

Säteilyturvakeskuksen turvallisuusarvio Posivan rakentamislupahakemuksesta

11.2.2015



Sisällys

1.	Johdanto	4
1.1	Loppusijoitushanke yleisesti.....	4
1.2	Turvallisuutta koskeva säännöstö	5
1.3	Turvallisuusarvion muut lähtökohdat ja turvallisuusarvion rakenne.....	6
1.4	Valtioneuvoston asetuksen 736/2008 soveltamisala ja määritelmät	7
2.	Loppusijoitusjärjestelmän turvallisuusperiaatteet.....	9
2.1.	Yleiset periaatteet.....	9
2.2.	Moniesteperiaate	11
2.3.	Käytönaikainen tutkimus- ja tarkkailuohjelma.....	13
3.	Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelu käytönaikaisen turvallisuuden kannalta	15
3.1.	Ydinjätelaitoksen yleiset turvallisuusperiaatteet.....	15
3.2.	Häiriö- ja onnettomuustilanteet	21
3.3.	Turvallisuus- ja maanjäristysluokitus	24
3.4.	Käytetty ydinpolttoaine.....	25
3.5.	Käytön aikaisten säteilyannosrajoitusten toteutuminen	26
3.6.	Suunnitteluvaiheen todennäköisyysperusteinen riskianalyysi.....	28
4.	Ydinjätelaitoksen rakentaminen.....	29
4.1.	Kapselointilaitos ja muut maanpäälliset rakennukset	29
4.2.	Loppusijoituslaitos	30
4.3.	Rakentamisen aikainen laadunhallinta	32
5.	Käyttöönotto ja käyttö.....	34
6.	Käytöstäpoisto ja sulkeminen	36
7.	Pitkäaikaisturvallisuus	37
7.1.	Luonnollinen vapautumiseste	38
7.2.	Tekniset vapautumisesteet.....	41
7.3.	Pitkäaikaisturvallisuusanalyysi.....	45
7.4.	Turvallisuusperustelun luotettavuus	50
8.	Posivan suunnitelma ydinaseiden leviämisen estämiseksi tarpeellisen valvonnan järjestämisestä 52	
9.	Valmiusjärjestelyt.....	53
10.	Turvajärjestelyt	55
11.	Johtamisjärjestelmä ja turvallisuuskulttuuri	57
12.	Muita vaatimuksia	62
12.1.	Ikääntymisen hallinta.....	62

12.2.	STUKin valvontamahdollisuuksien varmistaminen	63
12.3.	Loppusijoitetun käytetyn ydinpolttoaineen palautettavuus	64
12.4.	Vaihtoehtoinen käytetyn polttoaineen vaakasijoitusratkaisu (KBS-3H).....	65
12.5.	Kuljetukset	67
13.	Yhteenveto.....	67

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 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.

Käytetty ydinpolttoaine on varastoituna ydinvoimalaitoksien yhteydessä sijaitsevilla 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 moniesteperiaatteen mukaiseen KBS-3 -konseptiin, jossa käytetty ydinpolttoaine loppusijoitetaan vähintään 20 vuoden välivarastoinnin jälkeen kupari-rautakapseleihin pakattuna kallioperään rakennettaviin loppusijoitustiloihin. 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 kapseleita. 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 sulkemiseen. Maanpinnan läheisyydessä kalliotilat täytetään ihmisen loppusijoitustiloihin tunkeutumista vaikeuttavilla rakenteilla. Suunniteltu käytetty 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 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.

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 syvyyssuuntaisen 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, yhtäältä 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 tarkoitetuista 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 määritellyjä vaatimuksia vastaan. Turvallisuusarviossa on esitetty VNA 736/2008 vaatimukset, mutta rakenne ei pohjaudu suoraan ydinjätteiden loppusijoituksen turvallisuudesta annetun asetuksen rakenteeseen, vaan se on kirjoitettu aihealueittain sopiviksi kokonaisuuksiksi. Käsiteltävästä 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 valtioneuvos-

ton 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 asetus 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 tarkoitetun 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 laitospokonaisuus.

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;*
- 2) loppusijoituslaitoksella kokonaisuutta, johon kuuluvat jätepakkausten loppusijoitukseen tarkoitetut 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;*

¹ Asetus on kumottu valtioneuvoston asetuksella 717/2013 ydinvoimalaitoksen turvallisuudesta

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 kilo-

grammaa 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 pitkäaikaisturvallisuuteen 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.

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 kokemusta ja loppusijoituksen suunnittelu, loppusijoituspaikan ominaisuuksien karakterisointi ja turvallisuuden osoittaminen analyysein 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 polttoainenuppuja 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 välivarastoinnilla. 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 jätelajin ja paikallisten geologisten olosuhteiden kannalta tarkoituksenmukaisesti. Tavoitteena tulee olla, että maanpäällisten tapahtumien, toimintojen ja olosuhdemuutosten vaikutukset pitkäaikaisturvallisuuteen ovat vähäiset ja että ihmisen tunkeutuminen loppusijoitustiloihin on 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 loppusijoitussyvyydeksi on asetettu 400-700 metriä.

Posiva on rakentamislupahakemusaineistossa tarkastellut loppusijoitussyvyyden 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 suojaa maanpäällisten luonnonilmiöiden ja ihmisen toimien vaikutusta vastaan.

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

Maanpäällisistä luonnonilmiöistä tärkeimpiä loppusijoituksen kannalta ovat jääkauden aiheuttamat olosuhteiden muutokset ja ikirouta. Posiva on arvioinut mallinnuksen perusteella, että ikirouta ulottuisi 60-240 metrin syvyyteen 10 000 vuoden kestoisen kyl-

män ja kuivan jakson aikana. Samaa analyysiä käyttäen Posiva on arvioinut, että ikeroudan ulottuminen 400 metrin syvyyteen edellyttäisi 100 000 vuoden kuivaa ja kylmää jaksoa, mitä se pitää epätodennäköisenä. Pitkälle tulevaisuuteen ulottuviin ilmaston kehittymisen analyysihin liittyy epävarmuuksia ja tästä syystä Posiva on arvioinut myös loppusijoitusvyöhykkeelle ulottuvan ikeroudan vaikutuksia teknisten vapautumisestien toimintaan.

Loppusijoituspaikka on valittu siten, että siellä ei ole erityisiä luonnonvaroja, jotka lisäävät kiinnostusta malminetsintään tai kaivostoimintaan. Laajamittainen pohjaveden käyttö juomavetenä ei ole odotettavaa Olkiluodossa, koska pohjavesi on suolaista. Olkiluotoon tai sen välittömään läheisyyteen ei ole odotettavissa vedenottoja, koska alueita ei ole nykyisin luokiteltu pohjavesialueiksi. Paikanvalinta ja usean sadan metrin loppusijoitusvyöhyke 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 kalliotilavuuden soveltuvuutta on arvioitu tarkemmin turvallisuusarvion luvussa 7.1 ja turvallisuusvaatimusten täyttymistä eri kehityskulkujen seurauksena turvallisuusarvion luvussa 7.3.

Johtopäätös

Käytetyn polttoaineen loppusijoitusvyöhyke 400-450 metriä on Olkiluodon loppusijoituslaitokselle annetun periaatepäätöksen ja STUKin asettamien turvallisuusvaatimusten mukainen. Loppusijoitusvyöhyke on valittu ottaen huomioon loppusijoituksen pitkäaikais-turvallisuus ja riittävä suoja maanpäällisten ilmiöiden ja ihmisen toiminnan vaikutuksille.

2.2. Moniesteperiaate

11 § Moniesteperiaate

Loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuden on perustuttava toisiaan täydentävien vapautumisestien aikaansaamiin turvallisuustoimintoihin siten, että yksittäisen toiminnon va-javuus tai ennustettavissa oleva geologinen muutos ei vaaranna pitkäaikaisturvallisuutta.

