittamista.

Teknisten vapautumisesteiden asentamisen osalta Posiva ei ole vielä osoittanut loppusijoitusjärjestelmän osien vaatimuksenmukaista asennet-

tavuutta. Posiva on esittänyt STUKille suunnitellun asennusten jatkotesteistä ja yleispiirteisen suunnitelman koko loppusijoitusjärjestelmän täyden mittakaavan testistä. Posivan on osoitettava järjestelmän osien vaatimuksenmukainen asennettavuus ennen loppusijoitustunnelien rakentamisen aloittamista.

Loppusijoituskapselin suunnittelussa on otettu huomioon käytetyn polttoaineen kriittisyysturvallisuuden asettamat vaatimukset. Loppusijoitetun polttoaineen pitkän aikavälin kattava kriittisyysturvallisuus on osoitettu konservatiivisin kriittisyysanalyysin ja rakentamislupaa varten riittävällä tavalla. Loppusijoituskapselin geometrian pitkäaikaiskehittymisen tarkasteluja on jatkettava ja kriittisyyden aiheuttamia seurauksia on tarkasteltava ennen käyttöluvahakemuksen jättämistä.

Teknisten vapautumisesteiden turvallisuustoimintojen, toimintakykytavoitteiden ja suunnitelluvaatimusten yhteyttä on selkeytettävä käyttöluvahakemuksen jättämiseen mennessä. Teknisten vapautumisesteiden toimintakyvyn osoittamisessa ja vapautumisesteiden kehittymisen kuvaamisessa mahdollisissa tulevaisuuden kehityskuluissa on vielä puutteita, jotka edellyttävät tutkimus- ja kehitystoimenpiteitä ennen käyttöluvahakemuksen jättämistä.

7.3 Pitkäaikaisturvallisuusanalyysi

4 § Loppusijoituksen pitkäaikaiset säteilyvaikutukset

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

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

1) eniten altistuvien ihmisten saaman vuosianoksen jäädä alle arvon 0,1 mSv; ja

2) muiden ihmisten saamien keskimääräisten vuosiansiannosten jäädä merkityksettömän pieniksi.

Edellä 2 momentissa tarkoitettujen ajanjaksojen jälkeisinä tarkasteluajanjaksoina on loppusijoitettavista 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 vastaavansuuruiset kuin maankamarassa olevista luonnon radioaktiivisista aineista aiheutuvat säteilyvaikutukset; ja

2) laaja-alaiset säteilyvaikutukset jäävät merkityksettömän pieniksi.

Tässä luvussa käsitellään pitkäaikaisille säteilyvaikutuksille ja vapautuville radionuklideille asetettujen raja-arvojen täyttymistä Posivan turvallisuusperustelussa. Annosrajoitusten täyttymisen yhteydessä tarkastellaan Posivan toteuttaman biosfäärianalyysin hyväksyttävyyttä. Radionuklidien vapautuminen ja kulkeutuminen maanpinnalle on osa pitkäaikaisten säteilyvaikutusten analysointia ja se käsitellään 14 §:n yhteydessä. Säteilyvaikutuksia tarkasteltaessa tässä turvallisuusarviossa vuosiannoksella tarkoitetaan valtioneuvoston asetuksessa 736/2008 esitetyn määritelmän mukaisesti ulkoisesta säteilystä vuoden ajanjaksona saatavan efektiivisen annoksen ja samana ajanjaksona kehoon joutuvista radioaktiivisista aineista saatavan efektiivisen annoksen kertymän summaa.

Säteilyannosrajoitukset

Valtioneuvoston asetuksen 736/2008 4 §:n 2 momentissa esitettyjä säteilyannosrajoituksia koskevia vaatimuksia tarkennetaan ohjeessa YVL D.5. Annosrajoitusten soveltamisessa on otettava huomioon maan ja meren korkeuseroista aiheutuvat elinympäristön muutokset. Ilmastotyyppi ja ihmisen elintavat, ravintotarpeet sekä fysiologia voidaan olettaa muuttumattomaksi. Ohje määrittelee analysoitavat altistusreitit sekä analysoitavat ihmisryhmät.

Posiva on analysoinut suljetusta loppusijoituslaitoksesta mahdollisesti vapautuvien radionuklidien aiheuttamat annokset sekä eniten altistuvalla ihmisryhmälle että muille altistuvilla yksilöillä ensimmäisen 10 000 vuoden aikana sulkemisen jälkeen. Ajallisesti tämä täyttää edellytetyn usean tuhannen vuoden analysointijakson. Analyysissä on huomioitu maan ja meren korkeuseroista aiheutuvat muutokset kuten säännöstö edellyttää.

Posivan biosfäärianalyysin perusskenaariossa ilmastotyyppi, ihmisen elintavat, ravintotarpeet ja fysiologia on oletettu muuttumattomiksi ohjeen YVL D.5 mukaisesti. Perustapauksessa

VNA:ssa asetetut annosrajat alittuvat suurella marginaalilla. Perusskenaarion lisäksi Posiva on analysoinut myös muunnelmaskaarioita, joissa kehityskulku poikkeaa perusskenaariosta. Muunnelmaskaarioissa ympäristön väestölle aiheutuvat annokset ovat suurempia kuin perusskenaariossa, mutta nekin alittavat asetetut annosrajoitukset.

Päästörajoitukset

Valtioneuvoston asetuksen 736/2008 4 §:n 3 momentissa esitetyt elinympäristöön vapautuvien radioaktiivisten aineiden määrien pitkän ajan keskiarvojen enimmäisarvot on määritetty ohjeessa YVL D.5. Nuklidikohtaisia enimmäisarvoja sovelletaan niille radioaktiivisten aineiden päästöille, jotka aiheutuvat todennäköisinä pidettävistä kehityskuluista, ja jotka voivat kulkeutua elinympäristöön vasta useiden tuhansien vuosien päästä. Radioaktiivisten aineiden päästöt voidaan laskea enintään 1 000 vuoden keskiarvoina. Nuklidikohtaisten radioaktiivisten aineiden päästöjen ja niiden sallittujen enimmäisarvojen suhdelukujen summan tulee olla pienempi kuin yksi.

Posiva on arvioinut todennäköisenä pidettävien kehityskulkujen mukaisissa laskentatapauksissa radioaktiivisten aineiden päästöt loppusijoitustilasta 10 000 vuoden jälkeisille ajanjaksoille. Peruslaskentatapauksessa oletetaan vapautumisesteille asetettujen turvallisuustoimintojen toteutuvan, poikkeuksena yksi alkuviallinen loppusijoituskapseli. Peruslaskentatapauksen ja sen muunnelmien analyysien tulokset enimmillään alittavat noin tekijällä 10000 asetetut enimmäisarvot. Turvallisuustoimintojen heikkenemistä kuvaavissa laskentatapauksissa päästöt alittavat noin tekijällä 1000 asetetut enimmäisarvot.

Johtopäätös

Posiva on esittänyt todennäköisenä pidettävien kehityskulkujen mukaisten analyysien ja turvallisuustoimintojen heikkenemistä kuvaavien analyysien tuloksina saatavat vuosiannokset ja radioaktiivisten aineiden päästöt. Posiva on verrannut tuloksia asetettuihin annos- ja päästörajoituksiin. Tulokset alittavat asetetut rajoitukset. Valtioneuvoston asetuksen 736/2008 4 § vaatimukset täyttyvät.

Pitkäaikaisturvallisuutta heikentävät epätodennäköiset tapahtumat

5 § Epätodennäköisten tapahtumien huomioon ottaminen

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 4 §:ssä tarkoitettuihin vuosiannoksen ja vapautuvien radioaktiivisten aineiden määrien raja-arvoihin nähden.

Ohje YVL D.5 tarkentaa 5 § vaatimuksia. Luonnonilmioiden aiheuttamana pitkäaikaisturvallisuutta mahdollisesti heikentävänä tapahtumana on tarkasteltava ainakin loppusijoituskapselien eheyttä uhkaavia kallioliikuntoja. Ihmisen toiminnasta aiheutuvina tapahtumina on tarkasteltava ainakin keskisyvän porakaivon tekemistä loppusijoituspaikalle ja loppusijoitettuun jätepakkaukseen osuvaa kairausta tai porausta. Tällöin oletetaan, ettei loppusijoitetusta jätteestä ole tietoa ja että tapahtuma voi sattua aikaisintaan 200 vuoden kuluttua loppusijoituslaitoksen sulkemisen jälkeen.

Posiva on tarkastellut pitkäaikaisturvallisuutta heikentävinä epätodennäköisinä tapahtumina loppusijoituskapselien vaurioittavia kallioliirroksia, loppusijoitettuun kapseliin ja loppusijoitustilaan osuvia porauksia, keskisyvän porakaivon tekemistä loppusijoituspaikalle sekä nopeaa kapselin sisäosien korroosiota.

Kallioliirrosten vaikutuksia on tarkasteltu ajanhetkinä 200, 40 000 ja 155 000 vuotta loppusijoituslaitoksen sulkemisen jälkeen. Ensimmäisestä tapauksesta on arvioitu annokset yksinkertaistulla annoskerroinmallilla. Kahdesta jälkimmäisestä on arvioitu radioaktiivisten aineiden päästöt. Lisäksi kahteen jälkimmäiseen tapaukseen on liitetty tarkastelu, jossa oletetaan puskurin eroosio kallioliirroksen jälkeen. Posiva on täydentänyt analyysiä todennäköisyyspohjaisella tarkastelulla kallioliirroksen ajankohdan vaihdella 200- 50 000 vuoden välillä.

200 vuoden kuluttua yhden loppusijoituskapselin leikkaavasta kallioliirroksista aiheutuu eniten altistuvalla henkilölle noin 3 mSv vuosiannos. Todennäköisyyspohjaisessa tarkastelussa, vuosiannoksen odotusarvo alittaa annosrajoituksen 0,1

mSv vuodessa. 40 000 ja 155 000 vuoden kuluttua tapahtuvissa kallioliirroksissa päästöt enimmäkseen alittavat noin kertaluokalla asetut rajat, kun käytetään YVL-ohjeen sallimaa 1 000 vuoden keskiarvoistusta.

Posiva on tarkastellut kuutta laskentatapausta, joissa joko loppusijoitustilaan ja kapseliin tai toiseen näistä osuu poraus tai kairaus. Analyyseissa on oletettu, että poraus tapahtuu 1 000 vuotta loppusijoitustilan sulkemisen jälkeen. Annosten odotusarvot on laskettu työntekijöille, joiden voidaan olettaa altistuvan eniten. Suurin vuosiannoksen odotusarvo on noin 3·10⁻³ mSv, joka aiheutuu kapseliin osuneesta porauksesta. Käytetty todennäköisyysarvo on 10⁻⁷.

Posiva ei ole tarkastellut 200 vuoden jälkeen mutta ennen 1 000 vuotta tapahtuvia porauksia. Mahdollisia muita seurauksia, kuten porauspaikalle jäävän radioaktiivisen aineksen tai auki jäävän kairausreiän vaikutuksia ei ole tarkasteltu. Posiva toteaa, että porauksista aiheutuvat annokset voivat olla hyvin suuria, mutta loppusijoituslaitokseen tahattomasti osuvan porauksen todennäköisyys on hyvin pieni. Tällä perusteella Posivan analyysit porauksista ja kairauksista ovat riittäviä rakentamislupavaiheessa eikä ole tarpeen vaatia lisäselvityksiä aikaisessa vaiheessa tapahtuvien porausten seurauksista eikä muista em. mainituista seikoista.

Posiva on tarkastellut keskisyvän porakaivon tekemistä loppusijoituspaikalle. Annokset arvioidaan annosmuunnoskertoimilla todennäköisenä pidettävien kehityskulkujen mukaisissa laskentatapauksissa, turvallisuustoimintojen heikkenemistä kuvaavissa laskentatapauksissa ja kapselin sisäosien nopeaa korroosiota kuvaavassa laskentatapauksessa. Suurin vuosiannos noin 4·10⁻³ mSv tulee viimeisimmässä tapauksessa noin 17 000 vuoden kuluttua loppusijoituslaitoksen sulkemisesta.

Kapselin sisäosien nopeassa korroosiossa oletetaan, että kulkeutumismuutos menetetään äkillisesti 15 000 vuoden kuluttua sulkemisesta. Aiheutuvat päästöt ovat noin kertaluokkaa alle asetettujen rajoitusten.

Johtopäätös

Posiva on tarkastellut epätodennäköisiä tapauksia, niiden todennäköisyyksiä sekä seurauksena olevien annosten ja radioaktiivisten aineiden pääs-

töjen suuruuksia ja odotusarvoja. Posiva on verrannut laskettuja tuloksia annos- ja päästörajoi-
tuksiin. VNA:n 5 §:n vaatimukset täyttyvät.

Turvallisuusperustelu

14 § Pitkäaikaisturvallisuus

*Pitkäaikaisturvallisuutta koskevien säteily-
turvallisuusvaatimusten täytyminen sekä lop-
pusijoitusten menetelmän ja loppusijoituspaikan so-
veltuvuus on osoitettava turvallisuusperustelulla,
jossa on tarkasteltava sekä todennäköisinä pi-
dettäviä kehityskulkuja että pitkäaikaisturvalli-
suutta heikentäviä epätodennäköisiä tapahtumia.
Turvallisuusperustelu muodostuu kokeellisiin tut-
kimuksiin perustuvasta numeerisesta analyysistä
sekä täydentävistä tarkasteluista siltä osin kuin
kvantitatiiviset analyysit eivät ole mahdollisia tai
niihin sisältyy huomattavia epävarmuuksia.*

*Edellä 4 §:ssä tarkoitetun eniten altistuvien
ihmisten säteilyaltistuksen raja-arvon alittuminen
on osoitettava tarkastelemalla sellaista loppusijoi-
tuspaikan lähiympäristöstä ravintonsa hankkivaa
yhteisöä, johon kohdistuu suurin säteilyaltistus.
Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten lisäksi on tar-
kasteltava mahdollisia vaikutuksia eläin- ja kas-
vilajiin.*

Turvallisuusperustelussa on osoitettu raken-
tamislupavaiheeseen riittävällä tavalla pitkäai-
kaisturvallisuusvaatimusten täytyminen, mutta
siinä käytetyt menetelmät, erityisesti tarkastel-
tavien kehityskulkujen valintaperusteet, vaativat
jatkokehitystä käyttölupahakemusvaiheeseen.
Pitkäaikaisturvallisuudelle asetetun annosrajoit-
uksen ja radioaktiivisten aineiden päästörajoi-
tusten täytyminen osoitetaan laskennallisella
turvallisuusanalyysillä, jossa analysoidaan loppu-
sijoituksen turvallisuutta uhkaavien kehityskul-
kujen mukainen radionuklidien vapautuminen ja
kulkeutuminen. Laskennallinen turvallisuusana-
lyysi on johdonmukainen ja järjestelmällisesti to-
teutettu.

STUK on teettänyt riippumattomia vertailu-
laskelmia Posivan laskentatapauksista. Näiden
laskelmien tuloksissa ei ole havaittu merkittäviä
eroja Posivan esittämiin tuloksiin.

Posivan turvallisuusanalyysi perustuu deter-
ministiseen laskentaan, mutta sitä on täydennetty
todennäköisyysperusteisella herkkyystar-
kastelulla. Herkkyystar-
kastelu on tehty valitulle joukolle
laskentatapauksia, joissa tarkastellaan radionu-

klidien vapautumista ja kulkeutumista kallio-
perässä. Herkkyystar-
kastelussa on tunnistettu
turvallisuusanalyysin merkittävät parametrit ja
tarkastelu on riittävä rakentamislupavaiheessa.
Käyttölupahakemuksen yhteydessä herkkyystar-
kasteluja on tehtävä kattavammin eri skenaarioi-
den mukaisille laskentatapauksille sekä radionu-
klidien kulkeutumiselle biosfäärissä.

VNA:n 14 §:n 2 momentin ihmisten altistumista
koskevalle arvioinnille esitetään yksityiskohtaiset
vaatimukset ohjeessa YVL D.5. Eniten altistuvien
ihmisten annosrajoitus, 0,1 mSv vuodessa, tarkoi-
taa keskimääräistä yksilöannosta loppusijoitus-
paikan lähiympäristössä asuvassa omavaraisessa
perhe- tai pienkyläyhteisössä, johon kohdistuu
suurin säteilyaltistus eri altistusreittien kautta.
Lisäksi tulee tarkastella edellä mainitun yhteisön
lisäksi suuren järven tai merenrannikon ympäris-
tössä asuvien laajempien ihmisjoukkojen saamia
keskimääräisiä vuosiannoksia.

Turvallisuusanalyysin biosfääriosassa Posiva
on ottanut huomioon pienen järven ja maape-
rään tehdyn kaivon eniten altistuvaan ihmisryh-
mään kohdistuvan säteilyannoksen laskennassa.
Altistusreittinä analyysissä on tarkasteltu kon-
taminoitunutta vettä talous-, kastelu- ja eläinten
juomavetenä sekä kontaminoituneita luonnontuot-
teita vesi- ja maaympäristöstä ja maanviljelys-
tuotteita ravintona ohjeen YVL D.5 edellyttämällä
tavalla. Eniten altistuvan ihmisryhmän lisäksi
Posiva on tarkastellut mahdollisia annoksia laa-
jemmalle ihmisjoukolle. Tarkastuksen kannalta
biosfäärimalli ei ole dokumentoitu täysin jäljitet-
tävästi, mutta kokonaisuutena Posivan kehittämä
biosfäärimalli on vaatimustenmukainen.

Turvallisuusperusteluun kuuluu systemaatti-
nen skenaarioiden muodostaminen, jolla hallitaan
loppusijoitusjärjestelmän kehittymisen epävar-
muutta. Posiva on muodostanut loppusijoitustilan
perusskenaarion olettamalla yhden tai muutaman
alkuvillisen loppusijoituskapselin muiden vapau-
tumisesteiden toimiessa ennakoitusti täyttäen
niiden turvallisuustoiminnoille asetetut toiminta-
kykytavoitteet. Muunnelskenaariot on Posivan
mukaan muodostettu tunnistamalla satunnaisia,
radionuklidien vapautumiseen johtavia poikkeaa-
mia ja häiriöskenaariot ottamalla huomioon ohjeen
YVL D.5 edellyttämät pitkäaikaisturvallisuutta
heikentävät epätodennäköiset tapahtumat.

Posiva on määritellyt skenaariot loppusijoitus-

järjestelmän mahdollista tulevaa käyttäytymistä kuvaavina kehityskulkuina, jotka voivat johtaa loppusijoituskapselien vikaantumiseen ja radionuklidien vapautumiseen. Käyttölupahakemuksessa Posivan on systemaattisemmin ja laajemmin tarkasteltava odotettavissa olevasta kehittämisestä poikkeavissa kehityskuluissa mahdollisuutta, että yksi tai useampi toimintakykytavoite ei täyty, sekä tarkasteltava selkeämmin myös muiden vapautumisesteiden kuin loppusijoituskapselin laatupoikkeamia. Tällainen muunnelma- ja häiriöskenaarioissa tapahtuva tarkastelu edellyttää näkemyksen muodostamista turvallisuustoimintojen mahdollisista heikentymisistä niille asetettujen toimintakykytavoitteiden kriteerien osoittaman toiminta-alueen ulkopuolella.

Posiva on määrittänyt vapautumisesteitä koskevat turvallisuustoiminnot ja toimintakykytavoitteet. Posiva on määrittänyt toimintakykytavoitteet vapautumisesteen mitattavan tai arvioitavissa olevan ominaisuuden avulla silloin, kun se on ollut mahdollista. Kuitenkin useimmista toimintakykytavoitteista puuttuu tätä ominaisuutta määrittävä kriteeri, jonka täyttymisen katsotaan varmistavan turvallisuustoiminnot toteutumisen. Posiva ei esitä selkeästi, miten se on määrittänyt vapautumisesteiden turvallisuustoiminnoille asettamansa toimintakykytavoitteet.

Posivan esittämä vapautumisesteiden toimintakyvyn analyysi ei tue yksiselitteisesti asetettuja toimintakykytavoitteita selkeiden perustelujen ja erityisesti kriteerien puuttumisen vuoksi. Tästä syystä STUKin on ollut vaikea arvioida turvallisuustoiminnoille asetettujen toimintakykytavoitteiden perustelun riittävyyttä. Lisäksi teknisten vapautumisesteiden ennakoitun toiminnan ja loppusijoitusjärjestelmän suunnittelun välinen yhteys jää osin epäselväksi.

Posiva on täydentävien tarkastelujen avulla parantanut turvallisuusperustelun luotettavuutta varsinkin toimintakykyanalyysin osalta. Täydentävät tarkastelut sisältävät pitkäaikaisturvallisuusarviota tukevia perusteluja, joita ei voida suoraan kvantitatiivisesti arvioida, mutta joilla on merkitystä ilmiöiden ymmärtämisessä ja erilaisien ratkaisujen perusteluissa. Posivan mukaan tällaisia voivat olla sellaiset kvalitatiiviset täydentävät tarkastelut, joita ei ole esitetty muualla Posivan kvantitatiivisessa turvallisuusarvioaineistossa. Täydentävät tarkastelut voivat parantaa

toimintakykyanalyysin ja turvallisuusperustelun luotettavuutta, mutta eivät sovellu epävarmuuksien kvantitatiiviseen pienentämiseen. Posivan turvallisuusperustelun luotettavuutta parantavat täydentävät tarkastelut voidaan todeta riittäviksi tässä lupavaiheessa.

