Säteilyturvakeskuksen turvallisuusarvio Posivan käyttölupahakemuksesta

STUK 4/H42213/2022 3.8.2026

stuk
SÄTEILYTURVAKESKUS
STRÅLSÄKERHETSCENTRALEN
RADIATION AND NUCLEAR SAFETY AUTHORITY

Sisällys

1 Johdanto 1

1.1 Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoshanke 1

1.2 Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen turvallisuuden perusta 5

1.3 Käyttölupa-aineisto 6

1.4 Turvallisuutta koskeva säännöstö 8

1.5 Turvallisuusarvion rakenne 10

1.6 Kuvaus STUKin suorittamasta valvonnasta 10

2 Yleinen turvallisuus, STUK Y/4/2018 2 luku 13

2.1 3 § Ydinlaitoksen turvallisuusvaatimusten täyttymisen osoittaminen 13

2.2 4 § Ydinjätteiden loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuus 17

2.3 5 § Turvallisuusluokitus 18

2.4 6 § Ikääntymisen hallinta 20

2.5 7 § Turvallisuuteen liittyvien inhimillisten tekijöiden hallinta 21

2.6 8 § Ydinlaitoksen turvallisuutta koskevat yleiset suunnitteluperusteet 23

3 Säteilyaltistuksen ja radioaktiivisten aineiden päästöjen rajoittaminen, STUK Y/4/2018 3 luku 25

3.1 9 § Työntekijöiden ja ympäristön väestön turvallisuus laitoksen käytön aikana 25

3.2 10 § Loppusijoituksen sulkemisen jälkeisenä ajanjaksona aiheuttama säteilyaltistus 30

3.3 11 § Harvinaisten tapahtumien huomioon ottaminen loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuutta arvioitaessa 32

4 Ydinturvallisuus, STUK Y/4/2018, 4 luku 34

4.1 12 § Ydinlaitoksen sijaintipaikka 34

4.2 13 § Syvyyssuuntainen turvallisuus 36

4.3 14 § Radioaktiivisten aineiden leviämisen tekniset esteet 40

4.4 15 § Turvallisuustoiminnot ja niiden varmistaminen 41

4.5 16 § Ydinjätteen käsittelyn ja varastoinnin turvallisuus 42

4.6 17 § Suojautuminen ulkoisilta turvallisuuteen vaikuttavilta tapahtumilta 44

4.7 18 § Suojautuminen sisäisiltä turvallisuuteen vaikuttavilta tapahtumilta 47

4.8 19 § Ydinlaitoksen valvonnan ja ohjauksen turvallisuus 50

4.9 20 § Ydinlaitoksen käytöstäpoiston turvallisuuden huomioon ottaminen suunnittelussa ja ydinlaitoksen käytöstä poistamisen turvallisuus 51

4.10 21 § Loppusijoituslaitoksen sulkemisen turvallisuus 52

5 Ydinlaitoksen rakentamisen ja käyttöönoton turvallisuus, STUK Y/4/2018, 5 luku 54

5.1 22 § Ydinlaitoksen rakentamisen turvallisuus 54

5.2 23 § Ydinlaitoksen käyttöönoton turvallisuus 55

6 Ydinlaitoksen käyttötoiminnan turvallisuus, 6 luku 60
6.1 24 § Käyttötoiminnan turvallisuus 60
6.2 24 a § Käytöstäpoiston turvallisuus 61
6.3 25 § Käyttökokemusten ja turvallisuustutkimuksen huomioon ottaminen turvallisuuden parantamisessa 62
6.4 26 § Turvallisuustekniset käyttöehdot 64
6.5 27 § Kunnonvalvonta ja kunnossapito laitoksen turvallisuuden varmistamiseksi 65
6.6 28 § Ydinlaitoksen säteilymittaukset ja radioaktiivisten aineiden päästöjen valvonta sekä väestön ja työntekijöiden säteilyannosten arviointi 66
6.7 29 § Loppusijoitustoiminnot 70
7 Loppusijoitusjärjestelmä, STUK Y/4/2018, 7 luku 73
7.1 30 § Ydinjätteiden loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuus 73
7.2 31 § Loppusijoituspaikka 74
7.3 32 § Tekniset vapautumisesteet 77
7.4 33 § Tutkimus- ja tarkkailuohjelma 81
7.5 34 § Suoja-alue 82
8 Pitkäaikaisturvallisuus, STUK Y/4/2018, 8 luku 84
8.1 35 § Pitkäaikaisturvallisuus 84
8.2 36 § Turvallisuusperustelun luotettavuus 88
8.3 37 § Turvallisuusperustelun esittäminen ja päivitys 89
9 Organisaatio ja henkilöstö, STUK Y/4/2018, 9 luku 91
9.1 38 § Ydinlaitoksen johtaminen, organisaatio ja henkilöstö: turvallisuuden varmistaminen 91
10 Turvajärjestelyt, STUK Y/3/2020 99
10.1 Säännöstö ja sen nojalla asetetut vaatimukset 99
10.2 Luvanhaltijan turvajärjestelyt ja niiden arviointi 99
11 Valmiusjärjestelyt, STUK Y/2/2024 101
11.1 Säännöstö ja sen nojalla asetetut vaatimukset 101
12 Ydinmateriaalivalvonta (ydinenergia-asetus 118 ja 118 b §) 112
12.1 Säännöstö ja sen nojalla asetetut vaatimukset 112
12.2 Ydinmateriaalivalvonta tutkimustilan ja kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamisen ja käytön aikana 113
12.3 Loppusijoituslaitoksen sulkemisen jälkeinen ydinmateriaalivalvonta 113
13 Kuljetukset 115
14 Muita vaatimuksia 116
14.1 Luvanhaltijan taloudelliset edellytykset harjoittaa toimintaa 116
14.2 Kansainväliset sopimukset 116
14.3 Rakentamislupaan liitettyjen ehtojen toteutuminen 118