Turvallisuustoimintojen on estettävä tehokkaasti loppusijoitettujen radioaktiivisten aineiden vapautumista kalliooperään 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 syvyys-suuntaista turvallisuusperiaatetta. Kalliooperään tapahtuvassa loppusijoituksessa loppusijoitustiloja ympäröivä kallio-perä toimii luonnollisena vapautumisestienä. Kallio-perän ominaisuuksien on oltava vakaat ja sen on ylläpidettävä suotuisat olosuhteet teknisten vapautumisestien toimintakyvyn kannalta. Kallio-perän on myös hidastettava radioaktiivisten aineiden kulkeutumista kallio-perän yläpuoliseen biosfääriin. Loppusijoitusjärjestelmän suunnittelussa teknisinä vapautumisestienä on otettava huomioon jätematriisi, jätepakkaus, pakkauksia ympäröivä puskuri, tilojen täyttö ja koko loppusijoituslaitoksen sulkemisrakenteet. Käytetyn ydinpolttoaineen aktiivisuus ja samalla radioaktiivisten aineiden aiheuttama riski laskee ensimmäisten tuhansien vuosien aikana useilla kertaluokilla. Tästä syystä turvallisuusvaatimukset erikseen edellyttävät, että tekniset vapautumisestiet estävät tehokkaasti usean tuhannen vuoden ajan radioaktiivisten aineiden vapautumisen ympäröivään kal-

lioperään. 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 kestävyys- ja kuparisen ulkokuoren korroosionkestävyyteen.
 - varmistaa käytetyn ydinpolttoaineen alikriittisyys 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 mekaanisten, geokemiallisten ja hydrogeologisten olosuhteiden muodostumiseen.
 - rajoittaa ja hidastaa radionuklidien vapautumista kapselin mahdollisesti rikkoutuessa.
 - 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 elinympäristös-

- tä, 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 uraanioksidimatriisiin hidas liukeneminen pohjaveteen on keskeinen turvallisuutta edistävä tekijä. Polttoaineen ominaisuudet ja turvallisuuden osoittamisessa käytetyt oletukset polttoaineen käyttäytymisestä osana loppusijoitusjärjestelmän toimintaa on kuitenkin kuvattu rakentamislupavaiheen kannalta riittävällä tavalla. Posivan määrittelemät 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 moniesterperiaatteen 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 pitkäaikaisturvallisuuteen 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 ensisijaisesti varmentamaan paikan kehittymistä kuvaavia malleja. Lisäksi monitoroinnin tuloksien avulla seurataan, että kallioperä 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 toteutettavuuteen 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 kansainvälisesti esimerkiksi EU:n puiteohjelmissa ja IAEA:n projekteissa.

Ydinlaitoksen käyttöön liittyvä ympäristön säteilyvalvontaohjelma on toimitettava STUKille käyttölupahakemuksen yhteydessä. Posiva on rakentamislupahakemusaineiston osana toimittanut STUKille ympäristön perustilan selvittämiseksi ohjelman, jossa on esitetty miten ympäristön säteilytilanne kartoitetaan ennen laitoksen käyttöönottoa. 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 suoritetun ydinjätteiden loppusijoittamisen jälkeen vastuu ydinjätteistä ja mahdollisista tarkkailu- ja valvontatoimista siirtyvät ydinenergialain 34 §:n mukaisesti valtiolle.

Johtopäätös

Posiva on tehnyt loppusijoituslaitoksen rakentamisajalle ohjelman kallioperän 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 loppusijoituskapseleihin, 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 suunnittelemalla 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 häiriötä 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 syntyä.

Syvyyssuuntaisen 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 laajennuksien päästöistä seuraaviin säteilyannosrajoihin.

Syvyyssuuntainen turvallisuusperiaatteen soveltaminen turvallisuustoiminnoille

6 § Käytetyn ydinpolttoaineen ja muun ydinjätteen käsittely 3 momentti

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

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

Reaktiivisuuden hallinta

Syvyyssuuntaisen 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 suunnittelemalla polttoainetta sisältävät rakenteet siten, että veden pääsy kosketuksiin polttoaineen kanssa estetään käsittelykammiossa rakenteellisin keinoin.

Kriittisyysturvallisuusanalyysissä on todettu, että kuivissa olosuhteissa normaalikäytön aikana polttoaine ei voi muodostaa kriittistä konfiguraatiota. Jos polttoainetta sisältävät rakenteet täyttyisivät vedellä, voidaan ottamalla palamahyvitys huomioon osoittaa, että kriittisyysturvallisuus ei vaarannu.

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

Tämän johdosta syvyyssuuntaisen 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. Kapse-

lointi- 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 laitostyyppin 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 syvyysuuntaisen 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 syvyysuuntaisen turvallisuusperiaatteen kolmatta tasoa ei ole tarpeen ottaa huomioon laitossuunnittelussa.

Radioaktiivisten aineiden hallinta

Radioaktiivisten aineiden hallinnassa syvyysuuntaisen 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 määriteltäviä ja siirron toteutumiseen tarvitaan ohjaajan toimenpide. Suoja-automaatiojärjestelmä valvoo, ettei sallittuja nosto- ja siirtoalueita ylitetä ja pysäyttää tarvittaessa liikkeen. Risteävillä liikeradoilla mahdolliset törmäykset on estetty sallimalla kerrallaan yhden komponentin siirron suorittavan laitteen sähkönsyöttö vuorollaan.

Radioaktiivisten aineiden hallinnan kannalta syvyysuuntaisen turvallisuusperiaatteen toiseen tasoon liittyvät radioaktiivisuutta havainnoivat mittausjärjestelmät. Radioaktiivisten aineiden leviämistä laitoksen sisällä rajoitetaan huonetilojen alipainetasojen yllä-

pidolla ja radioaktiivisia aineista sisältävien tilojen tiiviydellä. Tällöin ilmavirtaus on aktiivisemman huonetilan suuntaan. Normaalityilanteissa 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 leviämisesteenä toimivat kapselointilaitoksen valvonta-alueen poistoilmastoinnin suodatus ja rakenteet.

Syvyys-suuntaisen turvallisuusperiaatteen tasojen vahvuus ja riippumattomuus

Posivan ydinjätelaitoksen turvallisuussuunnittelussa on otettu huomioon syvyys-suuntaisen 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 kannattele- ja siirtotoimintoihin, radioaktiivisten aineiden leviämistä rajoittaviin järjestelmiin sekä laitoksen tilan valvontaa suorittaviin mittaussuunnitelmiin. 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 rakentamislupahakemusaineistossa 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 säteilysuojelujärjestelyt työntekijöiden säteilyaltistuksen ja laitoksen ympäristössä aiheutuvien säteilyvaikutusten rajoittamiseksi. Jätteen käsittelyssä on radioaktiivisten aineiden vapautumista laitostiloihin ja ympäristöön estettävä ja rajoitettava tarpeen mukaan eristys-, talteenotto- ja suodatusjärjestelmin. Käytetyn ydinpolttoaineen tai muun voimakkaasti säteilevän ydinjätteen käsittelyssä on turvattava riittävä säteilysuojaus käyttämällä etäkäsittelyä ja säteilysuojia.

Posiva on arvioinut ulkoisia annosnopeuksia ja radioaktiivisten aineiden aiheuttaman kontaminaation esiintymistä kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen eri tiloissa. Arvion perusteella valvonta-alueen tilat luokitellaan säteilysuojelullisiin 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 huoltotöistä.

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

Käytetty ydinpolttoaine käsitellään alipaineistetussa käsittelykammiossa, jonka pois-toilma suodatetaan. Käytetyn ydinpolttoaineen käsittelystä syntyvä matala- ja keskiak-tiivinen ydinjäte käsitellään ja pakataan laitoksen valvonta-alueella, jonka ilmastointi voidaan tarpeen vaatiessa suodattaa mahdollisessa häiriö- tai onnettomuustilanteessa. Jätepakkausten mahdollisesti vaurioituessa korjaavat toimenpiteet suunnitellaan ta-pauskohtaisesti. 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 kuivausase-massa tai loppusijoituskapselissa.

Kuljetus- ja siirtopakkauksen annosnopeudelle pakkauksen pinnalla on määritelty pinta-annosrajat kansainvälisiin suosituksiin perustuvissa kuljetusvaatimuksissa. Rajojen to-teutuminen varmistetaan kuljetus- ja siirtopakkauksen erillisen hyväksymiskäsittelyn yhteydessä. Käsittelykammion seinämien paksuuden mitoituksessa on huomioitu tilassa käsiteltävän polttoaineen sisältämä radioaktiivisten aineiden määrä ja se, ettei annosno-peus seinän toisella puolella ole liian suuri henkilöstön säteilyturvallisuuden kannalta. Samoin polttoainetta sisältävien loppusijoituskapseleiden käsittely- ja varastointitilojen seinämäpaksuudet on mitoitettu tarjoamaan riittävä säteilysuoja. Loppusijoituslaitok-sessa kapseleita siirretään kapselien kuljetusajoneuvolla, jossa kapseli on erillisen sätei-lysuojan sisällä. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksessa polttoainetta ja loppusijoitus-kapseleita käsitellään etäohjatusti suuren annosnopeuden vuoksi.