Muun elollisen luonnon suojelu

Vaativuudesta, joka koskee loppusijoituksen mahdollisia vaikutuksia kasvi- ja eläinlajeihin, tarkennetaan ohjeessa YVL D.5. Loppusijoituksella ei saa olla haitallisia säteilyvaikutuksia kasvi- tai eläinlajeihin. Tämän osoittamiseksi on arvioitava tyypillisiä säteilyannoksia loppusijoituspaikan ympäristön maa- ja vesialueiden eliöstöissä, kun oletetaan eliöstön säilyvän nykyisenkaltaisena. Arvioidun säteilyaltistuksen on jäätävä selvästi pienemmäksi kuin niiden annosten, joista parhaan käytettävissä olevan tiedon mukaan voisi aiheutua merkittävää haittaa jollekin eliöpopulaatiolle.

Posivan käyttämä menetelmä vaikutusten arvioinnista muuhun elolliseen luontoon on ajanmukainen ja vastaa hyviä käytäntöjä. Posiva on esittänyt absorboituneen annoksen kertymisnopeudet kasveille ja eläimille. Suurin annosnopeus peruslaskentatapauksessa on $2,6 \cdot 10^{-7}$ µGy/h haulle makeassa vesiympäristössä. Suurin annosnopeus kaikista laskentatapauksista on $1,3 \cdot 10^{-4}$ µGy/h soralle makeassa vesiympäristössä. Arvioidut annosnopeudet alittavat suurella marginaalilla nykytiedon valossa arvioidun terveille eläinpopulaatioille haitallisen annosnopeuden.

Johtopäätös

Posiva on esittänyt turvallisuusperustelun riittävässä laajuudessa rakentamislupavaiheessa. Laskennallisen turvallisuusanalyysin tulokset ja muut turvallisuusperustelussa esitetyt seikat riittävät osoittamaan vaatimusten täyttymisen.

Posivan tapa muodostaa skenaarioita on riittävä rakentamislupavaiheessa. Posivan skenaarioiden muodostamisen tavan on käyttölupahakemuksen jättämiseen mennessä oltava rakentamislupahakemusaineiston turvallisuusperustelussa esitettyä selkeämpi ja systemaattisempi, jotta voidaan helpommin arvioida skenaarioiden kattavuutta loppusijoitusjärjestelmän mahdollisten kehityskulkujen suhteen. Käyttölupavaiheessa tulee myös perustella nykyistä selkeämmin turvallisuusperustelussa esitettävien skenaarioiden

valinta. Posivan skenaarioiden tulee tällöin myös osoittaa laaja-alaisempaa varautumista vapautumisesteiden laatupoikkeamiin.

Posivan on yhdistettävä matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoittamisen vaikutukset koko loppusijoitusjärjestelmän kattavaan skenaario- ja turvallisuusanalyysiin käyttölupahakemukseen mennessä.

Posivan on käyttölupahakemuksen jättämiseen mennessä määriteltävä rakentamislupahakemusaineistossa esitettyä yksikäsitteisemmin vapautumisesteiden turvallisuustoiminnoille asetetut toimintakykytavoitteet. Kunkin toimintakykytavoitteen on tällöin sisällettävä vapautumisesteen mitattavaa tai arvioitavissa olevaa ominaisuutta kuvaavan kriteerin, jonka täytyminen varmistaa turvallisuustoiminnon toteutumisen.

7.4 Turvallisuusperustelun luotettavuus

15 § Turvallisuusperustelun luotettavuus

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.

VNA 15 §:ssä esitettyjä vaatimuksia tarkennetaan ohjeen YVL D.5 liitteessä käytettävissä olevien menetelmien osalta ja esitetään vaatimus sisällyttää turvallisuusperusteluun arvio, miten luotettavasti turvallisuusvaatimukset täyttyvät ja mitkä ovat merkittävimmät luotettavuuteen vaikuttavat epävarmuudet.

Posivan rakentamislupahakemusaineistossa turvallisuusperustelu ja alustavassa turvallisuusselosteessa esitetty yhteenvedo käsittelevät pitkäaikaisturvallisuutta. Turvallisuusperustelun luotettavuuden kannalta keskeisimmät raportit ovat turvallisuusperustelun yhteenvedo, mallit ja lähtötiedot ja radionuklidien kulkeutumisanalyysit sekä toimintakykyanalyysi.

Posivan analyysit sekä lähtötiedot ovat suurelta osin tieteellisesti riittävän korkealaatuisia ja konservatiivisia rakentamislupavaiheeseen.

Posiva on turvallisuusperustelussa esittänyt turvallisuustoiminnot ja esittää avoimet turvallisuuskysymykset sekä niihin liittyvät epävarmuudet. Posiva perustelee loppusijoituksen turvallisuutta turvallisuustoimintojen avulla.

Konseptuaalisten mallien avulla kuvataan turvallisuustoimintoja ja niihin vaikuttavia tekijöitä. Ne ovat keskeisessä asemassa muodostettaessa näkemystä turvallisuustoiminnon heikkenemisestä ja sen laajuudesta. Posiva ei esitä turvallisuusperusteluaineistossa konseptuaalisia malleja kaikkien turvallisuustoimintojen osalta. Matemaattisten mallien ja lähtötietojen voidaan todeta olevan riittävästi esitetty rakentamislupavaiheessa. Posiva on muodostanut joukon skenaarioita ja niihin perustuen laskentatapauksia, joiden tueksi on esitetty täydentäviä laskelmia sekä todennäköisyyspohjainen herkkyysanalyysi.

Posiva on tiedonhallinta- sekä laadunhallintamenettelyjen avulla lisännyt turvallisuusperustelun luotettavuutta. Kuitenkin eri vaiheissa laadituissa aineistoissa esitetyissä lähtötiedoissa on havaittu ristiriitaisuuksia. Tästä syystä analyysien lähtötietojen yhdenmukaisuutta on parannettava esimerkiksi ”jäädettämällä” käytettävät lähtötiedot riittävän ajoissa, jotta ne ovat yhtenäiset käyttölupahakemukseen yhteydessä toimitettavaa turvallisuusperustelua varten.

Yleisesti ottaen lähtötietojen ja mallien luotettavuus voidaan todeta riittäväksi rakentamislupavaiheessa.

Vaikka turvallisuusperustelun voidaan todeta olevan luotettava, Posivan esittämä turvallisuusperustelu vaatii kehittämistä. Turvallisuusperustelun yhteenvedossa ymmärrettävämpi ja yksikäsitteisempi kuvaus vapautumisesteiden kehittymisestä, turvallisuusmerkityksellisimpien parametrien ja tärkeimpien vapautumisesteiden tunnistaminen sekä yhteenvedo epävarmuusanalyysistä, ja tämän vertaaminen konseptin kehitysohjelmaan, helpottaisivat turvallisuusperustelun luotettavuuden arviointia.

Lisäksi turvallisuusperustelun laatimiseen liittyvät menetelmät vaativat jatkokehitystä ennen käyttölupahakemuksen toimittamista. Skenaarioiden muodostamisen on oltava nykyistä systemaattisempi ja kattavampi sekä paremmin

seurattavissa turvallisuusperustelun kuvauksessa. Turvallisuustoiminnot ja toimintakykytavoitteet on määriteltävä siten, että vapautumisteiden toimintakyky ja heikentyneestä toimintakyvystä johdettavat skenaariot voidaan arvioida yksiselitteisemmin.

Turvallisuusperustelun rakenne ja esitystapa vaativat kehittämistä, jotta turvallisuusvaatimusten täyttyminen on helpommin todettavissa.

Turvallisuusperustelussa tehtyjen viittausten on oltava selkeitä ja viitattujen aineistojen on oltava saatavissa käyttölupahakemusta jätettäessä.

Turvallisuusperustelun on lisäksi katettava koko loppusijoitusjärjestelmä, jolloin myös matala- ja keskiaktiivisen jätteen turvallisuusanalyysin on

oltava yhdistettynä käytetyn polttoaineen loppusijoittamisen turvallisuusperusteluun.

Johtopäätös

Turvallisuusperustelun luotettavuus on tarkastuksen perusteella riittävä rakentamislupavaiheessa. Toimintakyky- ja turvallisuusanalyysi vaativat kuitenkin lisätyötä ja muutoksia turvallisuusperustelun luotettavuuden lisäämiseksi ennen käyttölupahakemuksen jättämistä.

Turvallisuusperustelussa Posiva ei ilmaise aina selvästi omaa kantaansa turvallisuuteen liittyvissä asioissa tai perustelee tehtyjä valintoja. Jatkossa Posivan on esitettävä selkeämmin johtopäätöksensä ja niiden perustelut.

8 Posivan suunnitelma ydinaseiden leviämisen estämiseksi tarpeellisen valvonnan järjestämisestä

Ydinmateriaalivalvonnan perusta

Ydinmateriaalivalvonta perustuu kansainvälisiin sopimuksiin; Ydinsulkusopimus, INFCIRC/140, Valvontasopimus, INFCIRC/193, Valvontasopimuksen lisäpöytäkirja, INFCIRC/193a8, Euratom Treaty. Jokaisen ydinennergian käyttöä Suomessa suunnittelevan tai harjoittavan vastuulla on huolehtia osaltaan siitä, että Suomi voi valtiona täyttää sitä koskevat kansainvälisten sopimusten mukaiset velvoitteet.

Ydinenergia-asetuksen 35 §:n 7 kohdan vaatimusten mukaisesti Posiva on rakentamislupahakemuksen yhteydessä toimittanut Säteilyturvakeskukselle suunnitelman ydinaseiden leviämisen estämiseksi tarpeellisen valvonnan järjestämisestä. Ydinenergia-asetuksen 118 b §:n perusteella ydinennergian käyttö on suunniteltava ja toteutettava siten, että ydinennergialaissa ja sen nojalla annetuissa säännöksissä sekä Euratom-sopimuksessa ja sen nojalla annetuissa määräyksissä (kuten Euroopan komission asetus No 302/2005) säädetyt ja määrätyt ydinmateriaalivalvontaa koskevat velvoitteet täytetään.

Posivan suunnitelmassa on käsitelty vaaditut asiat yleisellä tasolla, ja joissakin teknisissä ratkaisuissa on esitetty vaihtoehtoja ja viitattu tulevaan kehitystyöhön. Posivan ydinjätelaitos on maailman ensimmäinen tämän tyyppinen ydinlaitos eikä IAEA:n ja Euroopan komission valvontatoimenpiteet ole vielä kaikilta osin selvillä. IAEA:n ja komission valvontatoimenpiteet voivat vaikuttaa ydinjätelaitoksen yksityiskohtaisiin suunnitelmiin, joten lopullista ydinmateriaalivalvonnan suunnitelmaa ei Posivalta voida tässä vaiheessa vaatia.

Posivan ydinmateriaalivalvonta tutkimustilan rakentamisen ja käytön aikana

STUK on valvonut tutkimustila Onkalon rakentamista samojen periaatteiden mukaisesti kuin ydinlaitoksen rakentamista. Posiva on ydinsulkukäsikirjansa mukaisesti toimittanut STUKille valvonnan edellyttämät tiedot, jotka STUK on tarkastanut. Samalla on varmistuttu myös siitä, että Onkalossa ei ole ydinaseiden leviämisen kannalta merkityksellisiä ilmoittamattomia tiloja tai toimintoja. Posiva on toimittanut laitosten tekniset perustiedot IAEA:n ja Euroopan komission valvontaa varten ja STUK on ilmoittanut IAEA:n valvontasopimuksen lisäpöytäkirjan mukaisesti Posivan laitosalueen. IAEA ja Euroopan komissio ovat tarkastaneet Posivan laitosalueen ja Onkalon, ja antaneet tarkastuksista lausunnot, joissa ei ole ollut huomautuksia Suomelle tai Posivalle.

Loppusijoituslaitoksen sulkemisen jälkeinen ydinmateriaalivalvonta

Posivan hakemus ei ota kantaa loppusijoituslaitoksen sulkemisen jälkeiseen valvontaan. Ydinsulkusopimuksen mukaisen valvontasopimuksen artiklan 11 mukaan ydinaineet ovat IAEA:n valvonnassa, kunnes niitä on käytännössä mahdotonta palauttaa. Posivan loppusijoittama polttoaine on mahdollista palauttaa myös loppusijoituslaitoksen sulkemisen jälkeen (Rakentamislupahakemus liite 17), tosin huomattavin kustannuksin ja suurella työpanoksella. Näin ollen ydinmateriaalivalvonta ei lopu toiminnan loppuessa, vaan se jatkuu ainakin niin kau-

an kuin valvontasopimus on voimassa. Käytetty polttoaine ei ole ominaisuuksiensa vuoksi hyvin ydinasetarkoitukseksi sopivaa. Loppusijoitetun polttoaineen käytettävyys ydinasetarkoitukseen paranee kuitenkin usean tuhannen vuoden aikana, joten pitkäaikainen IAEA:n valvonta on perusteltua. Ydinenergialain mukaisten ydinjätehuoltovelvollisten huolehtimisvelvollisuus lakkaa laitoksen käytöstä poiston ja sulkemisen jälkeen, kun valtiolle on suoritettu kertakaikkinen maksu loppusijoitettujen ydinjätteiden tarkkailusta ja

valvonnasta. Tämän jälkeen valtion on huolehdittava suljetun ydinjätelaitoksen ydinmateriaalivalvonnan velvoitteista.

Johtopäätös

Posiva on suunnitelmassaan huomioinut tiedossa tai odotettavissa olevat valvontatarpeet ja niiden mahdollistamisen. Posivan suunnitelmassa ei ole havaittu asioita, jotka estäisivät ydinmateriaalivalvonnan toteuttamisen Posivan loppusijoituslaitoksessa.

9 Valmiusjärjestelyt

Yleistä

Alustava valmiussuunnitelma kuuluu YEA 35 §:n mukaisiin asiakirjoihin, jotka toimitetaan STUKille rakentamislupahakemuksen yhteydessä. Valtioneuvoston asetuksen ydinvoimalaitoksen valmiusjärjestelyistä (716/2013) 1 §:n mukaan asetuksessa säädetään ydinvoimalaitoksen valmiusjärjestelyistä, mutta sitä sovelletaan myös muihin ydinlaitoksiin ja ydinjätteiden kuljetuksiin siten kuin niistä aiheutuva vaara edellyttää.

Kapselointilaitoksella ei sen rakentamisen aikana voi syntyä valmiustilanteita ennen kuin laitokselle tuodaan käytettyä polttoainetta. Posiva on kuitenkin varautunut useiden vuosien ajan TVO:n Olkiluodon käyvien laitosyksiköiden mahdollisiin onnettomuustilanteisiin. Onkalon rakennustyömaalla työskentelevät henkilöt on koulutettu valmiustilanteiden varalle. Alueelle on laadittu Onkalo-työmaan turvallisuussuunnitelma ja järjestetty kokoontumispaikat mahdollista evakuointia varten. Työmaa on otettu huomioon myös Olkiluodon voimalaitoksen valmiussuunnitelmassa ja -ohjeissa sekä TVO:n valmiusorganisaation koulutuksessa ja harjoituksissa.

Valmiusjärjestelyjen suunnittelu

Posivan rakentamislupahakemuksen alustavan turvallisuusselosteen aihekohtaisessa raportissa ”Olkiluodon kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käyttöturvallisuusanalyysi” on arvioitu laitosten käyttöturvallisuutta sekä normaalikäytöstä ja häiriö- ja onnettomuustilanteista aiheutuvia säteilyannoksia laitoksen työntekijöille ja ympäristön asukkaille. Posiva tarkentaa jatkossa vakavampien, ympäristöpäästöjä aiheuttavien onnettomuustilanteiden säteilyannosten arvioita ja varhaisvaiheen suojelutoimien tarvetta eri etäisyyksillä kapselointi- ja loppusijoituslaitoksesta. Tuloksia käytetään hyväksi, kun laaditaan valmiussuun-

nitelmaa käyttölupahakemusta varten ja ulkoista pelastussuunnitelmaa.

Posivan valmiusjärjestelyt sovitetaan yhteen laitoksen käyttötoiminnan, palontorjunnan ja turvajärjestelyjen kanssa sekä viranomaisten ydinvoimalaitosonnettomuuden varalta laatiman ulkoisen pelastussuunnitelman kanssa.

Alustavassa valmiussuunnitelmassa on kuvattu valmiustilanteissa tarvittavat tilat, laitteet ja varusteet mukaan lukien luotettavat viesti- ja hälytysjärjestelmät sekä tiedonsiirtoyhteys prosessiparametrien ja säteily- ja säätietojen välittämiseen. Suunnitelmassa on kuvattu säteilytilanteen selvittämistä ja päästöjen arviointia sekä tilanearvion muodostamista häiriö- tai onnettomuustilanteessa.

Posiva varmistaa henkilöstön turvallisuuden valmiustilanteissa. Alustavassa valmius-suunnitelmassa on kuvattu kokoontumispaikat kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen toiminnan aikana, henkilöstön dekontaminointimenettelyt ja säteilyvalvonnan suojavarusteet ja mittalaitteet. Posivan onnettomuustilanteita varten ei tarvitse varata joditabletteja työntekijöille eikä ympäristön asukkaille, koska pitkään varastoitu polttoaine sisältää vain pieniä määriä jodi-129 isotooppia. Joditabletit on kuitenkin varattu Olkiluodon käyvien laitosyksiköiden mahdollisten onnettomuustilanteiden varalle.

Posiva on kuvannut alustavassa valmiussuunnitelmassa valmiusorganisaation johtamisjärjestelyt, valmiuspäällikön valtuudet ja vastuut sekä valmiusorganisaation kokoonpanon, tehtäväalueet, toimintavalmiuden ja resurssit. Posivan tarkoituksena on hyödyntää myös TVO:n Olkiluodossa olevia resursseja ja infrastruktuuria valmiustoiminnan ylläpidossa, työnjako tarkentuu viimeistään käyttölupahakemuksen yhteydessä.

Toimintavalmius

Posivan valmiustilat voidaan alustavan valmiussuunnitelman mukaisesti ottaa käyttöön, kun nostinlaiterakennus ja siinä sijaitseva valmiuskeskus ovat valmistuneet ja varustettu käyttökuntoon. Tilat, laitteet ja yhteydenpitovälineet testataan koekäyttövaiheessa ennen käyttöluvan myöntämistä pelastusviranomaisten kanssa järjestettävässä yhteistoimintaharjoituksessa.

Alustavassa valmiussuunnitelmassa on kuvattu Posivan valmiusorganisaatiolle ja Posivan valmiustoimintaan osallistuvalla TVO:n henkilöstölle järjestettävää valmiuskoulutusta ja –harjoituksia ja valmiuskoulutussuunnitelmien laatimista. Ennen laitoksen käyttöönottoa ja käyttövaiheessa tehdään säännöllisiä sisäisiä ja riippumattomia arviointeja valmiusjärjestelyjen toimivuuden varmistamiseksi. Myös muulle Posivan henkilöstölle ja alueella tilapäisesti työskentelevälle henkilöstölle järjestetään koulutusta toiminnasta valmiustilanteen aikana.

Toiminta valmiustilanteessa

Alustavassa valmiussuunnitelmassa on kuvattu Posivan toimintaa valmiustilanteessa sekä yhteydenpitoa ja yhteistoimintaa ja valmiustilanteiden luokitusta ja sen perusteella tehtäviä ilmoituksia viranomaisille. Toiminta ohjeistetaan tarkemmin valmiusohjeissa. Suunnitelmassa on esitetty valmiuspäällikön valtuudet ja vastuut sekä varautuminen ja toiminta turvajärjestelyjä koskevassa uhkatilanteessa. Suunnitelmassa on kuvattu myös menettelyt valmiustilanteen purkamiseksi ja jälkitoimenpiteiden suorittamiseksi sekä kuljetusten turvallisuusperiaatteet.

Pelastustoimintaan liittyvät toimenpiteet

Posiva osallistuu tarvittavilta osin ulkoisen pelastussuunnitelman laatimiseen ja siihen liittyvän koulutuksen järjestämiseen. Ulkoisen pelastussuunnitelman laatimisessa ja toimenpiteiden mitoittamisessa hyödynnetään rakentamisvaiheen

aikana tarkennettavia onnettomuusanalyyssejä. Posiva osallistuu käyttöönottovaiheessa yhteistyössä pelastusviranomaisten kanssa väestölle ennakkoon annettavan tiedotteen valmisteluun. Lähialueen asukkaille lähetettävä tiedote voidaan yhdistää TVO:n vastaavaan tiedotteeseen koskemaan koko Olkiluodon aluetta. Suunnitelmat pelastustoimintaan liittyvistä toimenpiteistä esitetään tarkemmin käyttöluvahakemuksen yhteydessä toimitettavassa valmiussuunnitelmassa ja toimintaohjeissa.