15 Yhteenveto (ydinenergialaki 20 § Ydinlaitoksen käyttäminen) 118
15.1 Johtopäätös 120

1 Johdanto

Posiva Oy (Posiva) on toimittanut valtioneuvostolle 30.12.2021 käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitosta koskevan hakemuksen, jolla se hakee ydinenergialain (990/1987) 20 §:ssä tarkoitettua lupaa ydinlaitoskokonaisuuden käyttämiseen.

Työ- ja elinkeinoministeriö (TEM) on pyytänyt kirjeellä VN/34352/2021, 31.1.2022 Säteilyturvakeskukselta (STUK) lausuntoa ydinenergialain 23 §:n mukaisesti Posivan käyttölupahakemuksesta. Lausuntopyynnössä TEM pyytää STUKia sisällyttämään lausuntoonsa ehdotuksen niistä lupaehdoista, jotka ovat tarpeen ydinenergialain 2 a luvun mukaisten turvallisuusvaatimusten täyttämiseksi. Tässä turvallisuusarviossa esitetään perusteet STUKin lausunnolle.

Samassa yhteydessä Posiva toimitti STUKille ydinenergia-asetuksen (161/1988) 36 §:ssä ja ydinjätteiden loppusijoituksen turvallisuudesta annetussa Säteilyturvakeskuksen määräyksessä (STUK Y/4/2018) sekä ydinturvallisuusohjeissa (YVL-ohjeiden) edellytetyn turvallisuutta koskevan aineiston.

Tässä turvallisuusarviossa termillä ”Posivan ydinlaitokset” viitataan käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen muodostamaan kokonaisuuteen.

1.1 Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoshanke

Posiva haki periaatepäätöstä käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen rakentamiseksi 26.5.1999. Valtioneuvosto myönsi periaatepäätöksen 21.12.2000, ja eduskunta vahvisti sen 18.5.2001. Periaatepäätös koski käytetyn ydinpolttoaineen määrää, joka vastaa Suomessa kulloinkin voimassa olevien ydinvoimalaitosten käyttöluvissa määriteltyä käytetyn ydinpolttoaineen määrää, mutta kuitenkin enintään 4 000 tonnia uraania (tU). Myöhemmin periaatepäätöksiä laajennettiin Olkiluoto 3:n osalta (2 500 tU), jolloin kokonaismääräksi vahvistui 6 500 tU, mikä vastaa noin 3 300 loppusijoituskapselia käytettyä ydinpolttoainetta.

Valtioneuvosto myönsi rakentamisluvan Posivan kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle 12.11.2015. Myönnetyn luvan mukaisesti Posiva sai luvan rakentaa Eurajoen kunnan Olkiluotoon Suomessa tuotetun käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen sekä laitoksen toiminnasta syntyvälle käyttö- ja käytöstäpoistojätteelle loppusijoitustilan sekä tarvittavat aputilat ja tekniset rakenteet. Rakentaminen tuli aloittaa kahden vuoden kuluessa luvan myöntämisestä, ja se käynnistyi ehtojen mukaisesti vuoden 2016 lopulla.

Lupaehtojen mukaan Posiva saa rakentaa laitoksen, jossa loppusijoitettavan ydinpolttoaineen kokonaismäärä on 6 500 tonnia uraania (tU). Lisäksi käyttö- ja käytöstäpoistojätteiden loppusijoitustilojaan saa rakentaa siten, että tiloihin voidaan loppusijoittaa enintään 1 500 m³ matala- ja keskiaktiivista jätettä.