Johtopäätös

Posivan ydinjätelaitoksen suunnittelussa on huomioitu se, että henkilöstön ja ympäris-tön saamaa säteilyannosta rajoitetaan kaikin käytännöllisin toimin. Polttoaineen käsitte-ly suunnitellaan siten, että radioaktiivisten aineiden vapautuminen laitostiloihin ja le-viäminen ympäristöön rajoitetaan mahdollisimman pieneksi. Henkilöstön säteilyaltis-tusta pienennetään toteuttamalla polttoaineen ja loppusijoituskapseleiden käsittely etä-ohjatusti.

Loppusijoitustoiminnot, jätekirjanpito ja suojavaähyke

9 § Loppusijoitustoiminnot, 1, 5 ja 6 momentti

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

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

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

Loppusijoituskapselissa oleva käytetty ydinpolttoaine siirretään kapselointilaitoksesta loppusijoituslaitokseen kapselihiissillä. Kapselit siirretään joko suoraan tai välivaras-

toinnin 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 lohkareita vastaan.

Kapseli on mahdollista palauttaa kapselointilaitokseen uudelleen käsiteltäväksi kaikissa loppusijoituksen vaiheissa, jos kapseli vaurioituu loppusijoitukseen siirtämisen aikana pitkäaikaisturvallisuuteen vaikuttavalla tavalla. Polttoaine voidaan tarvittaessa siirtää uuteen kapseliin käsittelykammiossa.

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

Loppusijoitettavaa käytettyä ydinpolttoainetta koskevan tiedon pysyvä säilytys on määriteltä valtionneuvoston asetuksessa Säteilyturvakeskuksen tehtäväksi. Koska valtion arkistolaitoksen (kansallisarkisto) tehtäviin kuuluu ottaa vastaan ja säilyttää viranomaisen luovuttamia asiakirjoja (Asetus arkistolaitoksesta 832/1994), tietojen pysyvä säilytys toteutetaan Säteilyturvakeskuksen ja arkistolaitoksen yhteistyönä. Tarkempaa suunnitelmaa tietojen pysyvästä 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 pitkäaikaisturvallisuuteen 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 lainvastaaiset 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 toiminnoissa keskeisiä ovat erilaiset polttoaineseen, 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 koeteltuihin tekniikoihin sisältäen lisättyjä turvallisuusratkaisuja mahdollisimman korkean ydinturvallisuuden tason saavuttamiseksi. Laitteista valmistetaan prototyyppejä, 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 kestävyyyteen 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,

lentokonetörmäys 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 uhkat ja analysoitu, mitkä niistä ovat Posivan ydinjätelaitoksen kannalta keskeisiä uhkia. Kapselointilaitoksen kannalta 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 palontorjuntaa ja -hallintaan tarkoitettuja järjestelmiä. Muut sisäiset uhkat on huomioitu ydin- ja säteilyturvallisuuden kannalta riittävällä tavalla ydinjätelaitoksen suunnittelussa.

Johtopäätös

Posivan ydinjätelaitoksen suunnittelussa, rakentamisessa ja käytössä sovelletaan koeteltua tai muuten huolella tutkittua ja korkealaatuista tekniikkaa. Niistä toiminnoista, joita varten valmistetaan ainutkertaisia laitteita, valmistetaan testaamista varten prototyyppejä 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 täyttyminen on mahdollisuuksien mukaan todennettava koekäytön yhteydessä. Siltä osin kuin se ei ole mahdollista, käyttöturvallisuus on osoitettava kokeellisin tai laskennallisin menetelmin tai näiden menetelmien yhdistelmällä. Laskennalliset menetelmät tulee valita siten, että todellinen riski tai haitta on suurella varmuudella pienempi kuin laskennallisten menetelmien antamat tulokset. Laskennallisten menetelmien on oltava luotettavia ja tarkasteltavien tapahtumien käsittelyyn kelpoistettuja. Tarkasteltavien häiriö- ja onnettomuustilanteiden valinnassa on otettava huomioon niiden arvioidut todennäköisyydet.

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 turvallisuustoiminnoilla, 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 ydintechnisesti 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 ympäröivät 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 polttoaineteline. 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 pitkäaikais- turvallisuuden 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 suunnittelumaanjäristyksen 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 toteuttamiseksi, mutta joilla voi olla vaikutuk-

sia maanjärstysluokan S1 järjestelmien turvallisuuteen liittyvään toimintaan, eheyteen tai automaattisiin turvallisuustoimintoihin. Maanjärstysluokkaan S2B luokitellaan kaikki muut ydinlaitoksen järjestelmät, rakenteet ja laitteet.

Maanjärstysluokitus koskee laitoksien käyttöturvallisuutta. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksessa maanjärstysluokkaan 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 maanjärstysluokkaan S2A on asetettu ne kalliotilojen 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 toimituksessa luokitusasiakirjassa. Posivan esittämät, laatutasoa määrittävät, tarkastusluokat noudattavat pääosin turvallisuusluokitusta.

Johtopäätös

Posiva on esittänyt rakentamislupahakemusaineiston osana Olkiluodon kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle turvallisuus- ja maanjärstysluokituksen. 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 uudentyyppisiä 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 aktiivisuusinventaari on suuruusluokkaa $9 \cdot 10^{10}$ 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 lähtötietomuistioissa. 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 tunnistus- ja paikkatietojen avulla.

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

Vuotavien ja vaurioituneiden polttoainesauvojen käsittely ja loppusijoitus on Posivan mukaan normaalia ja suunniteltua toimintaa. Posiva on selventänyt erikseen toimintatapaa Fortumin sekä TVO:n vuotavien sauvojen osalta. TVO:n vaurioituneet polttoainesauvat pakataan sauvakapseleihin, jotka sijoitetaan sauvamakasiineihin. Posiva esittää useita toimintatapoja sauvakapseleiden 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 käyttöluopahakemukseen 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, käyttöluopahakemuksen 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 millisieverttiä (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 käsittelykammiossa tapahtuvan polttoaineen normaalin käsittelyn yhteydessä. Näissä tapauksissa polttoaineesta vapautuu ilmaan kaasumaisia ja hiukkasmaisia radioaktiivisia aineita. Käsittelykammiossa polttoaineen pinnalta voi irrota hienojakoista radioaktiivisia 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 vuosiannoksen 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 vuosiannoksen eniten altistuvan ryhmän henkilölle. Analyysissa on

oletettu, että polttoaine-elementtiä yritetään virheellisesti asettaa kuivausjärjestelmän polttoaineposition, jossa on jo polttoainenippu. Tapauksessa oletetaan, että kummankin polttoainenipun sauvoista vaurioituu 10 %. Tässä tapauksessa päästöstä aiheutuva vuosiansios on arvion mukaan 0,00002 mSv eli selvästi alle käyttöhäiriöille asetetun vuosiansiosen 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 kapselihissin pettäminen ja loppusijoituskapselin putoaminen yhdessä hissikorin kanssa kapselikuiluun aiheuttaa analysoiduista onnettomuuksista suurimman vuosiansiosen eniten altistuvan ryhmän henkilölle. Päästö suodatetaan, jolloin vuosiansios on arvion mukaan alle 0,01 mSv eli selvästi alle 1 mSv, joka on oletetun onnettomuuden vuosiansiosen 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 kapselihissin pettäessä aiheuttaisi suodattamattomana noin 20 mSv vuosiansiosen 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 vuosiansiosraajat alittuvat analysoiduille tapauksille. Analysoidut tapahtumat on valittu sen mukaan, joissa mahdollinen päästö olisi suurin mahdollinen. Analyysien perusteella myös epätodennäköisille 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 polttoaineen nippu 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 isolla marginaalilla 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 vuosiansosrajan 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 loppu-

sijoituslaitoksen käyttöturvallisuudelle oletetuissa onnettomuustilanteissa, joissa radioaktiivisia aineita voisi päästä vapautumaan. STUK on valvonut ja varmistanut Onkalon valvonnan osana jo toteutetun ilmanvaihtorakennuksen ja ilmanvaihtojärjestelmien turvallisuusvaatimusten täyttymisen 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 suunnitteluvaatimuksia vähäisempänä, jotta teknisille vapautumisesteille suotuisat ja ennakoitavat mekaaniset, 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 virtausreitteinä 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 louhinnan 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 pohjavesikemialla 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 yksityiskohtaisissa vaatimuksissa on edelleen kehitettävää. Posivan on tarkennettava suunnittelua ja rakentamista ohjaavia häiriöiden raja-arvoja ennen loppusijoitustilojen rakentamista.