Sisäministeriön lausunto

STUK pyysi kirjeellä (1/H41501/2014, 10.1.2014) sisäministeriön pelastusosastolta (pelastusosasto) ydinenergia-asetuksen 37 § ja työ- ja elinkeinoministeriön lausuntopyynnön mukaista lausuntoa Posivan valmiusjärjestelyjen alustavasta suunnitelmasta 29.11.2013 (versio 2). Pelastusosasto toimitti STUKille lausuntonsa (SMDno/2014/104, 24.2.2014). Lausunnossaan pelastusosasto muun muassa pitää kannatettavana Posivan pyrkimyksiä hyödyntää TVO:n olemassa olevia resursseja ja infrastruktuuria valmiustilanteisiin varauduttaessa ja painottaa yhteistyötä myös väestölle tiedottamisessa. Edelleen pelastusosasto pitää tärkeänä yhteistyötä paikallisen pelastuslaitoksen sekä pelastustoimeen osallistuvien tahojen ja Posivan välillä.

Johtopäätös

Posiva on toimittanut rakentamislupahakemuksen yhteydessä alustavan valmiussuunnitelman ja sen päivitykset, jotka STUK on tarkastanut. STUK on huomionnut arviossaan myös sisäministeriön lausunnon. STUK on hyväksynyt Posivan valmiusjärjestelyjen alustavan suunnitelman kirjeellä 3/H41501/2013, 3.4.2014. Olkiluodon kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen valmiusjärjestelyjen suunnittelu ja suunnitelmat toimenpiteistä laitospaikalla ovat riittäviä.

10 Turvajärjestelyt

YeL 7 § Turva- ja valmiusjärjestelyt ja muut niihin verrattavat järjestelyt

Ydinenergian käytön edellytyksenä on, että turvajärjestelyt ja valmiusjärjestelyt sekä muut järjestelyt ydinvahinkojen rajoittamiseksi ja ydinenergian käytön turvaamiseksi lainvastaiselta toiminnalta ovat riittävät.

Turvajärjestelyjä koskevia tarkempia vaatimuksia luvanhaltijalle on esitetty ydinenergia-laissa, valtioneuvoston asetuksessa ydinenergian käytön turvajärjestelyistä (734/2008) sekä STUKin julkaisemissa ohjeissa YVL A.11 Ydinlaitoksen turvajärjestelyt, A.12 Ydinlaitoksen tietoturvallisuuden hallinta, D.2 Ydinaineiden ja ydinjätteen kuljetus sekä asiakirjassa Ydinenergian ja säteilyn käytön suunnitteluperusteuhka (STUKin päätös 2/Y42217/2013). STUK on käsittelyssään arvioinut sille toimitettua rakentamislupahakemusaineistoa turvajärjestelyjen osalta edellä mainittuja vaatimuksia vasten.

Rakentamislupaa haettaessa on STUKille YeA 35 § 1 momentin 5) kohdan mukaisesti esitettävä alustavat suunnitelmat turva- ja valmiusjärjestelyiksi. Saman asetuskohdan 2 momentin mukaisesti luvanhakijan on lisäksi toimitettava Säteilyturvakeskukselle muut Säteilyturvakeskuksen tarpeelliseksi katsomat selvitykset.

Posiva on toimittanut STUKille eri vaiheissa turvajärjestelyjä koskevia asiakirjoja, joista suurin osa on turvallisuusluokiteltu STUKissa julkisuuslain 24.1 § 7k) ja YeL 78 §:n mukaisesti eri suojaustasoihin. Tässä julkisessa turvallisuusarviossa ei ole esitetty yksityiskohtia turvajärjestelyistä edellä mainitusta syystä.

STUK on hyväksynyt turvajärjestelyjä koskevat asiakirjat, joissa on yksityiskohtaisesti esitetty, miten luvanhakija aikoo toteuttaa sille kuuluvat turvajärjestelyt, sekä rakentamisen että käytön aikana. Rakentamisvaiheessa ei edellytetä samo-

ja turvajärjestelyjä kuin käytön aikana, koska rakentamisen aikana mahdolliset lainvastaisen toiminnan seuraukset ovat merkittävästi vähäisemmät ihmisille ja ympäristölle kuin käytön aikana. Tämä johtuu mm. siitä, että rakentamisen aikana suunnitelluissa kapselointi- ja loppusijoituslaitoksissa ei ole käytettyä ydinpolttoainetta. Tätä riskitietoista, luokittelevaa lähestymistapaa sovelletaan arvioitaessa turvajärjestelyjen riittävyyttä YeL 7 §:n mukaisesti. Tämä on esitetty myös IAEA:n suosituksessa turvajärjestelyiksi (Nuclear Security Recommendations on Physical Protection of Nuclear Material and Nuclear Facilities, NSS 13, INFCIRC/225/Rev. 5) luokittelevan lähestymistavan periaatteena (Fundamental Principle H: Graded Approach).

Aineiston perusteella Posiva on käyttänyt turvajärjestelyjen suunnittelussa ja arvioinnissa suunnitteluperusteuhkaa ja riskianalyysijä sekä analysoinut suojaustarpeita. Ydinjätelaitoksen suunnittelussa on esitetty tietoturvallisuusperiaatteet, syvyysuuntaisen turvallisuusperiaatteen mukaisesti eri turvajärjestelyvyöhykkeet ja huomioitu tärkeiden rakenteiden ja järjestelmien suojaaminen.

Posiva on esittänyt rakentamisen aikaisten turvajärjestelyjen suunnitelman sekä turvaorganisaation kokoonpanon ja sille kuuluvat tehtävät, valvonta- ja viestintävälineet, suojavälineet ja voimankäyttövälineet. Turvavalvonnan osalta Posiva on kuvannut siihen liittyvien toimivaltuuksien mukaisesti menettelytavat, joilla turvavalvontaa toteutetaan. Lisäksi Posiva on esittänyt voimakeinojen käytön periaatteet ja niihin liittyvät menettelytavat, turvallisuusselvitysmenettelyt, suunnitelmat ja perustelut turvajärjestelyjen toteuttamiseksi, menettelytavat ydinlaitoksella asioimiseksi sekä henkilö- ja tavaraliikenteen valvomiseksi. Aineistossa on myös esitetty suunnitelma häly-

tys- ja johtokeskuksen toiminnalle, menettelytavat uhkatilanteiden varalle ja ilmoitusten tekemiseksi säteilyturvakeskukselle.

Posivan ja TVO:n yhteinen turvaohjesääntö on vahvistettavana STUKissa YeL 7 n §:n mukaisesti. STUKin näkemyksen mukaan sen tulee olla voimassa ennen kuin rakentaminen aloitetaan, jotta turvajärjestelyt ovat riittävällä tasolla rakentamisen aikana. Siinä määritellään mm. turvaorganisaation johtaminen ja organisointi, varustus sekä voimakeinojen käyttö. Se on olennainen asiakirja, koska turvahenkilöiden toimivaltuuksien käyttö edellyttää voimassa olevaa turvaohjesääntöä.

Turvajärjestelyiden hallinnollisissa, teknisissä ja toiminnallisissa järjestelyissä, mukaan lukien tietoturvaluus on vielä kehitettävää ennen kuin rakentaminen aloitetaan. Näitä asioita käsitellään STUKin päätöksessä Posivan turvajärjestelyistä. Niitä ei esitetä tässä turvallisuusarviossa, koska turvajärjestelyitä käsittelevä päätös on salassa pidettävä ja turvallisuusluokiteltu sen sisällön perusteella.

STUK pyysi kirjeellä (2/H42217/2014, 26.9.2014) sisäministeriöltä lausuntoa YeA 37 §

3 momentin perusteella Posivan turvajärjestelyjä koskevasta rakentamislupahakemusasiakirjoista. Sisäministeriö toimitti STUKille lausuntonsa SMDno-2014-2458, 27.10.2014 (lausunto on turvallisuusluokiteltu JulkL 621/1999 24.1 § 7k) perusteella suojaustasoon III – Luottamuksellinen). STUK ottaa sisäministeriön havainnot huomioon turvajärjestelyjä koskevassa päätöksessään.

Johtopäätös

YeL:n vaatimus turvajärjestelyjen riittävydestä ja YeA:n vaatimus alustavista turvajärjestelyjä koskevista suunnitelmista täyttyvät siten, että turvajärjestelyjen näkökulmasta estettä YeL 18 § ja 19 §:n mukaisesti rakentamisluvan myöntämiseksi ei ole. Edellytyksenä rakentamisen aloittamiselle on tässä arviossa esitetyn turvaohjesääntön vahvistaminen ja turvajärjestelyjä koskevien yksityiskohtaisten, STUKin päätöksessä esitettyjen vaatimusten täytyminen. Tarkempia yksityiskohtia em. vaatimuksista tässä arviossa ei voida esittää niiden turvallisuusluokittelun ja salassa pidettävyyden vuoksi (Julkisuuslaki 24.1 § 7k) ja YeL 78 §).

11 Johtamisjärjestelmä ja turvallisuuskulttuuri

Turvallisuuskulttuuri

19 § Turvallisuuskulttuuri

Ydinjätelaitosta 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.

STUK on arvioinut Posivan organisaatiota ja sen turvallisuuskulttuuria mm. asiakirjatarkastusten, laitospaikalla suoritettujen tarkastusten ja haastattelujen sekä maanalaisen tutkimustilan Onkalon rakentamisen valvonnan avulla. Arvioinnin tukena on käytetty myös ulkopuolista turvallisuuskulttuuriasiantuntemusta. STUKin valvonta ja tarkastus on kattanut myös Posivan menettelyt ohjata käyttämiään toimittajiaan hyvän turvallisuuskulttuurin kehittämiseen ja ylläpitoon. STUK on kohdistanut tarkastuksia myös Posivan toimittajiin. Näiden tarkastusten eräänä tavoitteena on ollut arvioida myös näiden organisaatioiden turvallisuuskulttuuria.

STUK on tarkastanut Posivan toimittaman turvallisuuskulttuuria käsittelevän aineiston. Aineistoihin ovat kuuluneet mm. Posivan johtamiskäsikirja, selvitys turvallisuusjohtamisesta ja kulttuurista, selvitys rakentamisen laadunhallinnasta, turvallisuuskulttuuriryhmän toimintasääntö, rakentamisprojektin laatusuunnitelma sekä projektisuunnitelmat. Seuraavassa on esitetty asiakirjatarkastuksen perusteella tehdyt havainnot.

Posiva edellyttää kaikilta ydinjätelaitoshank-

keeseen osallistuvilta organisaatioilta selkeitä, ylimmän johdon määrittelemiä ja vahvistamia periaatteita ja tavoitteita, joiden mukaisesti toimien turvallisuuteen vaikuttavat tekijät saavat osakseen niiden turvallisuusmerkityksen mukaisen huomion. Posivan johdon asettamat päämäärät ja tavoitteet Posiva määrittelee johtamiskäsikirjassa. Posiva edellyttää lisäksi, että kaikessa toiminnassa turvallisuuteen vaikuttavien tekijöiden tunnistaminen ja turvallisuus asetetaan etusijalle tilanteissa, joissa joudutaan tekemään päätöksiä turvallisuuden ja muiden tekijöiden, kuten aikataulullisten ja tuotannollisten, tekijöiden välillä.

Posivan johtamisjärjestelmän tavoitteena on varmistaa toiminnan vaatimustenmukaisuus, saavuttaa yhtiön strategiset tavoitteet, tukea hyvää turvallisuuskulttuuria, hallita riskejä ja ennen kaikkea varmistaa turvallisuus- ja laatuvaatimusten täytyminen. Turvallisuudella tarkoitetaan johtamisjärjestelmässä ydin- ja säteilyturvallisuutta, pitkäaikaisturvallisuutta ja yritysturvallisuutta. Johtamisjärjestelmässä turvallisuuden ja laadun hallinta on yhdistetty yhdeksi kokonaisuudeksi. Ydin- ja säteilyturvallisuuspäämääriin Posiva on määrittänyt turvallisuuden jatkuvan parantamisen.

Toimintapolitiikassa Posivan johto on asettanut yhdeksi päämääräksi organisaation tähtäävän hyvän turvallisuuskulttuurin juurruttamiseen ja ylläpitämiseen kaikessa yhtiön toiminnassa. Johtamiskäsikirjassa Posiva on lisäksi määrittänyt, että johto osoittaa päätöksillään ja toiminnallaan sitoutumisensa turvallisuutta edistäviin ratkaisuihin. Hyvään turvallisuuskulttuuriin kuuluu Posivan mukaan myös henkilöstön mahdollisuus osallistua johtamisjärjestelmän jatkuvaan parantamiseen ja työyhteisön avoin ilmapiiri, joka kannustaa turvallisuutta vaarantavien tekijöiden tunnistamiseen, raportointiin ja poistamiseen.

Posivan tulokoulutukseen, joka koskee vaki-

tuista henkilökuntaa, määräaikaista työntekijöitä ja sekä Posivan toimia hoitavaa alihankkijoiden henkilökuntaa, kuuluu turvallisuuskulttuuri yhtenä turvallisuusaiheena. Koulutuksen tavoitteena on erityisesti oman työn turvallisuusmerkityksen ymmärtäminen. Koulutus on kerrattava kolmen vuoden välein. Turvallisuusluokitelluissa toimeksiannoissa, joita ei suoriteta laitospaikalla, edellytetään toimittajan perehdyttävän henkilöstönsä ja alihankkijansa toimeksiannon vaatimuksiin ja menettelyihin. Yksi vaatimuksista on henkilöstölle järjestettävä turvallisuuskulttuurikoulutus. Jotta Posiva voi tarvittaessa todentaa edellytetyn koulutuksen järjestetyksi, on koulutuksista pidettävä tallenteita. Posiva toimittaa tarvittaessa alihankkijalle koulutusmateriaalia turvallisuuskulttuurista. Posiva arvioi toimittajien turvallisuuskulttuuria auditointien, toimittajavalvonnan, katselmointien ja seurantakokousten avulla.

Posiva pyrkii viestimään turvallisuuskulttuuria henkilöstölle kuukausittain järjestettävissä tilaisuuksissa sekä esimiesten välisissä tapaamisissa. Posiva on järjestelmällisesti kehittämässä sisäistä viestintäänsä. Kehitteillä olevat sisäisen viestinnän kanavat ja työkalut tarjoavat uusia mahdollisuuksia turvallisuuskulttuuristakin viestimiseen. STUK on edellyttänyt Posivaa varmistamaan, että turvallisuuskulttuurin tärkeyttä vahvistetaan säännöllisesti sisäisellä viestinnällä.

Posiva on toimittanut STUKille selvityksen, jossa se esittää kuvauksen turvallisuuskulttuurin nykytilasta ja suunnitellut toimenpiteet turvallisuuskulttuurin edelleen kehittämiseksi. Posiva on seurannut turvallisuuskulttuurin tilaa, sekä itsearviointien ja sisäisten katselmointien että ulkopuolisten arvioitsijoiden avulla. Vuonna 2010 erillinen ulkopuolinen työryhmä arvioi Posivan pyynnöstä erityisesti työturvallisuuteen liittyvää toimintaa. Organisaation turvallisuuskulttuurin tämänhetkistä tilaa Posiva selvitti vuonna 2013 VTT:ltä tilatulla erityisselvityksellä.

Toimitetussa selvityksessä Posiva on määrittänyt sekä lyhyen että pitkän tähtäimen toimenpiteitä turvallisuuskulttuurin seurantaan, arviointiin ja edelleen kehittämiseen. Posiva on perustanut turvallisuuskulttuurin edistämiseksi erillisen turvallisuuskulttuuriryhmän. Ryhmän tukena on ulkopuolinen, turvallisuuskulttuuriin perehtynyt toimittaja. STUK on tarkastuksessa kuitenkin todennut, että Posivan toimenpiteet ovat toistaisek-

si yksittäisiä kehitys- ja seurantatoimia, mutta niitä ei ohjaa pitkän tähtäimen tavoitteellinen suunnitelma. Posivalla on ollut suunnitelma turvallisuuskulttuuriohjelman laatimiseksi, mutta ei tarkkaa aikataulua ohjelman valmistumiselle ja käyttöönotolle. STUK on edellyttänyt Posivaa valmistelevaan ja ottamaan käyttöön pysyväisluonteinen turvallisuuskulttuuriohjelma viimeistään 30.4.2015.

STUK on asiakirjatarkastusten lisäksi todentanut Posivan turvallisuuskulttuuria erillisen tarkastusohjelman tarkastusten avulla. Tarkastukset ovat kohdistuneet keskeisiin Posivan toimintoihin, kuten johtaminen, rakentamiseen valmistautuminen, laadunhallinta, suunnittelu, toimittajien hallinta, vaatimusten hallinta, tietoturvallisuus ja turvallisuuskulttuuri. Tarkastuksissa on etsitty indikaatioita organisaation asenteesta mm. turvallisuuden ensisijaisuuteen, oman työn turvallisuusmerkityksen ymmärtämiseen ja poikkeamien hallinnointiin sekä johdon ja henkilöstön sitoutumisesta turvallisuuteen.

STUK on valvonut tutkimustilan Onkalo rakentamista. Valvontaa on toteutettu, koska tila tulee muodostamaan osan loppusijoituslaitosta. Valvonta on perustunut tarkastuksiin, tutkimustilaan tehtyihin valvontakäynteihin ja seurantakokouksiin. Valvonnasta saatuja kokemuksia ja tehtyjä havaintoja on käytetty päätöksen teon tukena arvioitaessa Posivan turvallisuuskulttuurin tilaa.

Johtopäätös

STUKin tekemien arviointien, valvonnan ja tarkastuksien tuloksien perusteella Posivalla ja sen käyttämällä toimittajilla on edellytykset ja valmius toteuttaa ydinjätelaitoksen rakentamisprojekti hyvän turvallisuuskulttuurin mukaisesti. STUKin arvion mukaan Posivan johto ja henkilöstö ovat osoittaneet käytännön tasolla sitoutumisensa korkeaan turvallisuuteen.

Turvallisuuden ja laadun hallinta

20 § Turvallisuuden ja laadun hallinta

Ydinjätelaitoksen 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 on katettava kaikki ydinjätelaitoksen turvallisuuteen vaikuttavat toiminnot. Kunkin toiminnon osalta on tunnistettava turvallisuuden kannalta merkittävät vaatimukset ja kuvattava 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 on sitoutettava ja velvoitettava palveluksessaan oleva henkilöstö sekä toimittajat, alihankkijat ja muut turvallisuuteen vaikuttaviin toimintoihin osallistuvat yhteistyökumppanit turvallisuuden ja laadun järjestelmälliseen hallintaan.

Posiva on integroinut johtamisjärjestelmäsäänsään yhteen laadun- sekä ympäristö- ja turvallisuusasioiden hallinnan kokonaisuudeksi, jossa turvallisuuden hallinta on suunnitelmallista. Järjestelmän avulla on mahdollista tunnistaa ydinjätehuollon turvallisuuteen vaikuttavat riskit jo toiminnan suunnitteluvaiheessa ja keskittää pääpaino laadun ja turvallisuuden hallinnassa turvallisuuden kannalta merkityksellisimpiin asioihin. Johtamisjärjestelmässä asetetun vaatimuksen mukaan turvallisuus saa Posivan kaikessa toiminnassa aina etusijan ennen taloudellisia seikkoja.

Posivan johtamisjärjestelmä perustuu kansainvälisiin laatustandardeihin ja siinä on otettu huomioon YVL-ohjeissa sekä IAEA:n standardissa GS-R-3 asetetut johtamisjärjestelmää, laadunhallintaa ja -varmistusta koskevat vaatimukset. Posiva on järjestelmässään asettanut vaatimukseksi, että kyseisiä laatustandardeja, YVL-ohjeita ja IAEA:n standardia on kaikkien ydinjätelaitoksen suunnittelun, rakentamisen ja käyttöönoton turvallisuuden vaikuttavien organisaatioiden sovellettava laadunhallintajärjestelmissä tai toimituskohtaisissa laatusuunnitelmissa.

Posiva on teettänyt johtamisjärjestelmästä ulkopuolisia, riippumattomia arviointeja säännöllisesti. Arviointien tuloksena esitetyt poikkeamat ja

suositukset Posiva on käsitellyt asianmukaisesti poikkeamien hallintamenettelyä noudattaen.

Posiva ohjaa johtamisjärjestelmän prosesseilla strategian mukaista toimintaa, jonka päämääränä on loppusijoituksen aloittaminen vuonna 2022. Linjaorganisaation toimintaa varten kehitetyt prosessit on jaettu johtamisprosessiin, pääprosesseihin ja tukiprosesseihin. Pääprosessit, joilla Posiva on suunnitellut pääsevänsä asetettuun päämäärään, ovat loppusijoitusratkaisun hallinta ja loppusijoitusratkaisun toteutus.

Ydinjätelaitoksen rakentamisprojektia varten Posiva on kehittänyt prosessit, jotka on esitetty laitosprojektin prosessikuvauksessa.