Rakentamisluvan ehdoissa edellytettiin, että käyttölupahakemuksen yhteydessä toimitetaan päivitetyt selvitykset laitoskokonaisuuden ympäristövaikutuksista, käytetyn ydinpolttoaineen palautettavuudesta, käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusriskeistä sekä hankkeeseen tehdyistä muutoksista (luku 14.3). STUK on

arvioinut nämä selvitykset turvallisuuden kannalta, ja arviot on käsitelty tämän turvallisuusarvion asianomaisissa luvuissa.

Posiva on käyttölupahakemuksessa hakenut lupaa käyttää kapselointi- ja loppusijoituslaitosta vuoden 2024 maaliskuusta vuoden 2070 loppuun. Tällä jaksolla Posiva arvioi loppusijoitettavan noin 4 000 tU, jolloin Olkiluoto 1 - ja Olkiluoto 2 -laitosyksiköiden (OL1, OL2) sekä Loviisa 1 - ja Loviisa 2 -laitosyksiköiden (LO1, LO2) ydinpolttoaine olisi loppusijoitettu. Olkiluoto 3 -laitosyksikön (OL3) käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamiseksi Posiva on esittänyt hakevansa myöhemmin uutta käyttölupaa.

Lisäksi Posiva on käyttölupahakemuksessa hakenut lupaa pitää hallussaan, tuottaa, käsitellä, varastoida ja loppusijoittaa kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen sekä tarvittaessa Posivan osakkeenomistajien ydinlaitoksien toiminnasta syntyviä matala- ja keskiaktiivisia käytöstä ja käytöstäpoistosta syntyneitä ydinlaitosjätteitä niin, ettei ydinlaitosjätteen kokonaismäärä ylitä missään tilanteessa 3 000 m^3.

Lisäksi Posiva on käyttölupahakemuksessa hakenut lupaa pitää hallussaan, tuottaa, käsitellä, varastoida ja loppusijoittaa radioaktiivisia jätteitä sekä pitää hallussaan, tuottaa, käsitellä, käyttää, varastoida ja loppusijoittaa kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen toiminnassa tarvittavia muita ydinmateriaaleja seuraavasti: ydinmateriaalitasealueella tai laitospaikalla jo olevia ja muita ydinmateriaaleja edellyttäen, että maahantuontilupaa tarvitseville materiaaleille on myönnetty ydinenergialain mukainen maahantuontilupa.

Posivan ydinlaitos koostuu kahdesta laitoskokonaisuudesta: maanpäällisestä kapselointilaitoksesta, jossa käytetty ydinpolttoaine kapseloidaan loppusijoituskapseleihin, ja maanalaisesta loppusijoituslaitoksesta, joka sijaitsee noin 430 metrin syvyydessä Olkiluodon kallioperässä. Laitokset yhdistyvät toisiinsa hissikuilulla, jota pitkin kapselit siirretään kapselointilaitoksesta loppusijoituslaitokseen.

Loppusijoituslaitoksen yhteyteen on suunniteltu matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoitustila 180 metrin syvyyteen ajotunnelin varrelle. Tila rakennettaisiin ja otettaisiin käyttöön vain tarvittaessa. Posiva on varautunut mahdollisuuteen loppusijoittaa tilaan tarvittaessa myös muita Posivan osakkeenomistajien käytöstäpoisto- ja käyttöjätteitä sekä pieniä määriä muita radioaktiivisia jätteitä. Posiva on tunnistanut, että tällaisten jätteiden sijoittaminen edellyttää erillistä pitkäaikaisturvallisuusarviointia.

Posivan ydinlaitosten käyttöiäksi on suunniteltu noin 100 vuotta, ja loppusijoitustoiminta jatkuu nykyisillä suunnitelmilla 2120-luvulle. Loppusijoitustiloja laajennetaan käytön aikana vaiheittain siten, että loppusijoitustoiminta ja tilojen louhimisessa huomioidaan turvaetäisyydet eikä räjäytyslouhintaa tehdä kapselin siirtämisen tai asentamisen aikana.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus voidaan aloittaa sen jälkeen, kun sitä on jäähdytetty riittävän pitkään välivarastossa. Tarvittava välivarastointiaika vaihtelee 20–40 vuoden välillä. Käytetyn ydinpolttoaineen radioaktiivisuus ja lämmöntuotto ovat

siinä vaiheessa pienentyneet merkittävästi ja ovat noin sadasosan reaktorista poistetun, vähän aikaa jäähtyneen ydinpolttoaineen aikaisesta tasosta.