Posivalla on kalliorakentamisen jatkekehitystarpeita liittyen suunnitteluvaatimusten mukaiseen toteutukseen. Kehitystarpeet liittyvät esimerkiksi loppusijoitustilojen rakentamisessa käytettäviin 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 loppusijoituslaitosta 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 rakentamisluvan 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 ennakoisuunnittelulla, 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 kehittämät menettelyt ja ohjeet edellä mainittujen päämäärien saavuttamiseksi.

Posiva on perustanut rakentamishankkeen toteutusta varten projektin, jonka tavoitteena on toteuttaa hyväksytyn 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, turvallisuus-suunnitelman 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 asetettavien 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 laitosp projektin 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 käytön-

aikaisen 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 laatusuunnitelmilla.

Posivan esityksen mukaan toteutussuunnittelun ohjauksen päätavoite on varmistaa suunnittelun toteuttaminen asetettujen vaatimusten ja ohjeiden mukaisesti. Sen lisäksi, että ohjauksella varmistetaan toteutussuunnitteluprosessin ja suunnittelun tulospaineiden 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 katselmoinnit 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 laadunvarmistusmenettelyt 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 käyttöönotto-organisaation 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 nä-

kemyksen mukaan mahdollista varmistaa, että ydinjätelaitos ja sen järjestelmät, laitteet ja rakenteet suunnitellaan, valmistetaan, rakennetaan, asennetaan ja käyttöön otetaan 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 käyttöön otolla. 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.

Pitkántähtäimen henkilöstösuunnitelman lähtökohtana 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 suunnitteluperusteiden ja turvallisuusvaatimusten hallitsemiseksi sekä ydinlaitoksen vaatimuksenmukaisuuden varmistamiseksi.

Laitoksen vaatimuksen mukaisuus ja turvallinen käyttö on osoitettava koekäyttövaiheessa. Posiva on laatinut laitteiden, rakenteiden, järjestelmien ja laitoksen käyttöön ottoa 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 projektioorganisaation 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 suunnitteluperusteiden mukainen käyttö. Luvanhaltijan on käytettävä laitosta näiden vaatimusten ja rajoitusten 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 täyttyminen 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 käyttölupahakemuksen jättämistä. Samoin ydinjätelaitoksen kunnonvalvonta- ja kunnossapito-ohjelma on laadittava ennen käyttölupahakemuksen 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 säteilymitausverkostoa.

Johtopäätös

Posivalla on alustavat suunnitelmat käytön aikaiseen toimintaan valmistautumiseksi. Käyttötoiminnan vaatimusten täyttyminen arvioidaan käyttö lupahakemuksen 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 tarkoitetulla 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 käyttö lupahakemuksen yhteydessä on toimitettava yksityiskohtainen käytöstäpoistosuunnitelma. Ydinlaitoksen käytöstäpoistosuunnitelma on YeA 28 §:n mukaisesti päivitettävä kuuden vuoden välein, ellei laitoksen lupaehdoissa 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 sulkemistrat-

kaisun 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 sulkemisen 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 käytölupahakemuksen yhteydessä. Turvallisuusperustelu on saatettava ajan tasalle 15 vuoden väliajoin, jollei lupaehdoissa 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 perustelemissa käytettävien skenaarioiden (loppusijoitusjärjestelmän mahdollista tulevaa käyttäytymistä kuvaavien kehityskulkujen) muodostamista, skenaarioanalyysia, käsitellään tarkemmin turvallisuusarvion luvussa 7.3. Turvallisuusperustelussa on arvioitu loppusijoitettavasta käytetystä ydinpolttoaineesta 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 määrittämistä.

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 vaatimuksen mukaiseksi 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 kalliotilavuuksia, joihin loppusijoitustilat voidaan rakentaa. Loppusijoitustilojen suunnittelua varten ja turvallisuusarvioissa tarvittavien lähtötietojen hankkimiseksi loppusijoituspaikan kallioperän ominaisuudet on selvitettävä maanpintatutkimusten lisäksi suunnitellussa loppusijoitussyvyudessa tehtävillä tutkimuksilla.

Luonnollisen vapautumisesteen ominaisuudet ja toimintakyky

Olkiluotoa on tutkittu hyvin laajasti verrattuna Suomen kallioperään yleisesti. Loppusijoituslaitoksen rakentamisen aloittamiseksi tehty karakterisointityö on riittävää. Karakterisointityötä on 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. Eri tutkimusalojen tulosten ja mallikuvausten yhteen soveltamista tulee jatkaa ja syventää turvallisuusperustelun luotettavuuden parantamiseksi.

Loppusijoituspaikan toimintakykyanalyysin keskeinen osa on tulevaisuuden ilmastokehityksen loppusijoitusjärjestelmään kohdistamien vaikutusten arviointi. Turvallisuusperustelun tärkeä ja perusteltu lähtökohta ovat tiedot Veiksel-jäätiköitymisestä sekä tulkinnat sitä edeltäneistä jäätiköitymisvaiheista. Eri havaintoihin ja mallilaskelmiin perustuva ilmaston kehittymisen kuvaus on rakentamislupavaiheen osalta riittävä, mutta sitä on kehitettävä käyttölupahakemukseen mennessä tarkastelemalla rakentamislupahakemusaineistossa esitettyä laajemmin ilmaston kehittymisen vaihtoehtojen vaikutuksia loppusijoitusjärjestelmään. Toimintakykyanalyysistä voi edelleen parantaa kuvaamalla, kuinka loppusijoitusjärjestelmä kokonaisuutena vastaa erilaisiin mekaanisiin, hydrostaattisiin ja kemiallisiin kuormituksiin sekä muuttuviin olosuhteisiin.

Posivan loppusijoituspaikan toimintakykyanalyysi ei sisällä Onkalon ajotunnelin varrelle rakennettavaa matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoitustilaa. Käytetyn polttoai-

neen sekä matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoitustiloja on käsiteltävä toimintakykyanalyysissä yhtenä kokonaisuutena. Matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoitus ja käytetyn polttoaineen loppusijoitus 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 keskinäiset vuorovaikutukset ennen matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoitustilan rakentamisen aloittamista.

Loppusijoituspaikan soveltuvuus

Keskeinen osa turvallisuusperustelussa esitettyä loppusijoituspaikan kuvausta käsittelee paikan toimintakykyanalyysin perusteella tehtyjä tulkintoja paikan soveltuvuudesta ja toimintakyvystä. Paikan ominaisuuksien ja kehityskulun lisäksi Posiva on määrittellyt loppusijoituspaikalle vapautumisesteiden turvallisuustoiminnoista johdettuja kallioperään kohdistuvia pitkäaikaisturvallisuusvaatimuksia ja yksityiskohtaisia suunnitteluvaatimuksia.

Maanalaisten tutkimustilojen louhinnan aikana Posiva on kerännyt käytännön kokemuksia Olkiluodon kallioperän vakaudesta. Niiden perusteella se katsoo kallioperän olevan riittävän stabiili loppusijoitustunnelien ja -reikien ympärillä. Kallioperän perustilan jännitystilojen ymmärrys ja mittausaineistot ovat rakentamislupavaiheen osalta riittävät, mutta niihin liittyy kuitenkin epävarmuuksia ja puutteita, joita Posivan on vähennettävä ennen loppusijoitustilojen rakentamisen aloittamista. Lisäksi tarvitaan lisäselvitystä kallion heterogeenisuuden vaikutuksista kallion stabiiliuteen sekä rikkonaisuusvyöhykkeiden kalliomekaanisista ominaisuuksista eri mittakaavoissa.