STUKin arvion mukaan johtamisjärjestelmä sekä projektin prosessit on suunniteltu ja toteutettu YVL-ohjeiden vaatimusten mukaisesti. Prosessien toteutusta ja vaikuttavuutta Posiva seuraa johdon katselmointien avulla.

Posivan linjaorganisaation sekä laitospjektin toimintaa ohjaavat menettelyohjeet on koottu useiksi, eri alueiden käsikirjoiksi. Näitä ovat esim. tutkimus- ja kehityskäsikirja, hankintakäsikirja, suunnittelukäsikirja, valmistuskäsikirja ja rakentamiskäsikirja. Posiva on laatinut, hyväksynyt ja käyttöönottanut käsikirjojen ohjeiston STUKin tekemän arvion mukaan riittävässä laajuudessa rakentamistoimintaa varten.

STUKin vaatimuksena on, että luvanhaltija ohjeistaa tuotteille ja toiminnoille asetettavien laatu- ja laadunvarmistusvaatimusten määrittelyyn liittyvät menettelyt. Posiva on laatinut ohjeen, jonka päämääränä on varmistaa käytettävissä olevien resurssien kohdentaminen turvallisuuden kannalta merkittävimpiin tuotteisiin ja toimintoihin. Ohjeen mukaan keskeisenä tekijänä tuotteiden ja toimintojen laatu- ja laadunvarmistusvaatimusten määrittelyssä on niiden merkitys ydin- ja säteilyturvallisuudelle. Kuitenkin myös tuotteiden ja toimintojen merkitys yritysturvallisuuden eri alueille otetaan huomioon vaatimusten määrittelyssä.

Posiva on ohjeistanut poikkeamien hallinnan projektissa. Toimittajien havaitsemien poikkeamien raportointia koskevat vaatimukset on esitetty toimittajavaatimuksissa. Kaikki poikkeamiin liittyvät käsittelytapahtumat kirjataan Posivan järjestelmään. Järjestelmän avulla poikkeamat luokitellaan ja ryhmitellään. Poikkeamiin liitty-

vän aineiston toimittaja on velvollinen liittämään loppudokumentaatioon.

Posivan koulutusohjelma sisältää kaikille posivalaisille, määräaikaikaisille ja Posivan toimia hoitaville ulkopuolisten yritysten henkilöille pakollisen kurssin, jossa johtamisjärjestelmän keskeiset sisällöt ovat koulutuksen tavoitteena. Kurssi antaa yleiskuvan mm. johtamisjärjestelmästä ja sen rakenteesta, sen jatkuvasta parantamisesta ja Posivan laatuavoitteista. Kurssi sisältää myös mm. poikkeamien havainnoinnin ja käsittelyn menettelyt, inhimilliset tekijät, aloitetoiminnan ja viranomaissääntelyn. Johtamisjärjestelmästä ja siihen tehdyistä muutoksista Posiva tiedottaa henkilöstölle tarpeen mukaan sisäisissä tiedotustilaisuuksissa ja Posivan Intra-järjestelmässä.

STUK käynnisti vuoden 2013 alussa Posivan rakentamislupahakemuksen käsittelyvaiheen aikaisen tarkastusohjelman, jonka tavoitteena oli arvioida Posivan menettelyjä laadukkaan ja turvallisen ydinlaitoksen rakentamiseksi. Tarkastusten tavoitteena oli todentaa Posivan hakemusasiakirjoissa esitettyjen laadunvarmistuksellisia menettelyjä ja niiden toimivuutta. Ohjelman mukaisia tarkastuksia, joita toteutettiin kaikkiaan 17, kohdistettiin myös Posivan toimittajiin, joiden toiminnalla on merkitystä ydin- ja säteilyturvallisuuden kannalta. Näiden tarkastusten tavoitteena oli arvioida Posivan toimittajiinsa kohdistamaa valvontaa ja ohjaamista sekä niihin liittyvien menettelyjen toimivuutta ja vaikuttavuutta. Yhteensä tarkastuksissa STUK esitti Posivan toiminnan edelleen kehittämiseksi noin 70 turvallisuusmerkityksellään eriasteista vaatimusta. Posiva on suunnitellut ja toteuttanut vaatimusten johdosta korjaavat toimenpiteet kaikkiin organisaation toiminnan ja rakentamistoiminnan käynnistämisen kannalta merkityksellisiin vaatimuksiin.

Johtopäätös

STUKin näkemyksen mukaan Posivan johtamisjärjestelmä, sen prosessit ja ohjeisto on kehitetty ja otettu käyttöön noudattaen STUKin YVL-ohjeissa esitettyjä laadunhallinnan vaatimuksia. Johtamisjärjestelmää noudattaen Posivalla on kyky ja valmius huolehtia ydinjätelaitoksen suunnittelun, rakentamisen ja käyttöönoton laadusta ja turvallisuudesta. Posivan menettelyt toimin-

tojen ja tuotteiden poikkeamien tunnistamiseen, selvittämiseen ja käsittelyyn täyttävät STUKin asettamat vaatimukset. Posiva parantaa johtamisjärjestelmää suunnitellusti. STUK on hyväksynyt Posivan johtamiskäsikirjan ja jatkossa Posivan on hyväksyttävä STUKilla kaikki käsikirjaan tehtävät merkittävät muutokset.

Johtosuhteet, vastuut ja asiantuntemus

21 § Johtosuhteet, vastuut ja asiantuntemus

Ydinjätelaitoksen organisaation johtosuhteet sekä henkilöiden tehtävät ja niihin liittyvät vastuut on määriteltävä ja dokumentoitava. Organisaation käytettävissä on oltava ydinjätelaitoksen turvalliseen käyttöön ja ydinjätteiden loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuteen liittyvä ammatillinen osaaminen ja tekninen tieto.

Turvallisuuden kannalta merkittävät tehtävät on nimettävä. Näissä tehtävissä toimivien henkilöiden ammattitaidon kehittämiseksi ja ylläpitämiseksi on laadittava koulutusohjelmat, ja tehtävissä tarvittavien tietojen riittävä hallinta on todennettava.

Posiva dokumentoi ydinjätelaitoksen käytön organisaatorakenteen, henkilöstön tehtävät, toimivallan ja vastuut sekä päätöksentekoon liittyvät menettelyt organisaatiokäsikirjaan. Käyttövaihetta varten Posivan on laadittava ohjeen YVL A.4 mukainen johtosääntö, joka Posivan on toimitettava käyttö lupaa hakiessaan STUKille hyväksyttäväksi. Johtosäännössä on määrättävä ydinjätelaitoksen vastuullisen johtajan, tämän varamiehen sekä ydinlaitoksen käytössä tarvittavan muun henkilökunnan tehtävät, toimivalta ja vastuut.

Posiva määrittelee turvallisuuden kannalta merkittävät tehtävät kirjaamalla tehtävän vastualueet ja päätehtävät tehtäväkuvauksiin. Kuvauksissa esitetään myös tehtävän pätevyysvaatimukset. Posiva asettaa myös vaatimukset, milloin turvallisuuden kannalta tärkeään tehtävään edellytetään pätevyyden ja työtaidon saavuttaminen osoitettavaksi ennen tehtävän aloittamista sekä tarvittaessa määrävälein.

Posivan tavoitteena ydinjätelaitoksen henkilökunnan valinnassa ja koulutuksessa on, että se on tehtäviinsä sopiva ja pätevä. Periaatteena Posivan koulutusmenettelyissä on, että kaikille posivalaisille laaditaan yksilökohtainen koulutussuunni-

telma, joka on osa tulos- ja kehityskeskusteluissa tehtävää kehityssuunnitelmaa. Posiva on ohjeistanut johtamisjärjestelmässään järjestelmälliset menettelyt, joilla hallitaan henkilöstön rekrytointi, pätevyys- ja osaamisvaatimusten laadinta, toteuttaminen ja seuranta. Johtamisjärjestelmässä on esitetty myös menettelyt osaamisen ylläpitämiselle ja edelleen kehittämiseksi.

Johtopäätös

STUKin arvion mukaan Posiva on määrittänyt henkilökunnan ja organisaation kokoamiseen ja kouluttamiseen riittävät järjestelyt, joilla Posiva suunnittelee varmistavansa henkilöstön ammatillisen osaamisen ydinjätelaitoksen turvalliseen käyttöön. Henkilökunnan yksityiskohtaisilla koulutussuunnitelmilla huolehditaan peruskoulutuksen lisäksi riittävästä kertaus- ja jatkokoulutuksesta.

12 Muita vaatimuksia

12.1 Ikääntymisen hallinta

Posiva on toimittanut rakentamislupahakemuksen yhteydessä alustavan selvityksen ikääntymisen hallinnan periaatesuunnitelmasta.

Suunnitelmassa kuvataan periaatteet kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen ikääntymisen hallinnasta. Suunnitelmassa kuvataan myös suunnitelma ikääntymisen hallintaohjelman laatimiseksi ja sen liittämisiksi käyttölupahakemukseen.

Periaatesuunnitelmaa sovelletaan laitosten suunnitteluratkaisujen valintaan, suurten rakenteellisten muutostöiden toteutustarpeen ja -ajankohdan arviointiin, käyttökokemuksista saadun järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden ikääntymiseen liittyvän tiedon keräämiseen ja käsittelyyn, kunnonvalvonnan ja kunnossapidon suunnitteluun järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden toimintakuntoisuuden ja luotettavuuden ylläpitämiseksi, muutos- ja määräaikaishuoltosuunnitteluun arvioitaessa muutostöiden ajankohtia ja toteutuksen liittymistä toisiin muutostöihin sekä tehtäessä erilaisia ikääntymisen hallintaohjelmaan liittyviä arviointeja.

Suunnitelmassa esitetään ikääntymisen hallinnan organisatorinen vastuunjako sekä ikääntymisen hallinnan menettelyt. Perusperiaatteena on, että kapselointi- ja loppusijoituslaitos pyritään pitämään koko käyttöiän ajan suunnitteluperusteiden edellyttämässä kunnossa riittävin marginaalein. Menettelyt jakaantuvat ikääntymiseen varautumiseen suunnittelussa, hankinnassa ja valmistuksessa sekä ikääntymiseen varautumiseen käytössä.

Periaatesuunnitelmassa esitetään myös laitososien kelpoistamisen periaatteet.

Johtopäätös

Posiva esittää kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen ikääntymisen hallinnan periaatteet hyvin yleisellä tasolla. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen

ikäntymisen hallinnan periaatesuunnitelmaa on ohjeen YVL A.8 esittämien vaatimusten mukainen. Ikääntymisen hallinnan periaatesuunnitelman käytännön toteutus on kuvattava käyttölupahakemuksen ikääntymisen hallintaohjelmassa.

12.2 STUKin valvontamahdollisuuksien varmistaminen

YEL 19 §:

7) hakijan järjestelyt säteilyturvakeskuksen 63 §:n 1 momentin 3 kohdassa tarkoitetun valvonnan toteuttamiseksi kotimaassa ja ulkomailla sekä 63 §:n 1 momentin 4 kohdassa tarkoitetun valvonnan toteuttamiseksi ovat riittävät;

63 § Valvontaoikeudet

Säteilyturvakeskuksella on tässä laissa ja sen nojalla annetuissa säännöksissä ja määräyksissä sekä Suomea velvoittavissa ydinenergia-alan kansainvälisissä sopimuksissa edellytettyä valvontaa varten oikeus:

1) tarkastaa ja tarkkailla 2 §:n 1 momentin 1–6 kohdassa ja 2 momentin 2 kohdassa tarkoitettua toimintaa ja tässä tarkoituksessa päästä sinne, missä sellaista toimintaa harjoitetaan, samoin kuin suorittaa siellä valvonnan edellyttämiä mittauksia, ottaa ja saada näytteitä sekä asentaa valvonnan edellyttämiä laitteita; (23.5.2008/342)

2) velvoittaa luvan hakija järjestämään Säteilyturvakeskukselle tarkastusten ja mittausten tekemiseksi ja näytteiden ottamiseksi pääsy paikalle, jossa hakemuksen mukaan tulnaisiin harjoittamaan 2 §:n 1 momentin 1–6 kohdassa tarkoitettua toimintaa; (23.5.2008/342)

3) vaatii, että ydinpolttoaine tai ydinlaitoksen osiksi tarkoitetut rakenteet tai laitteet valmistetaan säteilyturvakeskuksen hyväksymällä tavalla ja velvoittaa luvan haltija tai sen hakija järjestämään keskukselle tilaisuus riittävästi tarkkailla polttoaineen tai sellaisten rakenteiden tahi laitteiden valmistusta;

4) saada tarvitsemansa tiedot sekä tarkastettavakseen ydinaineen, ydinjätteen, ydinlaitoksen sekä sen rakenteiden ja laitteiden samoin kuin 2 §:n 1 momentin 5 kohdassa tarkoitettun aineen, laitteen ja laitteiston valmistukseen, laadunvalvontaan tai käsittelyyn liittyvät suunnitelmat ja sopimukset sekä niiden perusteet; (23.5.2008/342)

YeL 19 § mukaan eräänä ydinlaitoksen rakentamisluvan edellytyksenä on, että hakijan järjestelyt STUKin YeL 63 §:n 1 momentin 3 kohdassa tarkoitettun valvonnan toteuttamiseksi kotimaassa ja ulkomailla sekä 63 §:n 1 momentin 4 kohdassa tarkoitettun valvonnan toteuttamiseksi ovat riittävät.

Posiva on toimittanut STUKille YeA 35 § mukaisen selvityksen valvontamahdollisuuksista. Selvityksessä Posiva esittää viranomaismenettelyt, jotka liittyvät turvallisuuden kannalta tärkeiden laitteiden, rakenteiden ja järjestelmien asiakirjojen viranomaiskäsittelyyn ja suunnittelu- ja valmistusorganisaatioiden arviointiin ja hyväksymiseen. Tämän lisäksi selvityksessä kuvataan valmistuksen valvontaan sekä STUKin suorittamaan tapahtumien tutkintaan liittyvät viranomaismenettelyt. Posiva esittää selvityksessä myös menettelyt, joilla se on valmistautunut hoitamaan STUKin valvonnan edellyttämät käytännön järjestelyt.

Posiva on järjestänyt valvontaedellytykset siten, että luvanhaltijan on hyväksyttävä ydinlaitoksen periaatteelliset turvallisuusratkaisut sekä turvallisuuden kannalta tärkeiden järjestelmien, laitteiden ja rakenteiden yksityiskohtaiset suunnitelmat STUKilla ennen niiden toteutusta. Hyväksynnän lisäksi luvanhaltijan on järjestettävä STUKille mahdollisuus valvoa, että ydinlaitoksen osiksi tarkoitettut turvallisuuden kannalta tärkeät järjestelmät, laitteet ja rakenteet suunnitellaan, valmistetaan, asennetaan ja käyttöön otetaan STUKin hyväksymällä tavalla.

Posiva hakee YVL-ohjeiden vaatimusten edellyttäessä suunnittelu- ja valmistusorganisaatioille STUKin hyväksynnän tai organisaatioista toimitetaan STUKille selvitys. Nämä menettelyt sisällytetään toimittajien kanssa laadittaviin sopimuksiin. Keskeisten toimittajien johtamisjärjestelmää kuvaavat laatukäsikirjat Posiva toimittaa STUKille tiedoksi YVL-ohjeen vaatimuksen mukaisesti. Posivan menettelyissä on otettu huomioon STUKin osallistuminen tarvittaessa Posivan suorittamiin

turvallisuuden kannalta tärkeiden toimittajien auditointeihin osana toimittaja-arviointia.

STUKille on varattu selvityksen mukaan mahdollisuus seurata ja valvoa myös sellaisia koe-laitteistoilla tehtäviä järjestelmiin, laitteisiin tai rakenteisiin liittyviä tyyppitestauksia ja kokeita, joiden avulla selvitetään suunnitteluvaatimuksia ja niiden täyttymistä. Valvottaviin kohteisiin kuuluu myös loppusijoituslaitoksella tehtävät demonstraatiokokeet.

Laitospaikalla myöhemmin tapahtuvaa rakentamisen, asentamisen ja käyttöönoton valvontaa varten STUKille on järjestettävä riittävät valvontatilat tarvittavine varusteineen mukaan lukien tietojärjestelmät. Tilat ja varusteet STUK määrittelee myöhemmin yksityiskohtaisemmin ydinlaitoksen rakentamisen valvonnan alkaessa laitospaikalla.

STUKin valvonnan edellytysten järjestäminen on viety Posivan menettelytapaohjeisiin ja Posivan solmimiin sopimusasiakirjoihin. Sopimusasiakirjoista vaatimukset siirtyvät edelleen tuotteen hankintaan liittyvässä toimitusketjussa. STUKin pääsy seuraamaan rakenteiden ja laitteiden valmistusta paikan päälle sekä suorittamaan Posivan toimittajiin kohdistuvaa tarkastusta on tähänastisen kokemuksen mukaan ollut ongelmattonta.

Johtopäätös

Posivan selvityksessä kuvatut järjestelyt STUKin valvontamahdollisuuksien mahdollistamiseksi ovat riittävät. Tämä edellyttää kuitenkin, että kaikilla osapuolilla on yhteinen käsitys tarvittavista eri aineistojen hyväksynnöistä ennen laitteiden valmistuksen aloittamista ja STUKin roolista valvontaviranomaisena. Tämän johdosta Posiva on kouluttanut henkilöstöään STUKin valvontatoimenpiteistä ja -oikeuksista.

12.3 Loppusijoitetun käytetyn ydinpolttoaineen palautettavuus

Valtioneuvoston käytetyn polttoaineen loppusijoituksesta tekemä periaatepäätös vuodelta 2001 edellyttää, että hankkeesta vastaavan on ennen mahdollista rakentamislupaa esitettävä tarkennetut, riittävän yksityiskohtaiset selvitykset ja suunnitelmat loppusijoitustilojen avattavuudesta ja siihen vaikuttavista tekijöistä sekä avaustekniikasta ja avaamisen turvallisuudesta. Samoin on

esitettävä ajantasainen arvio avaamisen kustannuksista. Näissä suunnitelmissa on otettava huomioon se, ettei pitkäaikaisturvallisuus saa heikentä avattavuuden ja palautettavuuden seurauksena. Loppusijoituksen tarkoitus on eristää käytetty polttoaine elollisesta luonnosta eikä tilojen avattavuutta ole tarkoituksenmukaista helpottaa.

Periaatepäätöksen antamisen aikana voimassa ollut valtioneuvoston päätös käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen turvallisuudesta (478/1999) edellytti, että loppusijoitustila on avattavissa, mikäli kehittyvä tekniikka tekee sen tarkoituksenmukaiseksi. Valtioneuvoston päätös on kumottu valtioneuvoston asetuksella ydinjätteiden loppusijoituksen turvallisuudesta (736/2008), joka ei pidä sisällään vaatimuksia loppusijoitustilan avattavuudesta. Posiva on ottanut loppusijoituksen suunnittelussa huomioon periaatepäätöksen vaatimuksen avattavuudesta ja loppusijoitetun ydinpolttoaineen palautettavuudesta.

Posiva on kuvannut Olkiluodon kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemuksessa periaatteen loppusijoituslaitoksen avaamiselle ja loppusijoituskapseleiden palauttamisesta loppusijoituksen eri vaiheissa ja loppusijoituslaitoksen sulkemisen jälkeen. Posiva on toimittanut STUKille alustavan turvallisuusselosteen osana kuvauksen loppusijoitustilan avaamisesta ja siihen liittyvistä työvaiheista.

Loppusijoituskapselien palauttamisen lähtökohtana on ollut ajanjakso, jona loppusijoituskapselien voidaan olettaa suurella varmuudella säilyttäneen tiiveytensä. Posivan esittämä loppusijoituskonseptin periaate mahdollistaa tilojen avattavuuden hankkeen eri vaiheissa kuitenkin vaarantamatta turvallisuutta. Loppusijoitukseen käytettävä kupari-rautakapseli on suunniteltu säilyttämään tiiveytensä hyvin pitkän ajanjakson, jolloin palauttaminen on mahdollista ilman vaaraa radioaktiivisten aineiden kontaminaatiosta. Kallioon louhittavat loppusijoitustilat säilyvät myös teknisin toimin avattavissa. Posiva on kehittänyt yhdessä SKB:n kanssa kapselien palauttamiseen liittyvää tekniikka ja testannut kapselia ympäröivän bentoniittisaven poistamista suolaliuoksen avulla. STUKin arvion mukaan tekniikka soveltuu bentoniitin poistamiseen ja sen toimivuus on osoitettu riittävällä tavalla.

Posiva on käsitellyt rakentamislupahakemuksessa kapseleiden palauttamiseen liittyviä tekijöi-

tä, jotka on otettava huomioon, jos loppusijoitustunneli päätetään tulevaisuudessa avata. Näitä ovat polttoaineen tuottaman jälkilämmön aiheuttaman kallion lämpötilan nousu sekä avaamiseen ja kapselien palauttamiseen osallistuvien työntekijöiden säteilysuojelu.