Käytetty ydinpolttoaine kuljetetaan kapselointilaitokselle käytetyn ydinpolttoaineen siirto- tai kuljetussäiliöllä. Kapselointilaitoksen vastaanottotilassa voi olla samanaikaisesti enintään neljä siirto- tai kuljetussäiliötä. Nykyisin käytössä oleviin säiliöihin mahtuu polttoainetyypistä ja säiliöstä riippuen joko 41 tai 84 polttoaine-elementtiä. Tätä määrää voidaan verrata reaktorien polttoainemääriin siten, että LO1- ja LO2-laitosyksiköiden yhdessä reaktorisydämessä on noin 300 polttoaine-elementtiä ja OL1- ja OL2-laitosyksiköiden yhdessä reaktorisydämessä noin 500 polttoaine-elementtiä. Kun otetaan huomioon käytetyn ydinpolttoaineen jäähtymisaika ja radioaktiivisten aineiden aktiivisuuden puoliintuminen sekä kapselointi- ja loppusijoituslaitoksella käsiteltävät polttoainemäärät, Posivan laitoksilla käsiteltävät aktiivisuusmäärät ovat selvästi pienempiä kuin käyvillä ydinvoimalaitoksilla.

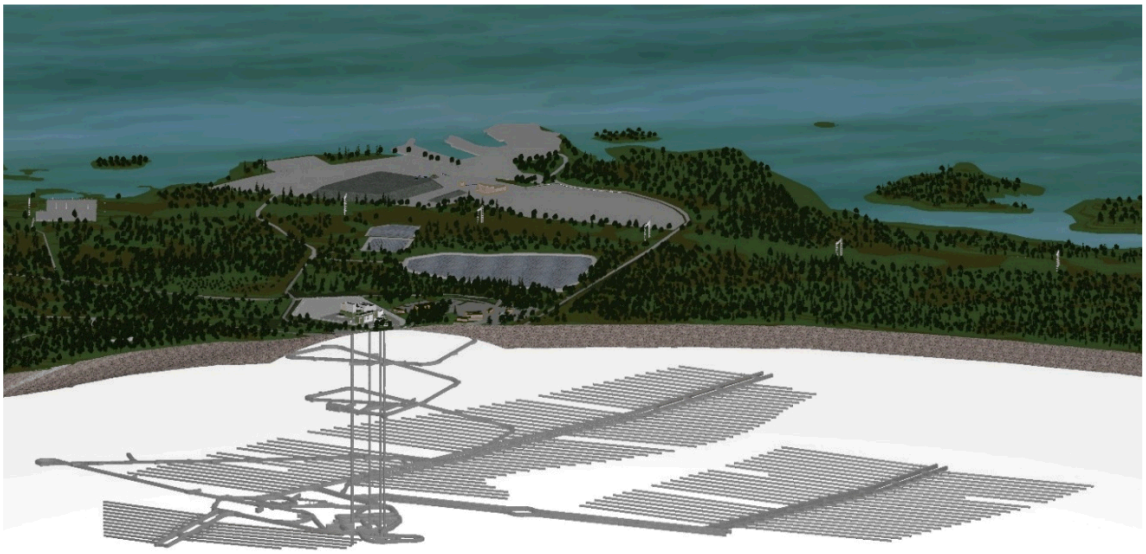
Kapselointilaitoksessa siirto- tai kuljetussäiliö telakoidaan käsittelykammioon, jossa käytetty ydinpolttoaine siirretään polttoaine-elementti kerrallaan kuivausaseman kautta loppusijoituskapseliin. Yhteen kapseliin voidaan sijoittaa enintään 12 polttoaine-elementtiä, jotka ovat peräisin OL1- ja OL2-yksiköistä tai LO1- ja LO2-laitosyksiköistä. Kun kapseli on täytetty, se suljetaan kiinnittämällä kapselin kansi kitkatappihitsausta käyttäen. Hitsin laatu ja tiiveys varmistetaan tarkastuksilla. Suljettu kapseli siirretään joko suoraan tai varastoinnin kautta kapselihissillä maanalaiseen loppusijoituslaitokseen. Kapselointilaitoksen kapselivarasto on mitoitettu siten, että siellä voidaan varastoida enintään 12 kapselia.

Loppusijoituslaitoksessa kapselit joko varastoidaan tai siirretään suoraan loppusijoitustunneleissa oleviin loppusijoitusreikiin. Loppusijoituslaitoksen kapselivarasto on mitoitettu siten, että siellä voidaan varastoida enintään 30 kapselia. Loppusijoitusreiässä kapselin ympärille ja päälle asetetaan bentoniittisavilohkot. Kun loppusijoitustunnelin kaikkiin loppusijoitusreikiin on asennettu kapselit, loppusijoitustunneli täytetään bentoniittisavesta koostuvalla täyttömateriaalilla ja suljetaan lopuksi teräsbetonisella tulpalla.