Posiva perustelee Fennoskandian kilpialueen kallioperän vähäistä seismistä aktiivisuutta historiallisilla tiedoilla ja mittausaineistoilla. Aineistot tukevat olettamusta, että alue olisi seismisesti vakaa myös tulevaisuudessa ja että suuren maanjäristyksen uhka loppusijoituslaitokselle ja loppusijoituskapselien rikkoutumiselle on hyvin pieni. Posivan seismiset tarkastelut ovat rakentamislupavaiheeseen riittäviä, mutta niitä on jatkossa laajennettava turvallisuusperustelun luotettavuuden parantamiseksi. Kerätyn aineiston laajuutta on kasvatettava laitoksen rakentamisen 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 tekemällä todennäköisyysperustaisia seurausanalyysyjä, joissa huomioidaan kattavammin maanjäristysten syntymisen ja etenemisen mekanismeja sekä siirrostien 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 järistysvoimakkuuksien 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 kallio- ja pohjaveden virtausta loppusijoitustilojen ympärillä Olkiluodon harvaan rakoilleen kallion tiiveydellä sekä kallion luokitusjärjestelmällä, jonka avulla Posiva esittää kykenevänsä valitsemaan loppusijoitukseen sopivat tiiviit kallioosat. Esitetyt perustelut kallion riittävästä tiiveydestä ja pohjaveden virtauksesta ovat riittävät, mutta Posivan on koottava käyttöluopahakemusta varten tehtävän turvallisuuden arvioinnin taustaksi selkeä yhteenveto kallio- ja pohjaveden virtausmallista. Loppusijoituspaikan kallioperän hydraulisten ominaisuuksien ja louhinnan aiheuttamien häiriöi-

den karakterisoinnin mittausaineistoihin liittyy epävarmuuksia, minkä takia käytettävi-
en mittaustekniikoiden luotettavuus on varmennettava. Loppusijoitustilojen eri tutki-
mus- 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 tunne-
leista saataviin tietoihin. Kallion vettä johtavan rikkonaisuuden kuvaamiseen on käytet-
tävässä vaihtoehtoisia kallion heterogeenisuutta eri tavoin huomioivia mallinnusmene-
telmiä, joita tulisi tarkastella ainakin Posivan valitseman mallinnustavan riittävyys to-
teamiseksi. 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 suotui-
suudesta loppusijoitussyvyydellä ovat uskottavia. Olkiluodon perustilan hydrogeokemi-
allinen karakterisointi ja paleohydrogeokemiallisen evoluution tulkinta ovat Posivan
vahvinta perusteluaineistoa sijoitustiloja ympäröivän kallion stabiiliudesta. Posiva esit-
tää turvallisuusperustelussaan muun muassa arvioita suolaisuuden kehittymisestä seu-
raavan 50000 vuoden ajalta. Nämä kehityskulut vaikuttavat loppusijoitustiloja ympäröi-
vän lähikallion pohjaveden laimenemisen suhteen ylipessimistisiltä, sillä ne eivät huo-
mioi pintavesien suotautumisen yhteydessä tapahtuvia vesi-kalliovuorovaikutuksia. Po-
sivan on edelleen tarkennettava ja parannettava kokonaisvaltaisesti hydrogeokemialli-
sen kehittymisen kuvausta. Lisäksi on tarkennettava käsitystä rakentamisesta aiheutu-
vien häiriöiden palautumisesta laitoksen osien sulkemisen jälkeen. Tärkeä pohjavesike-
mian stabiiliuteen liittyvä asia on selvittää kalliohuokosvesien ja rikkonaisuusvyöhyk-
keiden kalliopohjavesien kemiallisen koostumuksen erojen syyt.

Posivan käsityksen mukaan Olkiluoto ei luonnonvarojen suhteen ole kiinnostava tule-
vaisuudessa ja Posivan esittämä perustelu on riittävä rakentamislupavaiheeseen. Käyt-
tölupahakemusaineistossa luonnonvaroihin liittyvää tarkastelua on selkeytettävä ja nä-
kemystä on päivitettävä sitä mukaa kuin tieto alueen geologiasta lisääntyy.

Posiva on esittänyt jo KBS-3 -konseptin kehityksen varhaisessa vaiheessa kalliolle ase-
tettavia vaatimuksia lähtien teknisten vapautumisesteiden toimintakyvyn säilyttämisestä.
Posivan toimintakykyanalyysi osoittaa, että odotettavissa olevissa tulevaisuuden ke-
hityskuluissa loppusijoitustiloja ympäröivässä kalliossa edullisiksi katsottujen ominai-
suuksien kehitys on vakaata ja ennakoitavaa, ja että Posivan kallioperälle asettamat vaa-
timukset 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 tur-
vallisuustoiminnoissa ja toimintakykytavoitteissa ei aseteta pitkäaikaisia tavoitearvoja
kallioperän ominaisuuksien säilymiselle. Posivan on ennen loppusijoitustilojen raken-
tamisen aloittamista arvioitava loppusijoitustiloja ympäröivän kallion edulliset ominai-
suudet ja perusteltava niillä suunnitteluvaatimukset.

Sijoitustilojen asemointi

Posiva käyttää sopivien kalliolohkojen valintaan ja loppusijoitustiloja ympäröivän kalli-
on riittävän laadun varmistamiseen kallioluokitusjärjestelmää, jossa on esitetty kriteerit
ja niiden todentaminen loppusijoituslaitoksen, paneelialueen, sijoitustunnelin ja sijoitus-
reiän mittakaavassa. Vaatimuksenmukaisuuden toteaminen ja hyväksyntä tapahtuu vai-

heittain. Posiva on laatinut kallioluokitusjärjestelmälle ohjeistuksen, jonka mukaisesti sen on tarkoitus aloittaa ensimmäisten loppusijoitustunnelien ja -reikien soveltuvuusarviointi. Kallionluokitusjärjestelmän luotettavuutta on erittäin tärkeä arvioida loppusijoitustilan ensimmäisen vaiheen rakentamisen aikana ja sen jälkeen sekä ottaa huomioon järjestelmän käyttökokemukset sen jatkokehityksessä. Esimerkiksi luokituksen kriteerijä 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 käyttö lupahakemuksen 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. Käyttölupahakemusaineistossa 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 eheidä, 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 terästynnyriin joko kuivaamalla tai kiinteyttämällä savipohjaisiin aineisiin. Loppusijoitettavat jät-

teet pakataan 200 litran tynnyreihin aktiivisuuden perusteella. Jätepakkausten pitkä varastointiaika loppusijoitustilassa ennen loppusijoituslaitoksen sulkemista on otettava huomioon jätepakkausten materiaaleissa ja jätepakkausten luoksepäästävyyyden 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 vapautumisest

Käytetty ydinpolttoaine kapseloidaan loppusijoitusta varten kuparisesta ulkovaipasta ja valurautaisesta sisäosasta koostuvaan kaas- ja vesitiiviiseen loppusijoituskapseliin. Muut tekniset vapautumisest

Pitkäaikaisturvallisuutta koskevat suunnitteluperusteet ja -periaatteet on esitetty periaatteellisella tasolla kattavasti rakentamislupahakemusaineiston osana toimitetussa alustavassa turvallisuusselosteessa ja turvallisuusperustelussa. Teknisille vapautumisest

Käyttölupahakemuksen jättämiseen mennessä on tarpeen selkeyttää teknisten vapautumisest

Loppusijoituskapselin suunnitteluvaatimuksena 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 polttoai-

neen ominaisuudet määritetään polttoaineen käyttöhistorian perusteella. Polttoaineen ominaisuuksia on käsitelty tarkemmin turvallisuusarvion luvussa 3.4.

Polttoaineen reaktiivisuuteen vaikuttavat väkevöinti, palama, käyttöhistoria ja jäähtymisaika. Analysoitaessa loppusijoituskapseleiden 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. Analyysissä on kuitenkin tältä osin tehty erittäin konservatiivisia oletuksia loppusijoituskapselin geometrian kehittymisessä pitkällä aikavälillä, joten loppusijoitetun polttoaineen uudelleenkriittisyys 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 vapautumisesteiden 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 täytettäviä loppusijoituskapselin testikappaleita on saatu valmistettua. Loppusijoituskapselin osien valmistuksesta ja kokoonpanosta vastaavat Posivan valitsemat toimittajat. Loppusijoituskapseli suljetaan kapselointilaitoksessa polttoaineen asentamisen jälkeen käyttäen 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 vaatimustenmukaisuuden tarkastamiseksi. Loppusijoituslaitokseen viedään vain vaatimukset täytettäviä kapseleita. Posiva on esittänyt suunnitelmana, että loppusijoituskapselin rakenteiden valmistusmenetelmien pätevöinti aloitetaan vuoden 2015 aikana. Myös loppusijoituskapselin osien vaatimuksenmukaisuuden osoittamiseen liittyvien tarkastusmenetelmien kehitystyö on edennyt lähelle pätevöintivalmiutta.

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

Savilötköjen 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 loppusijoituskapselien 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, puskurin 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 jätepakkausten 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 asennettavuutta. Posiva on esittänyt STUKille suunnitelman 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 käyttöluopahakemuksen jättämistä.