Johtopäätös

Posiva on esittänyt rakentamislupahakemuksessa selvityksen loppusijoitustilojen avattavuudesta ja arvion avaamisen kustannuksista. Tilojen turvallinen avaaminen ja loppusijoituskapselien palauttaminen on teknisesti toteuttavissa nykyisin käytettävissä olevilla työmenetelmillä. Posiva on kehittänyt palautukseen käytettävää tekniikkaa yhdessä SKB:n kanssa ja toimittanut STUKille kuvauksen suunnitellun tekniikan toimivuudesta. STUKin näkemyksen mukaan loppusijoitettavan ydinjätteen palautettavuus on teknisesti toteuttavissa eikä mahdollisuus vaaranna loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuutta.

12.4 Vaihtoehtoinen käytetyn polttoaineen vaakasijoitusratkaisu (KBS-3H)

Posiva on valtioneuvostolle osoitetussa Olkiluodon kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemuksessa hakenut lupaa loppusijoituskapselien pystysijoitusratkaisun (KBS-3V) rinnalla myös kapselin vaakasijoitusratkaisulle (KBS-3H) ja pyytänyt valtioneuvostolta, että Säteilyturvakeskus saisi luvan hyväksyä muutokset esitetyille suunnitteluratkaisuille.

Vaakasijoitusratkaisussa loppusijoituskapselit ja niitä ympäröivät bentoniittipuskurit sijoitetaan loppusijoitussyvyydelle täysperäporaumenetelmällä tehtyihin vaakareikiin. Posiva on kehittänyt vaakasijoitusratkaisua yhdessä SKB:n kanssa vuodesta 2002 lähtien. KBS-3H ratkaisussa loppusijoituskapselit pakataan ennen loppusijoitusta rei'itettyyn suojasynteriin yhdessä bentoniittipuskurin kanssa. Nämä asennuspakkaukset sijoitetaan maksimissaan 300 metrin pituisiin vaakasuuntaisiin loppusijoitusreikiin asennuslaitteen avulla. Loppusijoituskapselit ja bentoniittipuskurit ovat suunnittelultaan vastaavia kuin pystysijoitusratkaisussa. Posivan arvion mukaan KBS-3H ratkaisun potentiaalisina etuina nähdään helpompi kapselin ja puskurin asennuksen laadunhallinta, pienemmän louhittavan tilavuuden

seurauksena vähäisempi loppusijoituspaikan kallioperän olosuhteille ja ympäristölle aiheutettu häiriö sekä kustannuksien pieneneminen vähäisemmästä louhinnasta ja tunnelien pienemmästä täyttömäärästä johtuen. KBS-3H ratkaisussa ei tarvita erillisiä loppusijoitustunneleita, jolloin pystyratkaisun osana toimivia loppusijoitustunnelien täyttöä ei tarvita. Toteutustavan tässä vaiheessa esille nostettuja mahdollisia heikkouksia pystysijoitusratkaisuun nähden ovat esimerkiksi pitkässä vaakasijoitusreiässä vesivuodoista johtuva puskurimateriaalin epätasaisen jakautumisen riski, mikä voi vaikuttaa puskurin tiheyteen ja siten toimintakykyyn. Vaakaratkaisu voi olla myös herkempi maanjäristyksen aiheuttamalle kallion leikkaussiirokselle. KBS-3H vaihtoehdossa tarvittavan pitkän vaakasuuntaisen reiän poraaminen on teknisesti haastavampaa.

Posiva on vuosien 2003-2007 aikana laatinut KBS-3H ratkaisulle kokonaisvaltaisen turvallisuusarvion, jossa arvioitiin ratkaisuvaihtoehtojen välisiä eroja ja vaakasijoitusratkaisun turvallisuutta. STUK arvioi KBS-3H turvallisuusperustelukokonaisuuden ja toimitti arvion johtopäätökset Posivalle vuonna 2009 (H221/4, 15.10.2009). Vuonna 2008 raportoidun vertailun jälkeen Posivan kehitystyö on keskittynyt tunnistettujen turvallisuusasioiden jatkoselvitykseen ja vaakasijoitusratkaisun tekniseen kehitykseen. STUKin vuoden 2009 arviossa tai Olkiluodon kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemusaineiston tarkastuksessa ei ole tullut esille asioita, joiden perusteella voisi todeta, että esitetty vaakasijoitusratkaisu ei voisi täyttää valtioneuvoston asetuksessa (736/2008) asetettuja turvallisuusvaatimuksia. Posiva ei kuitenkaan ole tähän mennessä toimittanut STUKille kattavaa turvallisuusaineistoa, jonka perusteella turvallisuusvaatimusten yksityiskohtaista täyttymistä olisi mahdollista arvioida.

Posiva on tehnyt KBS-3H ratkaisun tekniseen toteutettavuuteen liittyviä testejä Ruotsissa Äspön kalliolaboratoriossa yhteistyössä SKB:n kanssa. Testejä varten on porattu 95 metriä pitkä vaaka-reikä, jossa on testattu asennuspakkauksen sijoittamista. Posiva on esittänyt viimeisimmässä ydinjätehuollon ohjelmassa (YJH-2012) suunnitelman siitä, miten vaakasijoitusratkaisun tekninen kehitysaste ja turvallisuuden arviointi saadaan riittävälle tasolle. Posiva on toimittanut STUKille

osana rakentamislupahakemuksen turvallisuusaineistoa selvityksen KBS-3H ratkaisun nykytilasta, kehitystä tarvitsevista kohteista sekä käynnissä olevasta kehitystyöstä. Keskeisiä tutkimus- ja kehityskohteita ovat:

- komponenttien vaatimuksenmukainen valmistus, kuljetus ja asennus
- pitkän vaakasijoitusreiän (300 m) vaatimuksenmukaisen porauksen testaaminen ja osoittaminen
- bentoniittipuskurin valmistustekniikan kehitys ja toimintakyvyn osoittaminen
- kallion luokituskriteerien laadinta vaakasijoitusrei'ille
- vaakasijoitusratkaisun pitkäaikaiseen toimintakykyyn eri tavalla vaikuttavien ilmiöiden ja prosessien, esimerkiksi pohjaveden aiheuttaman bentoniitin eroosion tai kalliosiiroksen, merkityksen arviointi.

Posiva on esittänyt viimeisimmässä ydinjätehuollon ohjelmassa ja vastineessa STUKin lausuntoon YJH-2012-ohjelmasta, että vuonna 2016 tehdään kokonaisarvio pysty- ja vaakasijoitusratkaisun välillä. Loppusijoitusratkaisun muutos edellyttää, että Posivan on saatava ennen muutoksen tekemistä STUKin hyväksyntä niihin STUKin hyväksymiin suunnitelmiin ja asiakirjoihin, joihin muutoksella on vaikutusta (YeA 112 §). Loppusijoituslaitoksen rakentamisvaiheessa, ennen käyttölupaa, muutos edellyttää tarvittavilta osin päivitettyjen YEA 35 § asiakirjojen ja turvallisuusperustelun toimittamista STUKille hyväksyttäväksi. Lisäksi Posivan on osoitettava riittävällä varmuudella vaakasijoitusratkaisun toteutettavuus ennen pitkien loppusijoitusreikien porauksen aloittamista. Rakentamisvaiheessa tehtävä loppusijoituksen toteuttamistavan muutos siirtäisi suurella todennäköisyydellä käytetyn polttoaineen loppusijoituksen suunniteltua aloitusajankohtaa.

Johtopäätös

Posiva on kehittänyt esitetyn pystysijoitusratkaisun rinnalla samoihin turvallisuusperiaatteisiin perustuvaa vaakasijoitusratkaisua. Molempia vaihtoehtoja koskevat samat ydinjätteiden loppusijoitusta koskevat turvallisuusvaatimukset. STUK ei ole havainnut seikkoja, joiden johdosta vaakasijoitusratkaisu ei voisi täyttää asetettuja vaatimuksia.

Posiva on esittänyt arvioivansa pysty- ja vaa-

kasijoitusratkaisuja vuonna 2016, jotta sillä olisi valmius tehdä päätös jatkosta. Koska myös vaakasijoitusratkaisu voi täyttää STUKin käsityksen mukaan asetetut turvallisuusvaatimukset, voidaan muutos käsitellä ydinenergia-asetuksen 112 § mukaisesti muutoksena osana annettavaa rakentamislupaa. Loppusijoituslaitoksen rakentamisvaiheessa tehtävä muutos siirtää suurella todennäköisyydellä käytetyn polttoaineen loppusijoituksen suunniteltua aloitusajankohtaa.

12.5 Kuljetukset

Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukset ovat ydinenergiain tarkoittamaa ydinenergian käyttöä. Kuljetusten valvonnasta ja kuljetussuunnitelmien hyväksynnästä vastaa ydinenergiain mukaisesti Säteilyturvakeskus. Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksissa tulee noudattaa voimassa olevaa lainsäädäntöä ja viranomaisohjeita. Kuljetusten turvallisuus tulee varmistaa huolellisella suunnittelulla ja turvallisuusanalysein. Ydinenergiain lainsäädännön asettamat turvallisuusperiaatteet koskevat käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksia. Ydinenergia-asetuksen mukaisesti kuljetukseen saa ryhtyä vasta, kun Säteilyturvakeskus on to-

dennut kuljetusjärjestelyjen, turvajärjestelyjen ja kuljetuksen valmiusjärjestelyjen täyttävän niille asetetut vaatimukset.

Posiva on esittänyt rakentamislupahakemuksessa selvityksen käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksista. Selvitykseen sisältyy kuljetusten riskienhallinnan tarkastelu. Posiva on lisäksi toimittanut STUKille alustavan selvityksen kuljetusjärjestelyistä ja alustavan suunnitelman kuljetuksen turvajärjestelyistä.

Johtopäätös

STUK on arvioinut Posivan suunnitelmia käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusjärjestelyjen toteutettavuudesta ja käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukset ovat toteutettavissa Posivan suunnitelmiin perustuen. STUK tarkastaa kuljetusten turvallisuusvaatimusten täyttymisen erillisessä kuljetusten lupakäsittelyssä. Käyttölupaa hakiessaan Posivan on ohjeen YVL D.2 mukaisesti toimitettava selvitys kuljetusjärjestelyistä ja käsiteltävä turvajärjestelyjä koskevassa suunnitelmassa myös ydinjätteiden kuljetuksia.

13 Yhteenveto

Posiva on toimittanut STUKille rakentamislupahakemuksen yhteydessä YeA 35 §:n ja VNA 736/2008 16 §:n edellyttämän turvallisuusaineiston. Toimitettu aineisto on rakentamisluvan myöntämisen kannalta riittävä, mutta STUK on tarkastuksessaan nostanut esille asioita, jotka Posivan on tarkennettava ennen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamista tai joita Posivan on kehitettävä edelleen ennen käyttölupahakemuksen jättämistä.

Posivan rakentamislupahakemuksessa kuvaamat kapselointi- ja loppusijoituslaitos ovat monilta osin ainutkertaisia ja ensimmäisiä juuri tämän tyyppisiä laitoksia. Laitokset perustuvat pääosin koeteltuun tai tutkittuun tekniikkaan, mutta vastaavien laitosten rakentamisesta ei ole Suomessa tai muissa maissa kokemusta. Samoin laitosten suunnittelusta ja pitkäaikaisturvallisuuden osoittamisesta on maailmanlaajuisesti hyvin rajoitetusti hyödynnettäviä kokemuksia.

Loppusijoituksen turvallisuutta koskevat YVL-ohjeet ja kansainvälinen säännöstö, jotka ovat vaatimustasoltaan tällä hetkellä yleisempiä kuin muille ydinlaitokselle asetetut vaatimukset mahdollistavat vaiheittaisen etenemisen hankkeessa. Yksityiskohtaisien teknisten vaatimusten asettamista ei ole nähty tarkoituksenmukaisena ilman kokemukseen perustuvaa tietoa turvallisuuteen vaikuttavista seikoista.

Rakentamislupahakemusaineiston valmisteluun ja tarkastamiseen on vaikuttanut STUKin uusittu YVL-ohjeisto, joka on laadittu niin, että se ottaa aiempaa paremmin huomioon kaikki ydinlaitokset. Ohjeisto julkaistiin Posivan rakentamislupahakemuksen jättämisen jälkeen, mutta kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemusaineisto on valmisteltu Posivan käytössä olleiden ohjelunnonsten perusteella.

Posivan kapselointi- ja loppusijoituslaitok-

sen tapauksessa on edellä mainituista syistä johtuen perusteltua edetä laitosten suunnittelun ja turvallisuuden osoittamisessa vaiheittain. Rakentamislupahakemusaineistossa kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen keskeiset turvallisuusperiaatteet ja suunnitteluvaatimukset on esitetty ja turvallisuusvaatimusten täytyminen osoitettu niin, ettei niihin ole tarvetta tehdä muutoksia. Loppusijoituspaikan yksityiskohtaisiin ominaisuuksiin ja loppusijoitusjärjestelmän toimintakykyyn liittyy vielä oletuksia ja epävarmuuksia, joita voidaan varmentaa tai vähentää loppusijoitustilan rakentamisen aikana saatavan lisätiedon, loppusijoituslaitoksen rakentamisen ja käytön aikaisella tutkimus- ja seurantaohjelmalla. Ohjelmaan sisältyy loppusijoituspaikan ja teknisten vapautumisesteiden monitorointi sekä tarvittaessa pitkäaikaisia kokeita. Tämän tyyppinen vaiheittainen eteneminen vastaa myös ydinjätehuoltoa koskevan kansainvälisen ohjeiston periaatteita.

STUK on määritellyt Posivalle osoitetuissa päätöksissä vaatimukset siitä, miten Posivan on rakentamisvaiheessa ja käyttölupahakemusaineistossa tarkennettava laitoksen suunnittelua ja turvallisuuden osoittamista.

STUK on esittänyt turvallisuusarviossa johtopäätökset valtioneuvoston asetuksissa 736/2008, 734/2008 ja 716/2013 esitettyjen vaatimusten täyttymisestä sekä seikoista, jotka on otettava huomioon ydinjätelaitoksen rakentamisen aikana ja käyttölupahakemusaineistoa valmisteltaessa. Rakentamislupahakemuksen myöntämisen edellytykset on esitetty YeL 19 §:ssä. Seuraavassa on esitetty STUKin tehtäväalueeseen kuuluvat 19 §:n kohdat ja niiden jälkeen turvallisuusarvion perusteella tehdyt johtopäätökset.

1) ydinlaitosta koskevat suunnitelmat täyttävät tämän lain mukaiset turvallisuutta koskevat vaatimukset ja työntekijöiden ja väestön turvallisuus

on asianmukaisesti otettu huomioon toiminnan suunnittelussa;

2) ydinlaitoksen sijoituspaikka on suunnitellun toiminnan turvallisuuden kannalta tarkoituksenmukainen ja ympäristönsuojelu on asianmukaisesti otettu huomioon toiminnan suunnittelussa;

3) turvajärjestelyt on asianmukaisesti otettu huomioon toiminnan suunnittelussa;

5) hakijan käytävissä olevat menetelmät ydinjätehuollon järjestämiseksi, ydinjätteiden loppusijoitus ja ydinlaitoksen käytöstä poistaminen siihen mukaan luettuna, ovat riittävät ja asianmukaiset;

7) hakijan järjestelyt säteilyturvakeskuksen 63 §:n 1 momentin 3 kohdassa tarkoitetun valvonnan toteuttamiseksi kotimaassa ja ulkomailla sekä 63 §:n 1 momentin 4 kohdassa tarkoitetun valvonnan toteuttamiseksi ovat riittävät;

8) hakijalla on käytettävänä tarpeellinen asiantuntemus;

10) hakijalla muutoinkin harkitaan olevan edellytykset harjoittaa toimintaa turvallisesti ja Suomen kansainvälisten sopimusvelvoitteiden mukaisesti.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käytönaikainen turvallisuus

Posivan esittämä Olkiluodon kapselointi- ja loppusijoituslaitos on suunniteltu siten, että laitosten käytönaikaista ydin- ja säteilyturvallisuuksia koskevat vaatimukset täyttyvät. Kapselointilaitos ja tarvittavilta osin loppusijoituslaitos noudattavat syvyysuuntaista turvallisuusperiaatetta. Laitosten rakenteellinen turvallisuus on varmistettu peräkkäisillä esteillä, joihin toimivat käytetyt ydinpolttoaineen käsittelyvaiheesta riippuen ydinpolttoaineen suojakuori, ydinpolttoaineen kuljetussäiliö tai loppusijoituskapseli sekä kapselointilaitoksen ja loppusijoituslaitoksen rakenteet. Toiminnallisen turvallisuuden osalta jälkilämmön poisto ja polttoaineen kriittisyysturvallisuus hallitaan rakenteellisesti passiivisin ratkaisuin. Radioaktiivisten aineiden hallinnan kannalta tärkeitä toimintoja ovat ydinpolttoaineen käsittelytoiminnot ja radioaktiivisten aineiden leviämisen estämiseen liittyvä poistoilman suodatus, jotka ovat kapselointi- ja loppusijoituslaitoksessa yksittäisvikasietoisia. Posiva tarkentaa vielä ennen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamisen ja laitevalmistuksen aloittamista järjestelmien

yksityiskohtaiset suunnitteluvaatimukset, joille on ennen laitosten rakentamisen aloittamista hankittava tarvittavilta osin Säteilyturvakeskuksen hyväksyntä.

Posiva on varautunut kapselointi- ja loppusijoituslaitoksella turvallisuusvaatimusten mukaisesti käyttöhäiriöihin ja onnettomuuksiin. Posiva on analysoinut laitosten mahdollisia käyttöhäiriöitä ja onnettomuuksia sekä varautunut niihin noudattamalla turvallisuustoimintoja toteuttavien järjestelmien suunnittelussa moninkertaisuus-, erilaisuus- ja erotteluperiaatetta osana syvyysuuntaista turvallisuusperiaatetta.

Posiva on esittänyt analyysit kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen normaalista käytöstä, käyttöhäiriöistä ja oletetuista onnettomuuksista aiheutuvista päästöistä ja säteilyannoksista. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käytöstä aiheutuvat säteilyannokset alittavat valtioneuvoston asetuksessa (736/2008) säädetyt säteilyaltistuksen enimmäisarvot. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käytön aikana tarvittavat valmiusjärjestelyt on mitoitettu arvioitujen säteilyaltistusten perusteella.

Loppusijoitusjärjestelmä ja loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuus

Posiva on kehittänyt useiden vuosikymmenien ajan yhdessä ruotsalaisen Svensk Kärnbränslehantering AB:n kanssa edellä kuvattua KBS-3 -konseptia. Järjestelmän osien valmistettavuus on osoitettu rakentamisluvan kannalta riittävällä tasolla komponenttikohtaisilla valmistuskokeilla ja kalliutilojen toteutettavuus on vastaavasti osoitettu Olkiluodon maanalaiseen tutkimustilaan tehdyillä demonstraatio-tiloilla. Kalliutilojen toteutukseen liittyvän kalliion luokitusjärjestelmän luotettavuutta on tärkeää arvioida loppusijoitusalan ensimmäisen rakennusvaiheen aikana. Posiva ja SKB ovat testanneet yhteistyössä loppusijoituskapselin, puskurin ja tunnelitäytön vaatimusten mukaista asennusta Ruotsissa sijaitsevassa Äspön kalliolaboratoriossa. Posiva on lisäksi käynnistänyt Onkalossa tehtävät loppusijoitusjärjestelmän osien asennuskokeet. Asennuskokeiden tavoitteena on osoittaa, että loppusijoitusjärjestelmän osat ovat asennettavissa asetettujen tarkkuusvaatimusten mukaisesti. Posiva on rakentanut vuoden 2001 periaatepäätöksen nojalla maanalaisen tutkimustilan, jonka on suunniteltu toimivan osana

loppusijoituslaitosta. Posiva on noudattanut maanalaisen tutkimustilan rakentamisessa ydinlaitoksilta edellytettäviä vaatimuksia ja STUK on valvonut tutkimustilan rakentamista samoin menettelyin kuin ydinlaitoksen rakentamista valvotaan.

Posivan loppusijoituslaitoksen sulkemisen jälkeinen turvallisuus perustuu kahteen tavoitteeseen, jotka toteutetaan toisiaan täydentävin vapautumisestein. Ensimmäinen tavoite on radioaktiivisten aineiden eristäminen kallioperästä. Siinä keskeisessä roolissa on tiivis loppusijoituskapseli, jota suojaa sen ympärille asennettu savimateriaali sekä loppusijoitustilaa ympäröivä kallioperä, joka erottaa loppusijoitustilan maanpintaympäristöstä. Kallioperä ja loppusijoituslaitoksen sulkeminen luovat teknisille vapautumisesteille suotuisat ja ennakoitavissa olevat olosuhteet. Vapautumisesteiden toinen tavoite on radionuklidien mahdollisesti vapautuessa rajoittaa ja hidastaa niiden kulkeutumista loppusijoitusvyöhykkeestä maan pinnalle.