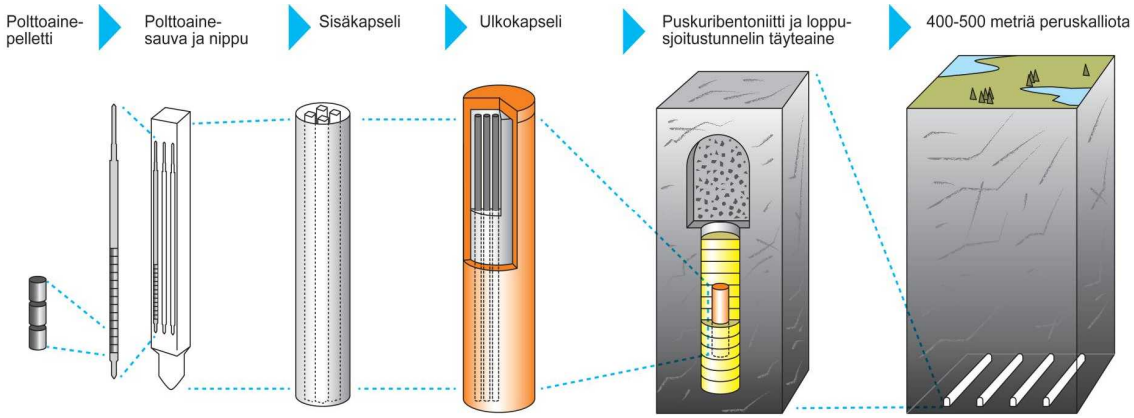
Loppusijoituksen on suunniteltu alkavan OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytetyllä ydinpolttoaineella. Käyttölupahakemuksessaan Posiva on esittänyt, että käytetyn ydinpolttoaineen kuljettaminen Loviisan ydinvoimalaitosyksiköiltä kapselointilaitokselle tulisi ajankohtaiseksi noin 2040-luvulla. Käyttölupahakemuksen jättämisen jälkeen Posiva on esittänyt suunnitelmia, joiden mukaan kuljettaminen voisi kuitenkin tulla ajankohtaiseksi 2030-luvulla. Koska Loviisan laitoksen ydinpolttoaine eroaa, rakenteellisesti ja mitoiltaan Olkiluodon laitosten ydinpolttoaineesta, on laitoksilla toteutettava järjestelmämuutoksia ennen Loviisan käytetyn ydinpolttoaineen käsittelyn aloittamista.

Posivan suunnitelmien mukaan loppusijoitustoiminnassa on tarkoitus olla 2060–2090-luvuilla vaihe, jossa tuotanto on tavanomaista rajoitetumpaa ennen OL3-laitosyksikön käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen aloittamista. Tämän jakson aikana Posiva suunnittelee loppusijoittavansa erikoispolttoaineita, kuten vuotavia polttoaine-elementtejä, sekä toteuttavansa laitosten modernisointeja niiden käyttöiän varmistamiseksi. Suunniteltu jakso ajoittuu käyttölupahakemuksessa haetun käyttöluvan loppupäähän, noin 40 vuoden päähän käyttölupahakemuksen laatimisen

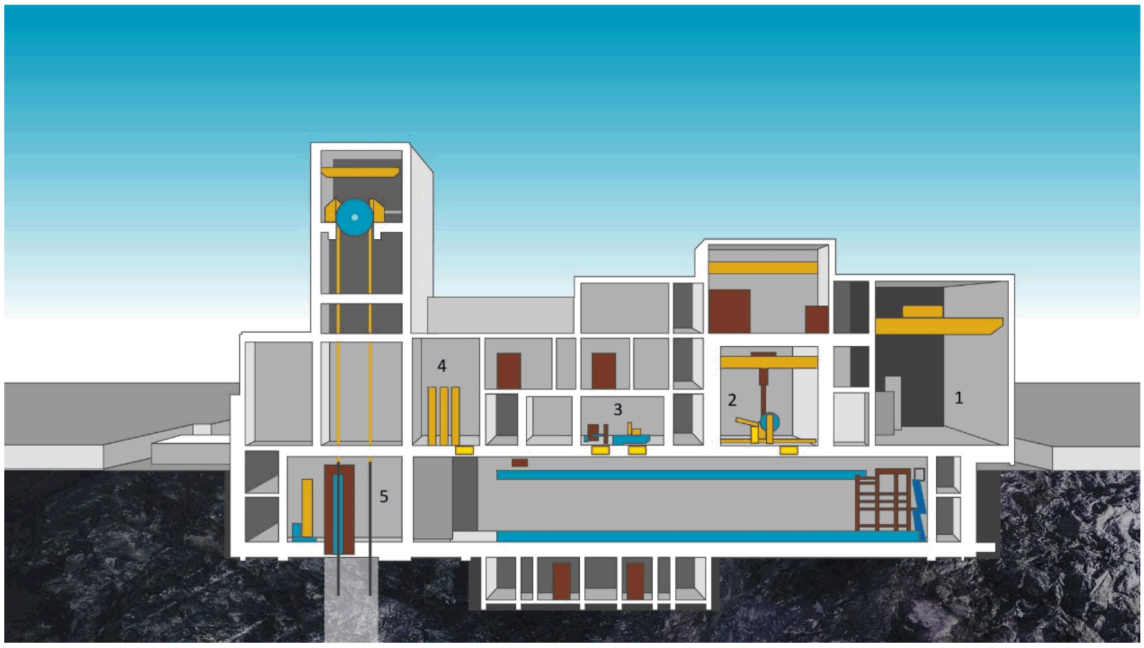
ajankohdasta. Kyseisestä rajoitetun tuotannon vaiheesta ei ole esitetty tarkempia suunnitelmia lupahakemusaineistossa. Näin pitkälle tulevaisuuteen tehtyihin suunnitelmiin liittyy merkittäviä epävarmuuksia, joten tarkempien suunnitelmien laatiminen ja niiden arvioiminen tässä vaiheessa ei ole hyödyllistä. STUKin näkemyksen mukaan pitkä rajoitetun tuotannon jakso aiheuttaa haasteita esimerkiksi organisaation osaamisen ja toiminnan jatkuvuuden varmistamisen näkökulmasta. Posivan on otettava tämä huomioon, kun rajoitetun tuotannon jakson ajankohta on lähempänä ja sen toteutusta suunnitellaan yksityiskohtaisemmin. STUK arvioi asiaa osana kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen normaalia valvontaa sekä määräaikaisissa turvallisuusarvioissa. Asia tulee viimeistään ajankohtaiseksi silloin, kun Posiva hakee uutta käyttölupaa OL3-laitosyksikön käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamiseksi.