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

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

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

Edellä 2 momentissa tarkoitettun ajanjakson jälkeisinä tarkasteluajanjaksoina on loppusijoitetuista ydinjätteistä peräisin olevien elinympäristöön vapautuvien radioaktiivisten aineiden määrien pitkän ajan keskiarvojen alitettava enimmäisarvot, jotka Säteilyturvakeskus asettaa kunkin radionuklidin osalta erikseen. Raja-arvot tulee asettaa siten, että:

- 1) loppusijoituksesta aiheutuvat säteilyvaikutukset voivat olla enimmillään vastaavansuuriset 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. Annosrajoi-
tusten täyttymisen yhteydessä tarkastellaan Posivan toteuttaman biosfäärinanalyysin 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 ke-

hoon 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 ihmisryhmällä että muille altistuville yksilöille 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 alittavat suurella marginaalilla. Perusskenaarion lisäksi Posiva on analysoinut myös muunnelmaskenaarioita, joissa kehityskulku poikkeaa perusskenaariosta. Muunnelmaskenaarioissa 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 kehityskuluisista, 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 vuosiansiokset 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. Luonnonilmiöiden aiheuttamana pitkäaikaisturvallisuutta mahdollisesti heikentävänä tapahtumana on tarkasteltava ainakin loppusijoituskapselien eheyttä uhkaavia kallioliikuntoja. Ihmisen toiminnasta aiheutuvin tapahtumina on tarkasteltava ainakin keskisyvän porakaivon tekemistä loppusijoituspaikalle ja loppusijoitettuun jätepakkaukseen osuvaa kairaus- tai poraus- tai räjähdys- tai muuta tapahtumaa. 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 loppusijoituskapseliin vaurioittavia kallioliikuntoja, loppusijoitettuun kapseliin ja loppusijoitustilaan osuvia porauksia, keskisyvän porakaivon tekemistä loppusijoituspaikalle sekä nopeaa kapselin sisäosien korroosiota.

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

200 vuoden kuluttua yhden loppusijoituskapselin leikkaavasta kallioliikunnasta aiheutuu eniten altistuvalla henkilöllä noin 3 mSv vuosiannos. Todennäköisyyspohjaisessa tarkastelussa, vuosiannoksen odotusarvo alittaa annosrajoituksen 0,1 mSv vuodessa. 40 000 ja 155 000 vuoden kuluttua tapahtuvissa kallioliikunnoissa päästöt enimmillään 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. Analyysissä 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 $3 \cdot 10^{-3}$ 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 $4 \cdot 10^{-3}$ mSv tulee viimeisimmässä tapauksessa noin 17 000 vuoden kuluttua loppusijoituslaitoksen sulkemisesta.

Kapselin sisäosien nopeassa korroosiossa oletetaan, että kulkeutumismäärä menetetään äkillisesti 15 000 vuoden kuluttua sulkemisesta. Aiheutuvat päästöt ovat noin kerta- luokkaa alle asetettujen rajoitusten.

Johtopäätös

Posiva on tarkastellut epätodennäköisiä tapauksia, niiden todennäköisyyksiä sekä seurauksena olevien annosten ja radioaktiivisten aineiden päästöjen suuruuksia ja odotusarvoja. Posiva on verrannut laskettuja tuloksia annos- ja päästörajoituksiin. VNA:n 5 §:n vaatimukset täyttyvät.

Turvallisuusperustelu

14 § Pitkäaikaisturvallisuus

Pitkäaikaisturvallisuutta koskevien säteilyturvallisuusvaatimusten täyttyminen sekä loppusijoitusmenetelmän ja loppusijoituspaikan soveltuvuus on osoitettava turvallisuusperustelulla, jossa on tarkasteltava sekä todennäköisinä pidettäviä kehityskulkuja että pitkäaikaisturvallisuutta heikentäviä epätodennäköisiä tapahtumia. Turvallisuusperustelu muodostuu kokeellisiin tutkimuksiin 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 loppusijoituspaikan lähiympäristöstä ravintonsa hankkivaa yhteisöä, johon kohdistuu suurin säteilyaltistus. Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten lisäksi on tarkasteltava mahdollisia vaikutuksia eläin- ja kasvilajeihin.

Turvallisuusperustelussa on osoitettu rakentamislupavaiheeseen riittävällä tavalla pitkäaikaisturvallisuusvaatimusten täyttyminen, mutta siinä käytetyt menetelmät, erityisesti tarkasteltavien kehityskulkujen valintaperusteet, vaativat jatkokehitystä käyttölu-pahakemusvaiheeseen. Pitkäaikaisturvallisuudelle asetetun annosrajoituksen ja radioaktiivisten aineiden päästörajoitusten täyttyminen osoitetaan laskennallisella turvallisuus-analyysillä, jossa analysoidaan loppusijoituksen turvallisuutta uhkaavien kehityskulkujen mukainen radionuklidien vapautuminen ja kulkeutuminen. Laskennallinen turvallisuusanalyysi on johdonmukainen ja järjestelmällisesti toteutettu.

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

Posivan turvallisuusanalyysi perustuu deterministiseen laskentaan, mutta sitä on täydennetty todennäköisyysperusteisella herkkyystarkastelulla. Herkkyystarkastelu on tehty valitulle joukolle laskentatapauksia, joissa tarkastellaan radionuklidien vapautumista ja kulkeutumista kallioperässä. Herkkyystarkastelussa on tunnistettu turvallisuusanalyysin merkittävät parametrit ja tarkastelu on riittävä rakentamislupavaiheessa. Käyttö-lupahakemuksen yhteydessä herkkyystarkasteluja on tehtävä kattavammin eri skenaarioiden mukaisille laskentatapauksille sekä radionuklidien 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, tarkoittaa keskimääräistä yksilöannosta loppusijoituspaikan lähiympäristössä asuvassa omavaraisessa perhe- tai pienkyläyhteisössä, johon kohdistuu suurin säteilyaltistus eri altistusreittien kautta. Lisäksi tulee tarkastella edellä mainitun yhteisön lisäksi suuren järven tai merenrannikon ympäristössä asuvien laajempien ihmisjoukkojen saamia keskimääräisiä vuosiannoksia.

Turvallisuusanalyysin biosfääriosassa Posiva on ottanut huomioon pienen järven ja maaperään tehdyn kaivon eniten altistuvaan ihmisryhmään kohdistuvan säteilyannoksen laskennassa. Altistusreittien analyysissä on tarkasteltu kontaminoitunutta vettä talous-, kastelu- ja eläinten juomavetenä sekä kontaminoituneita luonnontuotteita vesi- ja maaympäristöstä ja maanviljelystuotteita ravintona ohjeen YVL D.5 edellyttämällä tavalla. Eniten altistuvan ihmisryhmän lisäksi Posiva on tarkastellut mahdollisia annoksia laajemmalle ihmisjoukolle. Tarkastuksen kannalta biosfäärimalli ei ole dokumentoitu täysin jäljitettävästi, mutta kokonaisuutena Posivan kehittämä biosfäärimalli on vaatimustenmukainen.

Turvallisuusperusteluun kuuluu systemaattinen skenaarioiden muodostaminen, jolla hallitaan loppusijoitusjärjestelmän kehittymisen epävarmuutta. Posiva on muodostanut loppusijoitustilan perusskenaarion olettamalla yhden tai muutaman alkuviallisen loppusijoituskapselin muiden vapautumisesteiden toimiessa ennakoidusti täyttäen niiden turvallisuustoiminnoille asetetut toimintakykytavoitteet. Muunnelskenaariot on Posivan mukaan muodostettu tunnistamalla satunnaisia, radionuklidien vapautumiseen johtavia poikkeamia ja häiriöskenaariot ottamalla huomioon ohjeen YVL D.5 edellyttämät pitkäaikaisturvallisuutta heikentävät epätodennäköiset tapahtumat.

Posiva on määritellyt skenaariot loppusijoitusjärjestelmän mahdollista tulevaa käyttäytymistä kuvaavina kehityskulkuina, jotka voivat johtaa loppusijoituskapselien vikaantumiseen ja radionuklidien vapautumiseen. Käyttölupahakemuksessa Posivan on systemaattisemmin ja laajemmin tarkasteltava odotettavissa olevasta kehitymisestä poikkeavissa kehityskuluissa mahdollisuutta, että yksi tai useampi toimintakykytavoite ei täyty, sekä tarkasteltava selkeämmin myös muiden vapautumisesteiden kuin loppusijoituskapselin laatu-poikkeamia. Tällainen muunnelskenaarioissa 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 turvallisuustoiminnon 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 pitkä-

aikaisturvallisuusarviota tukevia perusteluja, joita ei voida suoraan kvantitatiivisesti arvioida, mutta joilla on merkitystä ilmiöiden ymmärtämisessä ja erilaisten 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 jätävä 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 $2,6 \cdot 10^{-7}$ $\mu\text{Gy/h}$ hauelle makeassa vesiympäristössä. Suurin annosnopeus kaikista laskentatapauksista on $1,3 \cdot 10^{-4}$ $\mu\text{Gy/h}$ sorsalle 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. Eriksen 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 yhteenveto käsittelevät pitkäaikaisturvallisuutta. Turvallisuusperustelun luotettavuuden kannalta keskeisimmät raportit ovat turvallisuusperustelun yhteenveto, 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 käyttöluupahakemukseen 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 yhteenveto epävarmuusanalyysistä, ja tämän vertaaminen konseptin kehitysohjelmaan, helpottaisivat turvallisuusperustelun luotettavuuden arviointia.