Sulkemisen jälkeisen turvallisuuden osoittamiseksi Posiva on esittänyt lupahakemusaineistossa analyysin loppusijoitusjärjestelmän ja siihen liittyvän ympäristön odotettavissa olevasta ja siitä poikkeavista tulevaisuuden kehityskuluista sekä mahdollisista häiriötapahtumista. Posiva on valinnut kehityskuluanalyysinsä perusteella merkittävimmät radionuklidien vapautumiseen johtavat tapahtumakulut ja analysoinut niistä ihmisille ja muulle ympäristölle aiheutuvia säteilyannoksia ja ympäristöön aiheutuvia radionuklidipäästöjä. Analyysien tulokset alittavat valtioneuvoston asetuksessa 736/2008 esitetyt raja-arvot säteilyannoksille ja radioaktiivisten aineiden päästöille.

Laitoksen turvallisuusperustelun tarkastuksessa on havaittu kehitystarpeita, jotka huomioiden turvallisuusperustelun selkeyttä, jäljitettävyyttä ja luotettavuutta voidaan parantaa. Säteilyturvakeskus on esittänyt tarkastuksessa havaitut kehitystarpeet erillisessä Posivalle osoitetussa päätöksessä, jossa on edellytetty näiden kehitystarpeiden huomioon ottamista käyttöluupahakemusaineistossa.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen sijaintipaikka

Esitetty sijaintipaikka on todettu sopivaksi loppusijoituspaikaksi periaatepäätöksessä vuonna 2001. Periaatepäätöksen perusteella hanke sai luvan

edetä maanalaisen tutkimustilojen rakentamiseen ja paikkakohtaisiin tarkempiin tutkimuksiin. Periaatepäätöksen jälkeen paikalle on rakennettu maanalainen tutkimustila, Onkalo ja paikan tutkimuksia on jatkettu. Paikan tuntemus on lisääntynyt huomattavasti periaatepäätösvaiheesta.

Loppusijoituspaikan tutkimukset ja pitkälle tulevaisuuteen ulottuvat analyysit paikan kehityskulusta ovat rakentamisluvan kannalta riittävät eivätkä ne ole tuoneet esille seikkoja, joiden perusteella valittu loppusijoituspaikka ei olisi pitkäaikaisturvallisuuden kannalta edullinen. Tutkimusten ja analyysien perusteella on tehtävissä johtopäätös, että kallioperä on ominaisuuksiltaan sopiva esitetyn mukaisen loppusijoituksen toteutukselle. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusvyöhykkeen 400-450 metriä on Olkiluodon loppusijoituslaitokselle annetun periaatepäätöksen ja Säteilyturvakeskuksen asettamien turvallisuusvaatimusten mukainen. Loppusijoitusvyöhykkeen on valittu huomioiden loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuus ja riittävä suoja maanpäällisten ilmiöiden ja ihmisen toiminnan vaikutuksille.

Jatkotutkimustenkin perusteella suunniteltu paikka on ydinjätelaitokselle käyttö- ja pitkäaikaisturvallisuuden kannalta tarkoituksenmukainen ja ympäristön suojeleminen on otettu huomioon toiminnan suunnittelussa.

Ydinjätelaitoksen ydinjätehuolto ja käytöstä poisto

Posivan ydinjätelaitoksen käytön aikana ja laitosta käytöstä poistettaessa kertyvät matala- ja keskiaktiiviset ydinjätteet ovat peräisin käytetyn ydinpolttoaineen käsittelystä laitoksella. Posiva on esittänyt rakentamislupavaihetta varten riittävät ja asianmukaiset järjestelyt ja suunnitelmat käytöstä syntyvien ydinjätteiden käsittelylle ja loppusijoitukselle sekä laitoksen käytöstä poistolle.

Ydinjätelaitoksen turvajärjestelyt

Posiva on käyttänyt turvajärjestelyjen suunnittelussa ja arvioinnissa suunnitteluperusteuhkaa ja riskianalyysijä sekä analysoinut suojaustarpeita. Hakemusaineistossa on kuvattu turvajärjestelyihin liittyvät periaatteet, menettelytavat ja suunnitelmat sekä suunnitellut tietoturvallisuusperiaatteet. Varsinaisessa ydinlaitoksen suunnittelussa on esitetty syvyysuuntaisen turvallisuusperiaatteen mukaisesti eri turvajärjestelyvyöhykkeet ja

huomioitu suunnittelussa tärkeiden rakenteiden ja järjestelmien suojaaminen.

Posiva on esittänyt ydinlaitosten rakentamisaikaa koskevan turvajärjestelysuunnitelman sekä turvaorganisaation kokoonpanon ja sille kuuluvat tehtävät, valvonta- ja viestintävälineet, suojava-lineet ja voimankäyttövälineet. Posiva on myös esittänyt vahvistettavaksi TVO:n kanssa yhteisen turvaohjesäännön, joka on oltava voimassa ennen kuin Posivan ydinjätelaitoksen rakentaminen aloitetaan.

Posivan johtamisjärjestelmä ja käytettävissä oleva osaaminen

Säteilyturvakeskus on arvioinut Posivan henkilöstön osaamista ja Posivan käytettävissä olevaa ulkopuolista asiantuntemusta rakentamislupahakemuksen käsittelyn yhteydessä sekä asiakirjatarkastusten että erillisen tarkastusohjelman perusteella. Tarkastusten tuloksena Säteilyturvakeskus toteaa, että Posivalla on käytettävissä riittävä ja laaja asiantuntemus ydinjätelaitoksen rakentamiseen.

Säteilyturvakeskus on hyväksynyt Posivan johtamisjärjestelmän kuvaavan johtamiskäsikirjan. Johtamiskäsikirjassa Posiva korostaa turvallisuuden ensisijaisuutta kaikessa toiminnassa ja hyvän turvallisuuskulttuurin luomista ja ylläpitämistä. Tavoitteena on, että henkilöstö on tietoinen oman työnsä turvallisuusmerkityksestä. Posiva arvioi johtamisjärjestelmää ja organisaation toimintaa säännöllisesti ja suunnitelmallisesti tavoitteena toiminnan jatkuva parantaminen.

Säteilyturvakeskuksen valvontaedellytykset

Posivan toimittamassa selvityksessä kuvatut järjestelyt ja menettelyt valvontamahdollisuuksien järjestämiseksi on todettu riittäviksi rakentamislupavaiheessa. Säteilyturvakeskus on hyväksynyt päätöksellään Posivan rakentamislupahakemuksen yhteydessä toimittaman selvityksen Säteilyturvakeskuksen valvontamahdollisuuksien järjestämisestä. Posiva on toteuttanut Säteilyturvakeskuksen päätöksessä edellytetyn henkilöstön koulutuksen Säteilyturvakeskuksen valvonnan edellyttämistä käytännön toimenpiteistä. Tällä perusteella Posivan järjestelyt valvonnan toteuttamiseksi ovat riittävät ja asianmukaiset.

Muut selvitykset

Posiva on esittänyt rakentamislupahakemuksessa selvityksen loppusijoitustilojen avattavuudesta ja arvion avaamisen kustannuksista. Tilojen turvallinen avaaminen ja loppusijoituskapselien palauttaminen on teknisesti toteutettavissa nykyisin käytettävissä olevilla työmenetelmillä. Säteilyturvakeskuksen näkemyksen mukaan loppusijoitettavan ydinjätteen palauttavuus on teknisesti toteutettavissa eikä avattavuus vaaranna loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuutta.

Posiva on kehittännyt esitetyn pystysijoitusratkaisun rinnalla samoihin turvallisuusperiaatteisiin perustuvaa vaakasijoitusratkaisua (KBS-3H), jonka periaatteet on esitetty rakentamislupahakemusaineistossa. Säteilyturvakeskuksen tiedossa ei ole seikkoja, joiden johdosta vaakasijoitusratkaisu ei voisi täyttää turvallisuusvaatimuksia. Säteilyturvakeskus voi käsitellä muutoksen Posivan erillisestä hakemuksesta ydinenergia-asetuksen 112 §:n mukaisesti. Loppusijoituslaitoksen rakentamisaikana tehtävä muutos aiheuttaisi todennäköisesti viiveen loppusijoituksen suunniteltuun aloitusajankohtaan.

Posiva on esittänyt rakentamislupahakemuksessa selvityksen käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksista ja lisäksi Säteilyturvakeskukselle alustavan selvityksen kuljetusjärjestelyistä ja kuljetuksen turvajärjestelyistä. Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukset ovat toteutettavissa Posivan suunnitelmiin perustuen. Kuljetusten turvallisuus varmistetaan erikseen ja ydinenergia-asetuksen mukaisesti kuljetukseen saa ryhtyä vasta, kun Säteilyturvakeskus on todennut kuljetusjärjestelyjen sekä niiden edellyttämien turva- ja valmiusjärjestelyjen täyttävän niille asetetut vaatimukset.

Turvallisuutta koskevien yleisten periaatteiden ja vaatimusten täytyminen

Rakentamislupavaiheessa arvioitavien ydinenergiain 18–19 §:n lisäksi ydinenergian käytön yleiset periaatteet on esitetty ydinenergiain 5–7 §:ssä:

5 § Ydinenergian käytön tulee olla, sen eri vaikutukset huomioon ottaen, yhteiskunnan kokonaisedun mukaista.

6 § Ydinenergian käytön on oltava turvallista eikä siitä saa aiheutua vahinkoa ihmisille, ympäristölle tai omaisuudelle.

6 a § Ydinjätteet, jotka ovat syntyneet Suomessa tapahtuneen ydinenergian käytön yhteydessä tai seurauksena, on käsiteltävä, varastoitava ja sijoitettava pysyväksi tarkoitetulla tavalla Suomeen [...], ja

7 § Ydinenergian käytön edellytyksenä on, että turvajärjestelyt ja valmiusjärjestelyt sekä muut järjestelyt ydinvahinkojen rajoittamiseksi ja ydinenergian käytön turvaamiseksi lainvastaiselta toiminnalta ovat riittävät.

Olkiluotoon suunniteltu käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus on todettu valtioneuvoston tekemissä periaatepäätöksissä yhteiskunnan kokonaisedun mukaiseksi ja tämän lisäksi loppusijoitus on pitkällä aikavälillä edellytys ydinenergian käytön turvallisuudelle. Posivan esittämä ydinjätelaitos on osa YeL 6 a §:n mukaista ydinjätetuollon kokonaisuutta. Säteilyturvakeskus on esittänyt lausunnossa johtopäätökset YeL 7 §:n edellytysten täyttymisestä.

Johtopäätöksenä Säteilyturvakeskus toteaa, että YeL 18 §:n ja 19 §:n edellytykset rakentamislupaan myöntämiselle ja 5-7 §:ssä säädetty periaatteet täyttyvät. Posivan esittämä käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitos voidaan rakentaa turvallisesti. Posivan esittämät suunnitelmat ovat rakentamislupavaiheessa riittävät ja asianmukaiset seuraavin huomioin ja rajauksin:

- Posiva on toimittanut Säteilyturvakeskukselle ydinjätelaitoksen järjestelmäsuunnittelun tarkentamista koskevan suunnitelman. Säteilyturvakeskus valvoo suunnittelun etenemistä ja todentaa YeA 108 §:n ja YVL-ohjeiden mukaisesti suunnittelun riittävän tason ennen laitoksen rakenteiden ja laitteiden valmistuksen aloittamista.
- Posiva on toimittanut Säteilyturvakeskukselle suunnitelman loppusijoitusjärjestelmän osien asennustesteistä, ja Säteilyturvakeskus tarkastaa testien perusteella järjestelmän asennettavuuden ennen kuin loppusijoitustunnelien louhintaa voi alkaa.
- Posivan on osoitettava ensimmäisten loppusijoitustunneleiden rakentamisen yhteydessä kallion luokitusjärjestelmän luotettavuus. Säteilyturvakeskus tarkastaa kallion luokitusjärjestelmän toimivuuden osana ensimmäisten loppusijoitustunneleiden asemoinnin ja kalliorakentamisen valvontaa.
- Posiva on toimittanut Säteilyturvakeskukselle vapautumisesteisiin kohdistuvan loppusijoituskonseptin kehitysohjelman, jossa se on huomioinut samoja kehityskohteita kuin Säteilyturvakeskus on nostanut esille turvallisuusarviossa. Säteilyturvakeskus valvoo ohjelman mukaista kehitystyön etenemistä rakentamis- ja käyttöluopien välisenä ajanjaksona.
- Posivan on esitettävä Säteilyturvakeskukselle tarkennetut yksityiskohtaisemmat suunnitelmat loppusijoituslaitokseen tulevasta matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoitustilasta ja tarkennettu arvio Posivan loppusijoituslaitokseen sijoitettavien erilaisten ydinjätelajien yhteisvaikutuksista ennen tilan rakentamisen aloittamista
- Posivan ja TVO:n yhteinen turvaohjesääntö on vahvistettava ennen rakentamisen aloittamista.
- Rakentamisen ajalle suunniteltujen turvajärjestelyjen yksityiskohtia on täsmennettävä ennen rakentamisen aloittamista. Näitä asioita koskevat tarkemmat vaatimukset on esitetty salassa pidettävässä (Julkisuuslaki 621/1999 24.1 § 7k) Säteilyturvakeskuksen päätöksessä.

STUKin turvallisuusarvio Olkiluodon kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen turvallisuudesta ja Posivan hankkeesta on voimassa, vaikka TVO:n Olkiluoto 4 -laitosyksikkö ei etenisi rakentamislupahakemusvaiheeseen ja sen käytetty ydinpolttoaine rajattaisiin pois Posivan rakentamislupasta. Olkiluoto 4 -hankkeen toteuttamatta jättäminen vähentäisi loppusijoitettavan käytetyn polttoaineen määrää ja pienentäisi loppusijoitukseen tarvittavan alueen pinta-alaa ja kallioilavuutta.

Ydinturvallisuusneuvottelukunnan lausunto

Posiva Oy:n rakentamislupahakemus Olkiluodon kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamiseksi käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta varten

Säteilyturvakeskuksen (STUK) lausuntopyyntöön (20/H42212/2010, 11.12.2014) ja STUKin lausuntoluonnokseen sekä turvallisuusarvioon viitaten ydinturvallisuusneuvottelukunta esittää seuraavan lausunnon käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemukseen liittyen. Ydinturvallisuusneuvottelukunnalle on esitelty neuvottelukunnan 11.12.2014 pidetyssä kokouksessa STUKin laatimaa luonnosta rakentamislupahakemusta koskevaksi lausunnoksi sekä siihen liittyvän turvallisuusarvion luonnosta. Lisäksi neuvottelukunnalle on syksyn 2014 aiemmissa kokouksissa esitelty STUKin näkemyksiä rakentamislupahakemuksen arviointiin liittyvistä aiheista. Neuvottelukunta on perehtynyt STUKin lausuntoluonnokseen (1/H42212/2013) sekä sen liitteenä olevaan turvallisuusarvion luonnokseen (11.12.2014).

Säteilyturvakeskus on pyytänyt neuvottelukuntaa kiinnittämään erityistä huomiota siihen, ovatko

- turvallisuutta koskevat määräykset, vaatimukset ja tavoitteet rakentamisluvan myöntämisen kannalta riittävän ajantasaisia
- turvallisuus sekä turva- ja valmiusjärjestelyt ja ydinmateriaalivalvonta arvioitu riittävän kattavasti ja riittävää asiantuntemusta käyttäen
- arvioinnin tulokset hyväksyttäviä.

Lisäksi STUK on pyytänyt neuvottelukuntaa esittämään lausunnossaan muut mahdolliset rakentamislupahakemusta ja turvallisuusarviointia koskevat näkökohdat.

Laitoshanke yleisesti

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamiseen liittyviä näkökohtia on käsitelty jo varsin pitkään sekä kansainvälisen yhteistyön puitteissa useilla eri foorumeilla että kotimaisena kehityshankkeena. Suomessa tarve luoda pitkäjänteinen kehitysohjelma välitavoitteineen ydinjätehuollolle ja ydinjätteiden loppusijoitukselle tuotiin esille jo nykyisin käytössä olevien ydinvoimalaitosyksiköiden käytön varhaisessa vaiheessa. Marraskuussa 1983 valtioneuvosto teki periaatepäätöksen ydinjätehuollon tutkimus-, selvitys- ja suunnittelutyön tavoitteita koskien. Päätöksessä esitettiin muun muassa yksityiskohtaiset aikataulutavoitteet käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen varautumisen eri osavaiheille. Näihin sisältyi vaatimus suorittaa yksityiskohtaiset sijoituspaikkatutkimukset käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamista varten sekä vaatimus valita turvallisuus- ja ympäristönsuojeluvaatimukset täyttävä loppusijoituspaikka vuoden 2000 loppuun mennessä. Lisäksi päätöksessä edellytettiin, että luvanhaltijoiden on varauduttava esittämään valvontaviranomaisille kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamislupaa varten tarvittavat suunnitelmat vuoden 2010 loppuun mennessä. Yleisaikataulu kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen toteutukselle täsmennettiin vuonna 2003 kauppa- ja teollisuusministeriön tekemällä päätöksellä, jossa todettiin, että rakentamislupahakemus tulee jättää vuoden 2012 loppuun mennessä.

Vuoden 1983 päätöksessä esitettiin lisäksi ydinjätteiden huollon osalta vaatimus, että luvanhaltijoiden tulee joko yhdessä tai erikseen esittää kauppa- ja teollisuusministeriölle vuosittain (nykyisin kolmivuotiskausittain työ- ja elinkeinoministeriölle) valvontaa varten suunnitelma seuraavan kalenterivuoden aikana suoritettavaksi aiotusta tut-

kimus- ja selvitystyöstä sekä kertomus edellisenä vuonna tekemästään työstä. Ministeriö (KTM ja vuodesta 2008 lähtien TEM) sekä STUK ovat arvioineet voimayhtiöiden ja Posiva Oy:n suunnitelmia sekä tutkimus- ja kehityshankkeiden edistymistä kuvaavaa raporttiaineistoa sekä esittäneet näihin perustuen täydennystarpeita suunniteltuihin jatkotutkimuksiin.

Joulukuussa 2012 Posiva Oy toimitti viranomaisten arvioitavaksi yksityiskohtaisen rakentamislupahakemusaineiston. Suomessa ollaan kansainvälisesti vertaillen etu-rintamassa käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen käytännön toteuttamiseen tähtäävissä hankkeissa. Posivan ja muiden kotimaisten organisaatioiden yhteistyö Ruotsin vastaavien tahojen kanssa on ollut laajaa ja edistänyt hankkeiden kattavuutta, vaikka Ruotsissa suunnitelmat käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen käyttöön otolle sijoittuvat myöhemmäksi kuin Posiva Oy:n tällä hetkellä esittämä toteutusaikataulu.

Posiva toimijana, organisaatio ja resurssit, johtamisjärjestelmä, turvallisuuskulttuuri sekä turvallisuuden ja laadun hallinta

Neuvottelukunta yhtyy STUKin käsitykseen, että Posivalla on nykyisin käytössään riittävä ja laaja asiantuntemus ydinjätelaitoksen rakentamiseen. Ennen käyttöönottovaihetta ja myös käytön alkuvaiheessa on kuitenkin huolehdittava, että Posivalla säilyy vuoden 2015 alussa toteutettavista organisaatiojärjestelyistä (Posivan ja TVO:n kesken) huolimatta riittävät edellytykset ylläpitää ja edelleen kehittää henkilöstönsä asiantuntemusta rakennettavan laitoksen turvallisuustason edelleen parantamiseksi. Samoin neuvottelukunta yhtyy STUKin näkemukseen, että Posivan johtamisjärjestelmä, sen prosessit ja ohjeisto on kehitetty ja otettu käyttöön noudattaen YVL ohjeissa esitetyjä laadunhallinnan vaatimuksia. Johtamisjärjestelmää noudattaen Posivalla katsotaan olevan kyky ja valmius huolehtia ydinjätelaitoksen suunnittelun, rakentamisen ja käyttöön oton laadusta ja turvallisuudesta.

Lisäksi neuvottelukunta yhtyy STUKin näkemukseen, että Posivalla ja sen käyttämällä toimittajilla on edellytykset ja valmius toteuttaa ydinjätelaitoksen rakentamisprojekti hyvän turvallisuuskulttuurin mukaisesti. STUKin arvion mukaan Posivan johto ja henkilöstö ovat osoitta-

neet käytännön tasolla sitoutumisensa korkealla tasolla olevaan turvallisuuteen. Lisäksi STUKin arvion mukaan Posivalla on henkilökunnan ja organisaation kokoamiseen ja kouluttamiseen riittävät järjestelyt ydinjätelaitoksen turvallisen käytön varmistamisen kannalta.