Kuva 1. Havainnekuva Posivan loppusijoituslaitoksen loppusijoitustunneleista, jotka sijaitsevat noin 430 metrin syvyydessä kallioperässä. *Kuvassa on esitetty suunnitellut loppusijoitustilat 6500 tU:n määrälle käytettyä ydinpolttoainetta. FSAR Y2 Laitoskuvaus, 19.8.2024.*



Kuva 2. Moniesteperiaate loppusijoituksessa. *Posiva Oy:n kuvapankki "moniesteperiaate", 9.10.2020*.



Kuva 3. Havainnekuva kapselointilaitoksesta. *FSAR Y2 Laitoskuvaus, 19.8.2024.*

1.2 Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen turvallisuuden perusta

Posivan loppusijoitusratkaisu perustuu käytetyn ydinpolttoaineen eristämiseen ihmisistä ja ympäristöstä erittäin pitkäksi ajaksi. Tavoitteena on luotettavasti estää radioaktiivisten aineiden pääsy elinympäristöön niin kauan, että niiden radioaktiivisuus on merkittävästi vähentynyt. Loppusijoitus on suunniteltu passiiviseksi ratkaisuksi, jonka turvallisuus ei sulkemisen jälkeen edellytä valvontaa, kunnossapitoa tai muita ihmisen toimenpiteitä.

Turvallisuus perustuu moniesteperiaatteeseen. Käytetty ydinpolttoaine sijoitetaan kuparivaippaisiin loppusijoituskapseleihin, jotka sijoitetaan noin 430 metrin syvyyteen kallioperään. Kapseleita ympäröi bentoniittisavi, joka rajoittaa veden virtausta ja

suojaa kapselia ympäristön vaikutuksilta. Kallioperä muodostaa luonnollisen esteen, joka hidastaa mahdollisesti vapautuvien radioaktiivisten aineiden kulkeutumista. Lisäksi itse käytetyn ydinpolttoaineen rakenne sitoo suuren osan radioaktiivisista aineista kiinteään muotoon.

Loppusijoitusjärjestelmän turvallisuus ei perustu minkään yksittäisen vapautumisesteen täydelliseen toimintaan, vaan useiden toisiaan täydentävien esteiden yhteisvaikutukseen. Jos yhden esteen toimintakyky ajan kuluessa heikkenisi, muut vapautumisesteet edelleen rajoittaisivat radioaktiivisten aineiden vapautumista ja niiden kulkeutumista ympäristöön.

Loppusijoitusratkaisun keskeisenä tavoitteena on eristää radioaktiiviset aineet ympäristöstä erityisesti ensimmäisten tuhansien vuosien aikana, jolloin käytetyn ydinpolttoaineen radioaktiivisuus on suurimmillaan. Käytetyn ydinpolttoaineen aktiivisuus vähenee voimakkaasti ensimmäisen noin 10 000 vuoden aikana, minkä jälkeen jäljelle jäävien radioaktiivisten aineiden aktiivisuus ja niistä aiheutuva säteilyvaara pienenevät edelleen vähitellen. Radioaktiivisuus vähenee ajan myötä hitaasti, ja siksi loppusijoitusjärjestelmän on säilytettävä kykynsä rajoittaa radioaktiivisten aineiden vapautumista ja kulkeutumista riittävän pitkään.