Lisäksi turvallisuusperustelun laatimiseen liittyvät menetelmät vaativat jatkokehitystä ennen käyttöluupahakemuksen toimittamista. Skenaarioiden muodostamisen on oltava

nykyistä systemaattisempi ja kattavampi sekä paremmin seurattavissa turvallisuusperustelun kuvauksessa. Turvallisuustoiminnot ja toimintakykytavoitteet on määriteltävä siten, että vapautumisesteiden 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 käyttö lupahakemusta 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 käyttö lupahakemuksen jättämistä.

Turvallisuusperustelussa Posiva ei ilmaise aina selvästi omaa kantaansa turvallisuuteen liittyvissä asioissa tai perustele 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, INF-CIRC/140, Valvontasopimus, INF-CIRC/193, Valvontasopimuksen lisäpöytäkirja, INF-CIRC/193a8, Euratom Treaty. Jokaisen ydinenergian 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 ydinenergian käyttö on suunniteltava ja toteutettava siten, että ydinenergialaissa 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 kauan kuin valvontasopimus on voimassa. Käytetty polttoaine ei ole ominaisuuksiensa vuoksi hyvin ydinasemateriaaliksi sopivaa. Loppusijoitetun polttoaineen käytettävyyys 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 esittäisivät 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 laitossyksiköiden 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 valmiussuunnitelmaa käyttölupahakemusta varten ja ulkoista pelastussuunnitelmaa.

Posivan valmiusjärjestelyt sovitetaan yhteen laitoksen käyttötoiminnan, palontorjunnan ja turvajärjestelyjen kanssa sekä viranomaisen 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 tilannearvion muodostamista häiriö- tai onnettomuustilanteessa.

Posiva varmistaa henkilöstön turvallisuuden valmiustilanteissa. Alustavassa valmiussuunnitelmassa on kuvattu kokoontumispaikat kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen toiminnan aikana, henkilöstön dekontaminointimenettelyt ja säteilyvalvonnan suojavausteet 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 valmiuskoulutus suunnitelmien laatimista. Ennen laitoksen käyttöönottoa ja käyttövaiheessa tehdään säännöllisiä sisäisiä ja riippumattomia arviointoja 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 onnettomuusanalyyskejä. Posiva osallistuu käyttöönottovaiheessa yhteistyössä pelastusviranomaisten kanssa väestölle ennakoon annettavan tiedotteen valmisteluun. Lähi-alueen asukkaille lähetettävä tiedote voidaan yhdistää TVO:n vastaavaan tiedotteeseen koskemaan koko Olkiluodon aluetta. Suunnitelmat pelastustoimintaan liittyvistä toimenpiteistä esitetään tarkemmin käyttölupahakemuksen 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 huomioinut arviossaan myös sisäministeriön lausunnon. STUK on hyväksynyt Posivan valmiusjärjestelyjen alustavan suunnitelman kirjeellä 3/H41501/2013, 3.4.2014. Olkiluodon kapselointi- ja lopetuslaitoksen 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 ydinenergialaissa, 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 ydinjätteiden kulje-

tus 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 asetuskohtan 2 momentin mukaisesti lupanhakijan 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 lupanhakija aikoo toteuttaa sille kuuluvat turvajärjestelyt, sekä rakentamisen että käytön aikana. Rakentamisaikana ei edellytetä samoja 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. Ydinlaitoksen 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, suoja- ja voimankäyttövälineet. Turva- ja valvonnan osalta Posiva on kuvannut siihen liittyvien toimivaltuuksien mukaisesti menettelytavat, joilla turva- ja valvontaa 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 hälytys- 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 tietoturvallisuus 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 koskevista 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 turvaohjesäännön vahvistaminen ja turvajärjestelyjä koskevien yksityiskohtaisten, STUKin päätöksessä esitettyjen vaatimusten täyttyminen. 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 ilmapiiiriä, 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 ydinjätelaitoshankkeeseen 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 toimin-

nassa 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 täyttyminen. 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 tähtävän 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 vakituista 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 seurantakokosten 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 turvallisuuskulttuuri-ryhmän. Ryhmän tukena on ulkopuolinen, turvallisuuskulttuuriin perehtynyt toimittaja. STUK on tarkastuksessa kuitenkin todennut, että Posivan toimenpiteet ovat toistaiseksi

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 valmistelemaan ja ottamaan käyttöön pysyväsluonteinen 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 käyttämillä 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 veloitettava palveluksessaan oleva henkilöstö sekä toimittajat, alihankkijat ja muut turvallisuuteen vaikuttaviin toimintoihin osallistuvat yhteisöryhmät turvallisuuden ja laadun järjestelmälliseen hallintaan.

Posiva on integroinut johtamisjärjestelmässään 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 turvallisuuteen vaikuttavien organisaatioiden sovellettava laadunhallintajärjestelmissä tai toimituskohtaisissa laatusuunnitelmissa.

Posiva on teettänyt johtamisjärjestelmästä ulkopuolisia, riippumattomia arviointejä 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 laitospöytäkirjan 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 laitospöytäkirjan toimintaa ohjaavat menettelyohjeet on koottu useiksi, eri alueiden käsikirjoiksi. Näitä ovat esim. tutkimus- ja kehityskäsikirja, hankintakäsikirja, suunnittelukäsikirja, valmistuskäsikirja ja rakennuttamiskäsikirja. Posiva on laatinut, hyväksynyt ja käyttöönottonut 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 liittyvän 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. joh-

tamisyjärjestelmästä ja sen rakenteesta, sen jatkuvasta parantamisesta ja Posivan laatu-tavoitteista. Kurssi sisältää myös mm. poikkeamien havainnoinnin ja käsittelyn menette-lyt, inhimilliset tekijät, aloitetoiminnan ja viranomaissääntelyn. Johtamisyjärjestelmästä ja siihen tehdyistä muutoksista Posiva tiedottaa henkilöstölle tarpeen mukaan sisäisissä tiedotustilaisuuksissa ja Posivan Intra-järjestelmässä.

STUK käynnisti vuoden 2013 alussa Posivan rakentamislupahakemuksen käsittelyvai-heen aikaisen tarkastusohjelman, jonka tavoitteena oli arvioida Posivan menettelyjä laa-dukkaan ja turvallisen ydinlaitoksen rakentamiseksi. Tarkastusten tavoitteena oli toden-taa Posivan hakemusasiakirjoissa esitettyjen laadunvarmistuksellisia menettelyjä ja nii-den toimivuutta. Ohjelman mukaisia tarkastuksia, joita toteutettiin kaikkiaan 17, kohdis-tettiin myös Posivan toimittajiin, joiden toiminnalla on merkitystä ydin- ja säteilyturval-lisuuden 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 kehiti-tämiseksi noin 70 turvallisuusmerkitykseltään eriasteista vaatimusta. Posiva on suunni-tellut ja toteuttanut vaatimusten johdosta korjaavat toimenpiteet kaikkiin organisaation toiminnan ja rakentamistoiminnan käynnistämisen kannalta merkityksellisiin vaatimuk-siin.

Johtopäätös

STUKin näkemyksen mukaan Posivan johtamisyjärjestelmä, sen prosessit ja ohjeisto on kehitetty ja otettu käyttöön noudattaen STUKin YVL-ohjeissa esitettyjä laadunhallinnan vaatimuksia. Johtamisyjärjestelmää noudattaen Posivalla on kyky ja valmius huolehtia ydinjätelaitoksen suunnittelun, rakentamisen ja käyttöönoton laadusta ja turvallisuudes-ta. Posivan menettelyt toimintojen ja tuotteiden poikkeamien tunnistamiseen, selvittä-miseen ja käsittelyyn täyttävät STUKin asettamat vaatimukset. Posiva parantaa johta-misyjärjestelmää suunnitellusti. STUK on hyväksynyt Posivan johtamiskäsikirjan ja jat-kossa Posivan on hyväksyttävä STUKilla kaikki käsikirjaan tehtävät merkittävät muu-tokset.

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 ydinjä-telaitoksen turvalliseen käyttöön ja ydinjätteiden loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuu-teen liittyvä ammatillinen osaaminen ja tekninen tieto.