Turvallisuutta koskevien määräysten, vaatimusten ja tavoitteiden ajanmukaisuus rakentamisluvan myöntämisen kannalta

Jo ennen Posiva Oy:n toukokuussa 1999 jättämää periaatepäätöshakemusta vahvistettiin Valtioneuvoston päätöksessä (VnP 478/1999) käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen turvallisuudesta esitetyt keskeiset turvallisuusvaatimukset, jotka edellyttävät, että käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksesta ei saa millään tarkasteluajanjaksolla aiheutua sellaisia terveydellisiä tai ympäristöllisiä vaikutuksia, jotka ylittäisivät loppusijoituksen toteutusajankohtana hyväksyttävänä pidettävän enimmäistason. Alkuvaiheessa yksityiskohtaisemmat säädökset sisältyivät 1.12.2001 lähtien virallisesti voimassa olleisiin Säteilyturvakeskuksen ohjeisiin ”Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuus” (YVL 8.4) ja ”Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen käyttö” (YVL 8.5). Seuraavassa vaiheessa valmisteltiin Valtioneuvoston päätöksen (VnP 478/1999) korvannutta Valtioneuvoston asetusta (VNA 736/2008), joka on edelleen voimassa. Tässä asetuksessa määritellään yleiset vaatimukset ja puolestaan yksityiskohtaisemmat vaatimukset esitetään ydinjätteiden loppusijoitusta koskevassa ohjeessa YVL D.5 (Ydinjätteiden loppusijoitus), jonka lopullinen versio on ollut voimassa 1.12.2013 lähtien. Posivalla on kuitenkin rakentamislupahakemusta valmistellessaan ollut käytettävissään varsin lopullisessa muodossa ollut luonnos ohjeesta YVL D.5.

Ydinjätteiden loppusijoituksen turvallisuutta koskevien säädösten ja yksityiskohtaisten vaatimusten kehitys on Suomessa edennyt huomattavasti ripeämmin ja yksityiskohtaisemmalle tasolle kuin useimmissa muissa maissa. Kansainvälisten järjestöjen, kuten EU, IAEA ja OECD/NEA, toiminnassa on käsitelty ydinjätteiden loppusijoituksen turvallisuusvaatimuksia varsin yleisellä tasolla. IAEA:n Joint Conventionin puitteissa laadittujen Suomen maaraporttien kansainvälisissä arvioinneissa on todettu, että ydinjätehuollon toteu-

tus ja suunnitelmat Suomessa vastaavat yleisiä kansainvälisiä vaatimuksia. IAEA:n Integrated Regulatory Review Service (IRRS) -arvioinnissa STUKin toiminnan ja kansallisten järjestelyjen on todettu täyttävän IAEA:n vaatimukset.

Neuvottelukunta toteaa, että turvallisuutta koskevat määräykset, vaatimukset ja tavoitteet ovat rakentamisluvan myöntämisen kannalta riittävän ajantasaisia.

Loppusijoitusjärjestelmän turvallisuusperiaatteet

Neuvottelukunta yhtyy STUKin käsitykseen, että Posiva on kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelussa ottanut huomioon käytetyn ydinpolttoaineen aktiivisuuden vähentämisen välivarastoinnilla sekä suunnitellut pitkäaikaisturvallisuuden kannalta edullisella tavalla loppusijoituslaitoksen elinkaaren vaiheet eli laitoksen rakentamisen, loppusijoitustoiminnan ja sulkemisen. Loppusijoitussyvyyden valinnassa on otettu huomioon pitkäaikaisturvallisuus ja riittävän suojan tarjoaminen maanpäällisten ilmiöiden ja ihmisen toiminnan kannalta.

Posivan esittämät loppusijoitusjärjestelmään liittyvät turvallisuustoiminnot (loppusijoituskapseli, kapselia ympäröivä puskurimateriaali, tunnelien täyttö, tilojen sulkeminen sekä kallioperän toiminta luonnollisena vapautumisesteenä) ovat moniesteperiaatteen mukaisia. Neuvottelukunta yhtyy STUKin näkemykseen, että turvallisuustoimintojen kuvauksissa on käyttölupavaiheessa esitettävä selkeämmin kunkin vapautumisesteen toimintaan vaikuttavat tekijät.

Loppusijoituslaitoksen käytönaikaisen monitoroinnin kohteena on loppusijoituslaitoksen teknisten vapautumisesteeden toiminnan seuranta ennen tilojen lopullista sulkemista VNA 736/2008:n 9 §:n mukaisesti. Tähän liittyen kyseisen VNA:n 10 §:n viittaus pitkäaikaisturvallisuuden varmistamiseen seurantamittauksilla on epätäsmällinen ja saattaisi olla tulkittavissa sen viittaavan myös sulkemisen jälkeiseen valvontaan, mikä olisi ristiriidassa ydinenergialain 7 h §:ssa esitetyn periaatteen kanssa, jonka mukaisesti ydinjätteiden sijoitus pysyväksi tarkoitettulla tavalla ei edellytä loppusijoituspaikan valvontaa pitkäaikaisturvallisuuden varmistamiseksi. Jälkivalvontaa (monitorointia) ennen loppusijoitustilan lopullista sulkemista ennätetään suorittaa varsin pitkäaikaisesti käyttöjakson aikana, sillä

ensimmäisten loppusijoitustunnelien sulkemisesta ennättää kulua jopa sata vuotta ennen koko loppusijoitustilan sulkemista. Rakentamisen aikana sekä ennen sulkemista tapahtuvassa monitoroinnissa on hyödyllistä arvioida kallioperän ja pohjaveden ominaisuuksien mahdollista muuttumista. Posiva on esittänyt suunnitelman rakentamisen aikana toteutettavalle monitoroinnille.

Neuvottelukunta yhtyy STUKin näkemykseen siitä, että teknisten vapautumisesteeden monitorointi ennen loppusijoitustilan sulkemista vaatii vielä kehittämistä, sekä monitorointitekniikan ja -kohteen että asetettavien viranomaisvaatimusten osalta.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelu käytönaikaisen turvallisuuden kannalta

Ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitos on ydinlaitos. Posiva on soveltanut sen turvallisuuden suunnitteluun syvyysuuntaista turvallisuusperiaatetta ja määritellyt kolme turvallisuustoimintoa: radioaktiivisten aineiden hallinta, reaktiivisuuden hallinta ja jälkilämmön poisto. Turvallisuustoiminnot ovat samat kuin ydinvoimalaitoksissakin, mutta olosuhteet polttoaineen käsittelylle ovat erilaiset. Polttoainetta on kerrallaan huomattavasti pienempiä määriä kuin voimalaitoksessa eikä sitä myöskään rasiteta suurilla paineilla tai lämpötiloilla. Polttoaineen jälkilämmön tuotto on alhaisempaa kuin voimalaitoksissa ja niinpä jälkilämpö pystytäänkin kaikissa tilanteissa poistamaan passiivisesti ilman käyttövoimaa. Laitoksessa ei ole tarkoitus saattaa polttoainetta kriittiseen kokoonpanoon ketjureaktion tuottamiseksi ja siksi alikriittisyys voidaankin varmistaa luotettavin rakenteellisin keinoin. Kriittisyyden saavuttaminen vaatisi useiden erityyppisten hyvin epätodennäköisten onnettomuustilanteiden tapahtumista yhtäaikaa. Toisin kuin voimalaitoksessa, polttoainepippuja kuitenkin käsitellään (esim. kuivaus) ja nostetaan paljaina ilmassa, joten käsittelyn huolellisuus vaurioitumisen estämiseksi on erityisen tärkeää. Radioaktiivisten aineiden hallinnan takia prosessin kaikki vaiheet tapahtuvatkin suljetuissa tiiviissä tiloissa ja niiden ilmanvaihtojärjestelmissä on normaali- ja onnettomuustilanteita varten suodatusmahdollisuus. Työntekijöiden säteilysuojelun takia kaikki prosessit ovat etäohjattuja.

Maailmalla ei ole aiempaa kokemusta samanlaisista laitoksista, mutta käytetyn polttoaineen käsittelystä sinänsä on kokemusta esimerkiksi ydinpolttoaineen jälleenkäsittelylaitoksissa.

Loppusijoitustilaan suljetut kapselit kuljetaan kapselointilaitoksen välivarastosta kapselilihissillä ja siirto- ja asennusajoneuvoilla. Ajoneuvoissa kapseli suojataan yhdistetyllä mekaanisella ja säteilysuojalla. On suunniteltu, että kaikista näistä vaiheista kapseli voidaan palauttaa kapselointilaitokseen uudelleen käsiteltäväksi, jos se vahingoittuu.

Häiriö- ja onnettomuustilanteet

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksessa keskeisiä käyttötoimintoja ovat erilaiset nosto- ja siirtotoiminnot. Näihin toimintoihin suunnitellut laitteet ovat lähes kaikki ainutkertaisia, mutta ne perustuvat koeteltuun tekniikkaan. Sellaiset toiminnot, joiden vikaantuminen voisi johtaa radioaktiivisiin päästöihin tai henkilöstön altistumiseen säteilylle, on varmistettu yksittäisvikasietoisiksi.

Turvallisuustoiminnoista polttoaineen alikriittisyyden ylläpitäminen eli ketjureaktion käynnistymisen estäminen ja jälkilämmön poistaminen perustuvat luontaisiin turvallisuusominaisuuksiin eli niiden toteutuminen ei tarvitse käyttövoimaa. Myös käsittelytoiminnot on suunniteltu niin, että laitteistot pysähtyvät hallittuun tilaan mikäli käyttövoima menetetään.

Mahdollisiksi arvioidut käyttötoimintojen häiriöt ja sisäiset ja ulkoiset uhkatilanteet on analysoitu ydin- ja säteilyturvallisuuden kannalta. Keskeisimpiä olisivat taakkojen putoamiset, tulipalot, rakenteiden sortuminen tai tulviminen, joihin on varauduttu suunnittelussa. Suunnittelun perustana käytetyissä analyyseissä on käytetty sekä kokeellisia että laskennallisia menetelmiä. Analyyseissä on keskitytty tapauksiin, joista voisi seurata radioaktiivisia päästöjä.

Mahdollisten radioaktiivisten aineiden päästöjen määrä kapseloinnin ja loppusijoittamisen eri aikoina riippuu käsiteltävän ydinpolttoaineen ominaisuuksista. Kustakin polttoainepuusta on voimalaitosten käyttäjillä arkistoituina yksilölliset tiedot, joiden avulla pystytään suunnittelemaan kunkin kapselin täyttäminen niin, että säteilyannosnopeudet, lämmöntuotto ja kriittisyysturvallisuus hallitaan. Nämä kaikki tiedot tullaan arkistoimaan Posivan tietokantaan.

Turvallisuuslaskelmia tehtäessä kuitenkin oletetaan konservatiivisesti, että vahingoittuva loppusijoituskapseli sisältäisi suurimman mahdollisen määrän radioaktiivisia aineita. Lisäksi oletetaan sen sisältämän kaiken polttoaineen vahingoittuvan ja siihen sisältyvien radioaktiivisten aineiden vapautuvan siitä konservatiivisesti arvioidulla nopeudella, jotta radioaktiivisten aineiden lähdetermiä varmasti ei aliarvioitaisi. Vapautumisnopeuden arvoa Säteilyturvakeskus edellyttää Posivan kuitenkin vielä tarkentavan aikanaan ennen käyttöluupahakemusta, koska arvo vaikuttaa oleellisesti myös pitkäaikaisturvallisuuden osoittamiseen.

Ydinjätelaitoksen suunnittelussa on otettu huomioon, että henkilöstön ja ympäristön säteilyannokset minimoidaan. Laitoksen tilat luokitellaan säteilysuojelullisiin vyöhykkeisiin kulunrajoitus- ja kulunvalvontajärjestelyineen. Käsittelykammioiden seinänpaksuudet on mitoitettu niin, että ne suojaavat prosesseja etäohjaavan henkilöstön. Kapselin kuljetusajoneuvossa on erillinen säteilysuoja kapselille. Päästöjä ympäristöön seurataan jatkuvatoimisilla mittareilla ja ottamalla näytteitä. Kapselointilaitokseen on suunniteltu tiloihin joutuviksi oletettujen radioaktiivisten aineiden päästöjen suodattaminen ja tehokas mahdollisuus puhdistamiseen sekä syntyvien jätteiden käsittely.

Turvallisuusanalyysien lisäksi ydinjätelaitokselle on tehty myös suunnitteluvaiheen todennäköisyysperusteinen riskianalyysi (PRA). Se on laadittu alustavien suunnittelutietojen, laitteiden yleisten luotettavuustietojen, konservatiivisten oletusten ja asiantuntija-arvioiden avulla. Laitoksen käyttövaiheessa merkittäviä päästöjä voisi aiheutua vain, jos polttoainepuusta vahingoittuu ja yhtäaikaan ilmaston suodatus epäonnistuu. Merkittävin alkutapahtuma olisi kapselin putoaminen kapselointilaitoksessa tapahtuvan käsittelyn yhteydessä, mutta siinäkin tapauksessa suodatus rajoittaisi päästöjä. Suodatuksen epäonnistuminen taas lähinnä voisi johtua vain inhimillisestä virheestä suodatusjärjestelmän huollon aikana. Posiva on tarkastellut myös tällaisten yhtäaikaisten tapauksien seurauksia, vaikka niiden epätodennäköisyyden takia niiden analysointia ei vaadita.

Posiva on esittänyt riskienhallinnan laskelmat myös ydinpolttoaineen kuljetuksille.

Säteilyturvakeskus on arvioinut niiden olevan toteutettavissa Posivan suunnitelman mukaisesti. Ne tullaan aikoinaan luvittamaan erillisin luvuin.

Säteilyturvakeskus on järjestelmällisesti arvioinut Posivan ydinjätelaitoksen käytön suunnitelmat ja niiden perustana olevat analyysit syvyys-suuntaisen turvallisuusperiaatteen ja määriteltyjen turvallisuustoimintojen toteutumisen kannalta ja on todennut ne sekä säteilysuojelujärjestelyt riittäviksi.

Kuitenkin suunnittelun edetessä pitää varmistaa hyvä luotettavuus mm. suodatusjärjestelmille sekä kulunrajoitus- ja kulunvalvontajärjestelyille, joilla estetään henkilökunnan pääsy suljettuihin tiloihin kapselointilaitoksen käytön aikana.

Säteilyturvakeskus on arvioinut myös Posivan esittämän ydinjätelaitoksen turvallisuus- ja maanjärjestysluokituksen ja todennut sen tässä vaiheessa riittäväksi. Laitoksen uudentyypisyyden takia Säteilyturvakeskus kuitenkin toteaa, että Posivan pitää edelleen arvioida järjestelmien laitteiden ja rakenteiden turvallisuusmerkitystä ja tarvittaessa muuttaa luokituksia.

Neuvottelukunta yhtyy näihin johtopäätöksiin.

Ydinjätelaitoksen rakentaminen

Posivan suunnittelemaan maanpäälle toteutettavaan ydinjätelaitoskokonaisuuteen kuuluu kapselointilaitos sekä muut maanpäälliset rakennukset, joita tarvitaan esimerkiksi laitoksen käyttötoiminnan tukemiseen. Kapselointilaitoksen suunnittelussa ja asemoinnissa on otettu huomioon laitokseen mahdollisesti kohdistuvat sisäiset ja ulkoiset uhat, joista rakenteiden suunnitteluun vaikuttavat erityisesti oletetut maanjärjestykset, äärimmäiset sääilmiöt, lentokonetörmäys, räjähdykset ja tulipalot.

Merkittävä rakenteiden mitoitukseen vaikuttava yksittäinen tekijä on käyttöhenkilöstön säteilysuojaus, joka on suunniteltu toteutettavaksi polttoaineen ja kapselin käsittelytiloja ympäröivillä massiivisilla betonirakenteilla. Kapselointilaitoksen rakennus suunnitellaan EN-standardien ja niihin liittyvien Suomen kansallisten liitteiden vaatimusten mukaisesti. Laitoksen tilat, joissa oletetaan todennäköisesti tapahtuvan pintojen kontaminaatioita, varustetaan puhdistamista helpottavalla ruostumattomasta teräksestä tehdyllä vuorauksella ja muut satunnaisen kontaminaation tilat pinnoitetaan helposti puhdistettavalla pintakäsittelyllä.

Kapselointilaitoksen ja muiden maanpäällisten rakennusten toteutus on koeteltua ydinlaitosten rakentamisessa käytettyä tekniikkaa ja on toteutettavissa YVL-ohjeissa esitettyjen vaatimusten mukaisesti.

Maanalaisissa tiloissa tapahtuvat loppusijoitustoiminnot on eriytettävä loppusijoituslaitoksen louhinta- ja rakentamistöistä siten, etteivät nämä vaikuta haitallisesti laitoksen käyttöturvallisuuteen tai loppusijoitettujen jätteiden pitkäaikais- turvallisuuteen. Lisäksi maanalaisten tilojen sijoittaminen, louhinta, rakentaminen ja sulkeminen on toteutettava siten, että kallioopera säilyttää mahdollisimman hyvin pitkäaikaisturvallisuuden kannalta tärkeät ominaisuudet.

Posiva asemoi tilat pyrkien välttämään pitkäaikaisturvallisuuden kannalta epäedullisia geologisia ja hydrogeologisia vyöhykkeitä sekä kalliorakoja, jotta rakentamisen kalliooperalle aiheuttama häiriö pysyy hallittuna ja asetettujen tavoitteiden mukaisena. Tätä varten Posiva on kehittänyt kallion luokitusmenetelmän (RSC), jonka perusteella tilat asemoidaan eri vaiheissa asetettujen kriteerien mukaisesti aina yksittäisen loppusijoitusreiän paikan valintaan asti. Pitkäaikaisturvallisen ja optimaalisen tilankäytön ja asemoinnin tarpeisiin Posivan tulee edelleen kehittää kallioluokitusmenetelmää.

Posiva on rakentanut periaatepäätöksessä esitetyn mukaisesti maanalaisen tutkimus-tilan Onkalon, joka muodostaa osan suunniteltua maanalaista loppusijoituslaitosta. Onkalon laajuus kattaa osan maanpintayhteyksistä ja teknisistä tiloista. Onkalon suunnittelua ja rakentamista ovat koskeneet samat vaatimukset kuin loppusijoituslaitosta, ja STUK on valvonut Onkaloa ydinlaitoksen rakentamisen valvontaa vastaavin menettelyin. Onkalon louhinnat ovat pääosin valmistuneet ja Posiva on tarkastamassa Onkalon tulosaineistoa, jolla osoitetaan Onkalon rakentamisen vaatimuksenmukaisuus.

Neuvottelukunta yhtyy STUKin arvioon siitä, että maanalainen loppusijoituslaitos voidaan rakentaa siten, että rakentamisen aiheuttama häiriö kallio- ja pohjavesiympäristöön pysyy hallittuna. Neuvottelukunta toteaa kuitenkin, että kallion luokitusjärjestelmän soveltamiseen liittyy edelleen kehitystyötä, jota Posivan on tehtävä ottaessaan kehitetyn menetelmän käyttöön tilojen asemoinnissa. Lisäksi STUKin mukaan kalliorakennusmenetelmiä ja materiaaleja on kehitettävä, jotta

Posiva pystyy osoittamaan vaatimuksenmukaisten kalliotilojen rakentamisen.

Rakentamisen aikainen väliarviointi sekä laadunhallinta edellyttävät, että laitos rakennetaan hyväksytyjen suunnitelmien ja menettelyjen mukaisesti. Luvanhaltijan on lisäksi huolehdittava siitä, että myös laitostoimittaja ja turvallisuuden kannalta tärkeitä palveluja ja tuotteita tuottavat alihankkijat toimivat asianmukaisesti. Rakentamiseen osallistuvilta toimittajilta Posiva edellyttää korkeatasoista laatua ja hyvää turvallisuuskulttuuria. Hankkeen kokonaisvaltaisena toteuttajana Posiva laatii erillisen suunnitelman koko rakennusprojektin hallitsemiseksi ja organisoimiseksi.

Posivan rakentamistoiminnan laadunvarmistuksessa toimitaan Posivan johtamisjärjestelmän mukaisesti. Posivan johtamisjärjestelmää tarkentavat ydinlaitosten rakentamistoiminnassa noudatettavat yksityiskohtaiset menettelyt, kuten laadun suunnittelu, ohjaus ja valvonta, varmistus sekä jatkuva parantaminen, ja niiden organisointi kuvataan laitosprojektin laatusuunnitelmassa, joka viittaa käytettäviin prosesseihin, menettelyihin ja ohjeisiin. Posivan mukaan turvallisuusyksikön laaturyhmä toimii rakentamisen eri vaiheiden toteutusorganisaatiosta riippumattomana osapuolena (QA), jonka tehtävänä on varmistaa, että rakentamisessa noudatetaan Posivan johtamisjärjestelmää ja rakentaminen toteutetaan asetettujen vaatimusten ja ohjeiden sekä laadittujen suunnitelmien mukaisesti. Neuvottelukunnan mielestä on erittäin merkittävä asia varmentaa laitoksen rakentaminen hyväksytyjen suunnitelmien ja menettelyjen mukaisesti.