Loppusijoitusjärjestelmän turvallisuutta arvioidaan tarkastelemalla vapautumisesteiden toimintaa sekä erilaisia mahdollisia kehityskulkuja hyvin pitkillä aikajänteillä. Tarkasteltaviin kehityskulkuihin kuuluvat muun muassa kallioperän pitkäaikainen kehitys, jääkausien vaikutukset, pohjavesiolosuhteiden muutokset sekä yksittäisten vapautumisesteiden mahdollinen heikkeneminen ajan kuluessa. Arvioinnissa tarkastellaan myös tilanteita, joissa radioaktiivisia aineita voisi vapautua loppusijoituskapselista ympäröiviin vapautumisesteisiin. Turvallisuuden osoittamisen lähtökohtana on tällöinkin, että vapautumisestejärjestelmä kokonaisuutena rajoittaa radioaktiivisten aineiden vapautumista ja kulkeutumista siten, että ihmisille ja ympäristölle aiheutuva säteilyaltistus täyttää loppusijoitukselle asetetut turvallisuusvaatimukset myös pitkällä aikavälillä.

1.3 Käyttölupa-aineisto

Käyttölupaa haettaessa STUKille toimitettava aineisto on määritelty ydinenergia-asetuksen (161/1988) 36 §:ssä. Aineisto koostuu seuraavista dokumenteista:

1. *lopullinen turvallisuusseloste;*
2. *todennäköisyysperusteinen riskianalyysi;*
3. *luokitusasiakirja, jossa esitetään ydinlaitoksen turvallisuuden kannalta tärkeiden rakenteiden, järjestelmien ja laitteiden luokittelu niiden turvallisuusmerkityksen perusteella;*
4. *ydinlaitoksen käytön laadunhallintaohjelma;*
5. *turvallisuustekniset käyttöehdot, joissa määritellään ainakin ydinlaitoksen turvallisuuteen vaikuttavia prosessisuureita koskevat rajat eri käyttötiloissa, annetaan määräyksiä laitteiden vikaantumisen aiheuttamista käyttörajoituksista sekä esitetään vaatimukset turvallisuuden kannalta tärkeiden laitteiden koestuksille;*
6. *määräaikaistarkastusten yhteenveto-ohjelma;*
7. *suunnitelmat turva- ja valmiusjärjestelyiksi;*

8. *selvitys ydinaseiden leviämisen estämiseksi tarpeellisen valvonnan järjestämisestä;*
9. *ydinlaitoksen johtosääntö;*
10. *selvitys ympäristön säteilyn perustilasta ja ydinlaitoksen ympäristön säteilyvalvontaa koskeva ohjelma;*
11. *selvitys turvallisuusvaatimusten täyttymisestä*
12. *ikääntymisen hallintaohjelma; sekä*
13. *ydinlaitoksen käytöstä poistamista koskeva suunnitelma.*

Posiva toimitti STUKille käyttölupahakemusaineiston kirjeellä Posiva-STUK-11622, 30.12.2021. Aineisto sisälsi ydinenergia-asetuksen 36 §:n mukaiset selvitykset sekä STUKin määräyksissä ja YVL-ohjeissa edellytetyt asiakirjat, jotka on toimitettava käyttölupahakemuksen mukana.

Ydinjätteiden loppusijoituksen turvallisuudesta annetussa Säteilyturvakeskuksen määräyksessä (STUK Y/4/2018) edellytetään käyttölupaa haettaessa arvioimaan ydinjätteiden loppusijoituslaitoksen sulkemisen jälkeistä turvallisuutta eli loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuutta. Käyttölupahakemusaineiston mukana on toimitettu turvallisuusperustelu, jolla osoitetaan pitkäaikaisturvallisuutta koskevien vaatimusten täyttyminen.

Posiva on käyttölupahakemusaineiston toimittamisen yhteydessä todennut, että Posiva aikoo päivittää käyttölupahakemusaineistoa rakentamisesta ja käyttöönotoista saaduilla tiedoilla ja kokemuksilla. Hakemuksessa Posiva tunnisti useita päivitystarpeita käyttölupahakemukseen liittyen. Posivan arvio oli, että pääosa käyttölupahakemusaineiston päivityksistä tultaisiin tekemään kesän 2023 aikana ennen yhteistoimintakokeen (YTK) aloitusta.

Käyttölupa-aineiston käsittelyn aikana Posiva on toimittanut STUKille päivityksiä aineistoon. Posivan kapselointilaitokseen, loppusijoituslaitokseen sekä teknisiin vapautumisesteisiin tekemät suunnittelumuutokset ovat muun muassa aiheuttaneet aineistossa päivitystarvetta. Lisäksi Posiva on täydentänyt ja päivittänyt hakemusaineistoa STUKin selvityspyyntöjen perusteella.