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

Posiva dokumentoi ydinjätelaitoksen käytön organisaatorakenteen, henkilöstön tehtä-vät, toimivallan ja vastuut sekä päätöksentekoon liittyvät menettelyt organisaatiokäsi-kirjaan. Käyttövaihetta varten Posivan on laadittava ohjeen YVL A.4 mukainen johto-sääntö, joka Posivan on toimitettava käyttö lupaa hakiessaan STUKille hyväksyttäväksi. Johtosäännössä on määrättävä ydinjätelaitoksen vastuullisen johtajan, tämän varamie-hen sekä ydinlaitoksen käytössä tarvittavan muun henkilökunnan tehtävät, toimivalta ja vastuut.

Posiva määrittelee turvallisuuden kannalta merkittävät tehtävät kirjaamalla tehtävän vastuualueet ja päätehtävät tehtävänkuvauksiin. 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 koulutussuunnitelma, 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 kehittämislle.

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 liittämiseksi käyttöluupahakemukseen.

Periaatesuunnitelmaa sovelletaan laitosten suunnitteluratkaisujen valintaan, suurten rakenteellisten muutostöiden toteutustarpeen ja -ajankohdan arviointiin, käyttökokeuksista 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. Peruseriaatteena on, että kapselointi- ja loppusijoituslaitos pyritään pitämään koko käyttöiän ajan suunnitteluperusteiden edellyttämässä kunnossa riittävän 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 ikääntymisen 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 edellytetyä 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 tultaisiin harjoittamaan 2 §:n 1 momentin 1–6 kohdassa tarkoitettua toimintaa; (23.5.2008/342)

3) vaatia, 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 tarkoitettua 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 tarkoitetun valvonnan toteuttamiseksi kotimaassa ja ulkomailla sekä 63 §:n 1 momentin 4 kohdassa tarkoitetun 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 viranomaiskäsitteilyyn 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 laatuksikirjat 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 koelaitteistoilla tehtäviä järjestelmiin, laitteisiin tai rakenteisiin liittyviä tyyppitestauksia ja kokeita, joiden avulla selvitetään suunnitteluvaatimuksia ja niiden täyttymistä. Valvotaviin 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 kokemusten mukaan ollut ongelmaton.

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 heikentyä 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 loppusijoituskapselien 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 kuparirautakapseli 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 kapselien palauttamiseen liittyviä tekijöitä, 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 säteily-suojelu.

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 toteutettavissa 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 loppusijoitusvyöhykelle täysperäporausmenetelmällä 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 kalliope-
rän 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 pitkäs-
sä vaakasijoitusreiässä vesivuodoista johtuva puskurimateriaalin epätasaisen jakautu-
misen riski, mikä voi vaikuttaa puskurin tiheyteen ja siten toimintakykyyn. Vaakaratkai-
su voi olla myös herkempi maanjäristyksen aiheuttamalle kallion leikkaussiirrokselle. KBS-3H vaihtoehdossa tarvittavan pitkän vaakasuuntaisen reiän poraaminen on tekni-
sesti haastavampaa.

Posiva on vuosien 2003-2007 aikana laatinut KBS-3H ratkaisulle kokonaisvaltaisen tur-
vallisuusarvion, jossa arvioitiin ratkaisuvaihtoehtojen välisiä eroja ja vaakasijoitusrat-
kaisun turvallisuutta. STUK arvioi KBS-3H turvallisuusperustelukokonaisuuden ja toi-
mitti arvion johtopäätökset Posivalle vuonna 2009 (H221/4, 15.10.2009). Vuonna 2008
raportoidun vertailun jälkeen Posivan kehitystyö on keskittynyt tunnistettujen turvalli-
suusasioiden jatkoselvitykseen ja vaakasijoitusratkaisun tekniseen kehitykseen. STUKin
vuoden 2009 arviossa tai Olkiluodon kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamis-
lupahakemusaineiston 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 mennen-
sä toimittanut STUKille kattavaa turvallisuusaineistoa, jonka perusteella turvallisuusvaa-
timusten yksityiskohtaista täyttymistä olisi mahdollista arvioida.

Posiva on tehnyt KBS-3H ratkaisun tekniseen toteutettavuuteen liittyviä testejä Ruotsis-
sa Äspön kalliolaboratoriossa yhteistyössä SKB:n kanssa. Testejä varten on porattu 95
metriä pitkä vaakareikä, 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 tur-
vallisuusaineistoa selvityksen KBS-3H ratkaisun nykytilasta, kehitystä tarvitsevista koh-
teista 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 eroosi-
on tai kalliosiirroksen, 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 §). Loppusijoi-
tuslaitoksen 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 aloitusajankohdtaa.

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 vaakasijoitusratkaisuja 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 aloitusajankohdtaa.

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 turvallisuusanalyysin. Ydinenergiainlainsäädännön asettamat turvallisuusperiaatteet koskevat käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksia. Ydinenergia-asetuksen mukaisesti kuljetukseen saa ryhtyä vasta, kun Säteilyturvakeskus on todennut 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 rakentamislupaan 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 ohjeluongnosten perusteella.

Posivan kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen 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 täyttyminen 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 käytettävissä 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 säteilyturvallisuutta 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 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 määritetty 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 komponenttikohdaisilla valmistuskokeilla ja kalliotilojen toteutettavuus on vastaavasti osoitettu Olkiluodon maanalaiseen tutkimustilaan 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 STUK on valvonut tutkimustilan rakentamista samoin menettelyin kuin ydinlaitoksen rakentamista valvotaan.

Posivan 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 teknisille 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 kehityskulkuanalyysinsä 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 huomioimalla turvallisuusperustelun selkeyttä, jäljitettävyyttä ja luotettavuutta voidaan parantaa. Säteilyturvakeskus on esittänyt tarkastuksessa havaitut kehitystarpeet erillisessä Posivalle osoitetussa päätöksessä, jossa on edellytetty näiden kehitystarpeiden huomioon ottamista käyttö lupahakemusaineistossa.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen sijaintipaikka

Esitetty sijaintipaikka on todettu sopivaksi loppusijoituspaikaksi periaatepäätöksessä vuonna 2001. Periaatepäätöksen perusteella hanke sai luvan edetä maanalaisten 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 loppusijoitusvyöhyys 400-450 metriä on Olkiluodon loppusijoituslaitokselle annetun periaatepäätöksen ja Säteilyturvakeskuksen asettamien turvallisuusvaatimusten mukainen. Loppusijoitusvyöhyys 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, suojavälineet 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 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.

Turvallisuutta koskevien yleisten periaatteiden ja vaatimusten täyttyminen

Rakentamislupavaiheessa arvioitavien ydinenergialain 18-19 §:n lisäksi ydinenergian käytön yleiset periaatteet on esitetty ydinenergialain 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 ydinjätehuollon kokonaisuutta. Säteilyturvakeskus on esittänyt lausunnossa johtopäätökset YeL 7 §:n edellytysten täyttymisestä.

Johtopäätöksenä Säteilyturvakeskus toteaa, 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 turvallisesti. Posivan esittämät suunnitelmat ovat rakentamislupavaiheessa riittävät ja asianmukaiset seuraavin huomioon ja rajauksin:

- Posiva on toimittanut Säteilysurvakeskukselle ydinjätelaitoksen järjestelmäsuunnittelun tarkentamista koskevan suunnitelman. Säteilysurvakeskus 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 Säteilysurvakeskukselle suunnitelman loppusijoitusjärjestelmän osien asennustesteistä, ja Säteilysurvakeskus tarkastaa testien perusteella järjestelmän asennettavuuden ennen kuin loppusijoitustunnelien louhinta voi alkaa.
- Posivan on osoitettava ensimmäisten loppusijoitustunnelien rakentamisen yhteydessä kallion luokitusjärjestelmän luotettavuus. Säteilysurvakeskus tarkastaa kallion luokitusjärjestelmän toimivuuden osana ensimmäisten loppusijoitustunnelien asemoinnin ja kalliorakentamisen valvontaa.
- Posiva on toimittanut Säteilysurvakeskukselle vapautumisesteisiin kohdistuvan loppusijoituskonseptin kehitysohjelman, jossa se on huomionnut samoja kehityskohteita kuin Säteilysurvakeskus on nostanut esille turvallisuusarviossa. Säteilysurvakeskus valvoo ohjelman mukaista kehitystyön etenemistä rakentamis- ja käyttöluopien välisenä ajanjaksona.
- Posivan on esitettävä Säteilysurvakeskukselle 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) Säteilysurvakeskuksen 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 rakentamisluvasta. Olkiluoto 4 -hankkeen toteuttamatta jättäminen vähentäisi loppusijoitettavan käytetyn polttoaineen määrää ja pienentäisi loppusijoitukseen tarvittavan alueen pinta-alaa ja kalliotilavuutta.