Neuvottelukunta yhtyy STUKin arvioon siitä, että Posiva on kehittänyt ja ottanut käyttöön riittävät menettelyt ydinjätelaitoksen rakennusprojektin ohjaus- ja valvontatoimintaan. Noudattamalla menettelyjä on mahdollista varmistaa, että ydinjätelaitos ja sen järjestelmät, laitteet ja rakenteet suunnitellaan, valmistetaan, rakennetaan, asennetaan ja käyttöönotetaan hyväksytyjen suunnitelmien ja menettelytapojen mukaisesti.

Ydinjätelaitoksen käyttöönotto ja käyttö

Ydinjätelaitoksen käyttöönoton yhteydessä luvanhaltijan on varmistettava, että järjestelmät, rakenteet ja laitteet sekä laitos kokonaisuudessaan toimivat suunnitellulla tavalla. Lisäksi laitoksen

tulevaa käyttöä varten on oltava tarkoituksenmukainen organisaatio, riittävästi ammattitaitoista henkilökuntaa ja soveltuva ohjeisto. STUKin tekemien arviointien ja tarkastuksien perusteella todetaan Posivan laatineen riittävät suunnitelmat, joilla sen on mahdollista varmistaa käyttöönottoaiheessa tehtävillä koekäytöillä ydinlaitoksen, sen järjestelmien ja laitteiden vaatimustenmukainen ja turvallinen toiminta sekä kattava, kelpuutettu (validoitu) käyttöohjeisto. Posivan suunnitelmiin sisältyy myös koulutuksen järjestäminen oikea-aikaisesti käyttöorganisaatiolle, jonka rakenteen ja henkilöstön määrän Posiva on alustavasti suunnitellut.

Ydinjätelaitoksen käyttötoimintaan liittyvät käyttöohjeet, käyttöhäiriöiden ja onnettomuustilanteiden tunnistamista ja hallintaa varten tarvittavat ohjeet sekä turvallisuustekniset käyttöehdot laaditaan ennen käyttöluvahakemuksen jättämistä. Samoin ydinjätelaitoksen kunnonvalvonta- ja kunnossapito-ohjelma on laadittava ennen käyttöluvahakemuksen jättämistä. Posivalla on olemassa kunnonvalvonta- ja kunnossapito-ohjelma Onkalon osana toteutettuja tiloja ja järjestelmiä varten.

Säteilyturvallisuuden varmistamiseksi laitoksella on suunniteltu toteutettavaksi käytön aikaiset säteilymittaukset merkittävillä päästöreiteillä. Laitoksen ympäristöön tulee Posivan omia mittauslaitteita, mutta Posiva hyödyntää laitosympäristössä myös TVO:n olemassa olevaa säteilymittausverkostoa.

Ydinjätelaitoksen käytöstäpoisto ja purkaminen

Ydinjätelaitoksessa käytöstäpoistolla tarkoitetaan maanpäällisten osien purkamista niin, ettei laitosalueella käytöstäpoiston jälkeen tarvita erityisiä toimenpiteitä laitoksesta peräisin olevien radioaktiivisten aineiden vuoksi. Posiva on toimittanut rakentamislupaa varten riittävän kuvauksen kapselointilaitoksen käytöstäpoistosta ja ottanut käytöstäpoiston huomioon laitoksen suunnitteluvaatimuksissa. Posiva on esittänyt rakentamislupahakemusaineistossa sulkemisen periaatteet rakentamisluvan kannalta riittävällä tavalla ja suunnitellut loppusijoitustilan sulkemisen toteutettavaksi siten, että kallioperä säilyttää mahdollisimman hyvin pitkäaikaisturvallisuuden kannalta tärkeät ominaisuudet.

Ikääntymisen hallinta

Rakentamislupahakemuksen yhteydessä Posiva on toimittanut alustavan selvityksen ikääntymisen hallinnan periaatesuunnitelmasta. Suunnitelmassa kuvataan periaatteet kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen ikääntymisen hallinnasta. Suunnitelmaan sisältyy myös ikääntymisen hallintaohjelman laadinta ja se on kaavailtu liitettäväksi käyttöluupahakemukseen. STUK on hyväksynyt kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen ikääntymisen hallintaa koskevan alustavan periaatesuunnitelman ja katsoo sen olevan ohjeen YVL A.8 esittämien vaatimusten mukainen. STUKin mukaan Posivan on esitettävä käyttöluupahakemukseen liitettävässä ikääntymisen hallintaohjelmassa, miten alustavassa ikääntymisen hallinnan periaatesuunnitelmassa kuvattuja periaatteita on käytännössä toteutettu.

Pitkäaikaisturvallisuus

Posiva on toimittanut rakentamislupahakemuksen yhteydessä STUKille ydinjätelaitoksen turvallisuusperustelun, jossa tarkastellaan erityisesti loppusijoituslaitoksen pitkäaikaisturvallisuutta. Turvallisuusperustelussa kuvataan loppusijoituskonsepti ja loppusijoitusjärjestelmä sekä vapautumisesteet. Loppusijoituskonseptin turvallisuutta perustellaan turvallisuustoimintojen avulla, mutta turvallisuusperustelussa ei kuitenkaan esitetä, miten on päädytty valittuihin turvallisuustoimintoihin.

Valtioneuvoston asetuksessa (736/2008) esitetään vaatimus, että turvallisuusperustelu on esitettävä ydinjätelaitoksen rakentamislupahakemuksen ja käyttöluupahakemuksen yhteydessä. Turvallisuusperustelun sisältöä koskevat yksityiskohtaiset vaatimukset esitetään ohjeessa YVL D.5. Neuvottelukunta yhtyy STUKin yleiseen johtopäätökseen, että valtioneuvoston asetuksen vaatimus täyttyy, mutta Posivan tulee päivittää turvallisuusperustelunsa käyttöluupahakemuksen yhteydessä.

Kallioperän osalta loppusijoituspaikan ominaisuuksille on esitetty yleiset vaatimukset valtioneuvoston asetuksen (736/2008) 12 §:ssä. STUK toteaa muun muassa, että Olkiluodon kallioperä on hyvin monipuolisesti tutkittu. Loppusijoituspaikan rakentamisen aloittamiseksi tehty karakterisointityö on riittävää. Karakterisointityötä on kuitenkin jatkettava edelleen rakentamisen edetessä

loppusijoituspaikan vähemmän tutkittuihin osiin. Posivan loppusijoituspaikan kuvaus perustuu useiden tutkimusalojen ja -menetelmien tuloksiin, joista saadun tiedon yhdistämisessä kokonaiskäsitykseksi on vielä kehittämistä. STUK toteaa myös, että Posivan laatima loppusijoituspaikan toimintakykyanalyysi ei toistaiseksi sisällä Onkalon ajotunnelin varrelle rakennettavaa matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoitustilaa. STUK edellyttää, että käytetyn polttoaineen sekä matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoitustilaja on käsiteltävä toimintakykyanalyysissä yhtenä kokonaisuutena. Neuvottelukunta yhtyy STUKin johtopäätöksensä esittämään käsitykseen, että rakentamislupahakemuksessa esitetyt loppusijoituspaikan tutkimukset ja toimintakykyanalyysit sekä johtopäätökset Olkiluodon kallioperän soveltuvuudesta loppusijoituspaikaksi ovat rakentamislupavaiheeseen riittävät. Posivan kallioperälle asettamat vaatimukset toteutuvat suurella todennäköisyydellä ja suurella marginaalilla.

Teknisiä vapautumisesteitä koskevat vaatimukset on esitetty valtioneuvoston asetuksen pykälissä 6 § ja 9 §. Loppusijoituskapselia ja muita teknisiä vapautumisesteitä koskien STUK esittää, että pitkäaikaisturvallisuutta koskevat suunnitteluperusteet ja -periaatteet on esitetty periaatteellisella tasolla kattavasti rakentamislupahakemusaineiston osana toimitetussa alustavassa turvallisuusselosteessa ja turvallisuusperustelussa. Teknisten vapautumisesteiden toimintakyvyn osoittamisessa ja vapautumisesteiden kehittymisen kuvaamisessa mahdollisissa tulevaisuuden kehityskuluissa on vielä puutteita, jotka edellyttävät tutkimus- ja kehitystoimenpiteitä ennen käyttöluupahakemuksen jättämistä. Lisäksi STUK edellyttää, että teknisten vapautumisesteiden turvallisuustoimintojen, toimintakykyavoitteiden ja suunnitteluvaatimusten yhteyden selkeyttäminen on tarpeen käyttöluupahakemuksen jättämiseen mennessä, jotta turvallisuuden perusteet on jäljitettävästi ja läpinäkyvästi dokumentoitu.

Loppusijoituskapselin yhtenä suunnitteluvaatimuksena on, että polttoaineen on säilyttävä alkukriittisenä. Tältä osin STUK toteaa, että Posivan esittämien kriittisyysturvallisuusanalyysien perusteella ei voida täysin sulkea pois loppusijoituskapselin kriittisyyttä hyvin pitkällä aikavälillä. Analyyseissä on kuitenkin tehty tältä osin erittäin konservatiivisia oletuksia loppusijoituskapselin

geometrian kehittymisestä pitkällä aikavälillä, joten STUK katsoo loppusijoitetun polttoaineen uudelleen kriittisyyden olevan hyvin epätodennäköistä.

Teknisten vapautumisesteiden valmistusmenetelmien kehitystyön osalta Posiva on edennyt pisimmälle loppusijoituskapselin osalta valmistettuaan asetetut vaatimukset täyttäviä loppusijoituskapselien osia. Loppusijoituskapselin ja erityisesti muiden teknisten vapautumisesteiden valmistamiseen ja vaatimuksen mukaisuuden todentamiseen ja tarkastamiseen liittyy kuitenkin kehitystarpeita.

Loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuteen liittyen pitkäaikaisia säteilyvaikutuksia koskevat vaatimukset todennäköisinä pidetyille kehityskuluille on esitetty valtioneuvoston asetuksen (736/2008) 4 §:ssä. Neuvottelukunta yhtyy STUKin esittämään johtopäätökseen, että todennäköisenä pidettävien kehityskulujen mukaisten analyysien ja turvallisuustoimintojen heikkenemistä kuvaavien analyysien tuloksien perusteella aiheutuvat vuosiannokset ja radioaktiivisten aineiden päästöt alittavat asetetut rajoitukset.

Vastaavasti asetuksen (736/2008) 5 §:ssä esitetään vaatimukset pitkäaikaisturvallisuutta heikentävien epätodennäköisten tapahtumien tarkasteluille. Posiva on tarkastellut pitkäaikaisturvallisuutta heikentävinä epätodennäköisinä tapahtumina loppusijoituskapseleita vaurioittavia kalliosirroksia, loppusijoitettuun kapseliin ja loppusijoitustilaan osuvia porauksia, keskisyvän porakaivon tekemistä loppusijoituspaikalle sekä nopeaa kapselin sisäosien korroosiota. Posiva on tarkastellut epätodennäköisiä tapauksia, niiden todennäköisyyksiä sekä seurauksena olevien annosten ja radioaktiivisten aineiden päästöjen suuruuksia ja odotusarvoja. Verrattuna annos- ja päästörajoitukseen laskelmien tulokset täyttävät asetuksen 5 §:n vaatimukset.

Turvallisuusperusteluun kuuluu yhtenä osaluueena muodostaa systemaattisesti skenaarioita, joilla arvioidaan loppusijoitusjärjestelmän aikaikäyttäytymisen epävarmuutta. Posiva on määrittellyt skenaariot loppusijoitusjärjestelmän mahdollista tulevaa käyttäytymistä kuvaavista kehityskuluista poiketen kehityskulkuina, jotka voivat johtaa loppusijoituskapselien vikaantumiseen ja radionuklidien vapautumiseen yksittäisen tekijän vaikutuksesta. STUK edellyttää, että käyttölu-

pahakemuksessa Posivan on tarkasteltava odotettavissa olevasta kehittymisestä poikkeavissa kehityskuluissa myös mahdollisuutta, että yksi tai useampi toimintakykytavoite ei täyty.

Asetuksen (736/2008) 14 §:ssä esitetään lisävaatimuksia turvallisuusperustelussa pitkäaikais- ja turvallisuuden osalta tarkasteltavista kohteista ja edellytetään säteilyaltistuksen arviointia ihmisten ohella myös eläin- ja kasvilajien osalta. STUKin arvioinnin mukaan kokonaisuutena tarkastellen Posivan kehittämä biosfäärimalli on vaatimusten mukainen. Muun elollisen luonnon suojelua koskien asetuksen vaatimusta, joka koskee loppusijoituksen mahdollisia vaikutuksia kasvi- ja eläinlajeihin, on tarkennettu ohjeessa YVL D.5. Vaatimusten mukaan loppusijoituksella ei saa olla haitallisia säteilyvaikutuksia kasvi- tai eläinlajeihin. Tämän osoittamiseksi on arvioitava tyypillisiä säteilyannoksia loppusijoituspaikan ympäristön maa- ja vesialueiden eliöstöissä, kun oletetaan eliöstön säilyvän nykyisenkaltaisena. Posivan käyttämä menetelmä vaikutusten arvioinnista muuhun elolliseen luontoon on ajanmukainen ja vastaa hyviä käytäntöjä. Posiva on esittänyt absorboituneen annoksen kertymisnopeudet kasveille ja eläimille. Arvioidut annosnopeudet alittavat suurella marginaalilla nykytiedon valossa arvioidun terveille eläinpopulaatioille haitallisen annosnopeuden.

Neuvottelukunta yhtyy turvallisuusperustelua koskevaan STUKin yleisnäkemykseen, että Posiva on esittänyt turvallisuusperustelun riittävässä laajuudessa rakentamislupavaiheen osalta. Turvallisuusanalyysin tulokset ja muut turvallisuusperustelussa esitetyt seikat riittävät osoittamaan vaatimusten täyttymisen. STUK katsoo Posivan tavan muodostaa skenaarioita olevan riittävä rakentamislupavaiheessa, mutta tehtyjen tarkastelujen perusteella ei voida vielä varmuudella todeta, että turvallisuuden arvioimisen kannalta merkityksellisiin loppusijoitusjärjestelmän kehityskuluihin on varauduttu systemaattisesti skenaarioanalyysissä.

Valtioneuvoston asetuksen (736/2008) 15 §:ssä edellytetään, että turvallisuusperustelussa käytettävien lähtötietojen ja mallien on pohjaututtava korkealaatuiseen tutkimustietoon ja asiantuntija-arviointiin. Lähtötietojen ja mallien on oltava mahdollisuuksien mukaan kelpuutettuja sekä loppusijoituspaikalla tarkasteluajanjaksona

todennäköisesti vallitsevia olosuhteita vastaavia. Neuvottelukunta yhtyy STUKin käsitykseen, että turvallisuusperustelun kattavuus on tarkastuksen perusteella riittävä rakentamislupavaiheessa. Toimintakyky- ja turvallisuusanalyysi vaativat kuitenkin lisätyötä ja muutoksia turvallisuusperustelun kattavuuden lisäämiseksi ennen käyttö-lupahakemuksen jättämistä.

Muita vaatimuksia koskien STUK on turvallisuusarviossaan tarkastellut myös vaihtoehtoista, kapselien vaakasijoitukseen perustuvaa ratkaisua (KBS-3H) käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamiselle. STUK ei ole alustavassa tarkastelussaan havainnut seikkoja, joiden johdosta vaakasijoitusratkaisu ei voisi täyttää asetettuja vaatimuksia. Posiva on esittänyt arvioivansa pysty- ja vaakasijoitusratkaisuja keskenään vuonna 2016. STUK on esittänyt voivansa käsitellä perusratkaisun muutoksen ydinenergia-asetuksen 112 § mukaisesti. STUK huomauttaa kuitenkin, että rakentamisvaiheessa tehtävä merkittävä muutos suurella todennäköisyydellä siirtää käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen suunniteltua aloittamisajankohtaa.

Loppusijoitetun käytetyn ydinpolttoaineen palautettavuus

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta koskeneen ensimmäisen periaatepäätöksen antamisen aikana voimassa ollut valtioneuvoston päätös käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen turvallisuudesta (478/1999) edellytti, että loppusijoitustila on avattavissa, mikäli kehittyvä tekniikka tekee sen tarkoituksenmukaiseksi. Kyseinen valtioneuvoston päätös on kumottu valtioneuvoston asetuksella ydinjätteiden loppusijoituksen turvallisuudesta (736/2008), joka ei pidä sisällään vaatimuksia loppusijoitustilan avattavuudesta.

Koska valtioneuvoston vuonna 2001 vahvistetussa periaatepäätöksessä on edellytetty palautettavuutta, Posiva on kuvannut Olkiluodon kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemuksen liitteessä loppusijoituslaitoksen avaamisen ja loppusijoituskapseleiden palauttamisen loppusijoituksen eri vaiheissa, myös loppusijoituslaitoksen sulkemisen jälkeen. STUK on arvioinut, että Posivan esittämä loppusijoituskonseptin periaate mahdollistaa tilojen avattavuuden kuitenkin vaarantamatta turvallisuutta.

Ydinmateriaalivalvonnan sekä valmius- ja turvajärjestelyjen arviointi

Posiva on toimittanut Säteilyturvakeskukselle suunnitelman, miten ydinaseiden leviämisen estämiseksi tarpeellinen valvonta voidaan järjestää. Posivan ja Säteilyturvakeskuksen lisäksi IAEA ja Euroopan komissio valvovat toimintaa. Koska Posivan ydinjätelaitos on maailman ensimmäinen tämän tyyppinen laitos, ei tarkkoja kansainvälisiä sääntöjä valvontatoimenpiteistä ole kaikilta osin olemassa. Siksi Posivan suunnitelma on yleisellä tasolla, eikä lopullista suunnitelmaa ole vielä ollut tarkoituksenmukaista vaatia.

Posivan tutkimustila Onkalon on tarkoitus muodostaa osa ydinjätelaitoksesta. Säteilyturvakeskus on valvonut Onkalon rakentamista alusta lähtien kuin ydinjätelaitosta varmistaen, ettei loppusijoituslaitoksessa ole ydinaseiden leviämisen kannalta merkittäviä ylimääräisiä tiloja. Posivan laitosalue on ilmoitettu IAEA:lle valvontasopimuksen lisäpöytäkirjan mukaisesti, eikä IAEA:lla ole ollut huomautettavaa.

Posiva on toimittanut Säteilyturvakeskukselle alustavan valmiussuunnitelman. Kapselointilaitoksella ja loppusijoitustiloissa voi syntyä Posivan oman toiminnan takia valmiustilanne vasta silloin, kun sinne on tuotu käytettyä polttoainetta. Teollisuuden Voima Oyj:n (TVO) Olkiluodossa toimivien ydinvoimalaitosten takia Onkalon työmaalla on kuitenkin jo olemassa valmiussuunnitelmat ja -organisaatiot ja työmaa on otettu huomioon ydinvoimalaitosten valmiussuunnitelmissa. Posivan valmiussuunnitelma tarkennetaan käyttö-lupahakemuksen yhteydessä.

Neuvottelukunta suosittelee yhteistyötä TVO:n kanssa, mutta pitää tärkeänä, että Posivalla on myös omia asiantuntevia resursseja valmiussuunnitteluun ja -järjestelyihin.

Turvajärjestelyjen suunnittelussa ja arvioinnissa Posiva on käyttänyt suunnitteluperusteuhkaa ja riskianalyysejä ja analysoinut suojaustarpeita. Säteilyturvakeskuksen mukaan turvajärjestelyiden hallinnollisissa, teknisissä ja toiminnallisissa mm. tietoturvallisuuden järjestelyissä on vielä kehitettävää, ennen kuin ydinjätelaitoksen rakentaminen aloitetaan, mutta alustava suunnitelma on riittävä rakentamisluvan myöntämiseksi.

Ydinturvallisuusneuvottelukunnalle ei ole toimitettu yksityiskohtaisia (salassa pidettäviä) turvajärjestelyjen suunnitelmia. Näiden osalta lausunnon antaa turvajärjestelyjen neuvottelukunta.

Yhteenveto

Yhteenvetona ydinturvallisuusneuvottelukunta katsoo, että turvallisuutta koskevat vaatimukset ovat ajan tasalla rakentamisluvan myöntämiseksi. Neuvottelukunnan käsityksen mukaan Säteilyturvakeskus on tehnyt kattavan ja asiantuntevan turvallisuusarvion rakentamislupahakemukselta. STUK on arvioissaan esittänyt kohteita, joiden osalta on edelleen täydennettävä suunnitteluai-

neistoa edettäessä kohti loppusijoitusjärjestelmän toteutusta ja aikanaan käyttölupahakemuksen valmistelua. Ottaen huomioon käytetyn ydinpoltoaineen loppusijoitushankkeen maailmanlaajuisen edelläkävijän asema on perusteltua edetä suunnittelussa ja toteutuksessa vaiheittain. STUK on todennut, että edellytykset rakentamisluvan myöntämiselle täyttyvät. Neuvottelukunnan tiedossa ei ole käyttö- tai pitkäaikaisturvallisuutta koskevia esteitä rakentamisluvan myöntämiselle.

Seppo Vuori
Puheenjohtaja

Riitta Kyrki-Rajamäki
Neuvottelukunnan jäsen