STUK on hyväksynyt ydinenergia-asetuksen 36 §:n edellyttämät asiakirjat seuraavasti:

- Lopullinen turvallisuusseloste päätöksellä STUK 31/H42241/2025, 15.6.2026
- Todennäköisyysperusteinen riskianalyysi päätöksellä STUK 2/H42253/2024, 20.12.2024
- Luokitusasiakirja päätöksellä STUK 6/H42241/2023, 9.1.2024
- Ydinlaitoksen käytön laadunhallintaohjelma ja ydinlaitoksen johtosääntö päätöksellä STUK 3/H42213/2024, STUK 4/H42213/2024, 27.6.2024
- Turvallisuustekniset käyttöehdot päätöksellä STUK 1/H42241/2026, 26.3.2026
- Määräaikaistarkastusten yhteenveto-ohjelma päätöksellä STUK 6/H42213/2021, 22.12.2023
- Suunnitelmat turva- ja valmiusjärjestelyiksi päätöksillä STUK 3/H42217/2023, 22.11.2023 ja STUK 2/H41501/2024, 13.11.2024
- Selvitys ydinaseiden leviämisen estämiseksi tarpeellisen valvonnan järjestämisestä päätöksellä STUK 2/H47101/2021, 16.2.2023

- Selvitys ympäristön säteilyn perustilasta ja ydinlaitoksen ympäristön säteilyvalvontaa koskeva ohjelma päätöksellä STUK 1/H41302/2022, STUK 8/H42213/2021, 10.10.2022
- Selvitys turvallisuusvaatimusten täyttymisestä päätöksellä STUK 25/H42241/2025, STUK 28/H42241/2025, 18.12.2025
- Ikääntymisen hallintaohjelma päätöksellä STUK 2/H42213/2024, 16.2.2024
- Ydinlaitoksen käytöstä poistamista koskeva suunnitelma päätöksellä STUK 10/H42213/2021, 8.4.2022.

STUK on käsitellyt pitkäaikaisturvallisuutta käsittelevän turvallisuusperustelun ja tehnyt siitä päätöksen STUK 2/H42252/2026, 1.7.2026.

1.4 Turvallisuutta koskeva säännöstö

Ydinenergialaki ja STUKin yleiset turvallisuusmääräykset

Ydinenergian käytön turvallisuusvaatimuksista säädetään ydinenergialaissa (YEL, 1987/990):

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 […],*
7 § *Ydinenergian käytön edellytyksenä on, että turvajärjestelyt ja valmiusjärjestelyt sekä muut järjestelyt ydinvahinkojen rajoittamiseksi ja ydinenergian käytön turvaamiseksi lainvastaiselta toiminnalta ovat riittävät*,
7 e § Ydinlaitoksen turvallisuutta koskevien vaatimusten täyttyminen on osoitettava luotettavasti. […], ja
7 h § *Ydinlaitoksella on oltava tilat, laitteistot ja muut järjestelyt, joilla voidaan huolehtia turvallisesti laitoksen tarvitsemien ydinaineiden sekä käytössä ja käytöstä poistamisessa syntyvien ydinjätteiden käsittelystä ja varastoinnista.*

Ydinjätteistä on huolehdittava siten, ettei loppusijoituksen jälkeen aiheudu sellaista säteilyaltistusta, joka ylittäisi loppusijoituksen toteutusajankohtana hyväksyttävänä pidetyn tason.

Ydinjätteiden sijoitus pysyväksi tarkoitetulla tavalla on suunniteltava turvallisuuden kannalta edullisesti ja siten, ettei pitkäaikaisturvallisuuden varmistaminen edellytä loppusijoituspaikan valvontaa. […].

Tämä turvallisuusarvio kattaa kaikki STUKin valvontatoimivaltaan kuuluvat seikat, joita Posivan ydinlaitosten käyttöön liittyy. Turvallisuusarviossa käsiteltävät asiat ja niiden arviointikriteerit on esitetty ydinenergia- ja säteilyturvallisuuslainsäädännössä.

Säteilylaki (859/2018) tuli voimaan 15.12.2018, ja samalla tehtiin muutoksia ydinenergialakiin (990/1987). Näiden lakien säännöksiä tarkennetaan Säteilyturvakeskuksen määräyksillä. Alla on esitetty Posivan ydinlaitoksille sovellettavat määräykset.

Ydinenergialain nojalla annetut Säteilyturvakeskuksen määräykset
- ydinvoimalaitoksen valmiusjärjestelyistä (STUK Y/2/2024)
- ydinenergian käytön turvajärjestelyistä (STUK Y/3/2020)
- ydinjätteiden loppusijoituksen turvallisuudesta (STUK Y/4/2018).

Säteilylain ja ydinenergialain nojalla annettu STUKin määräys
- vapaarajoista ja vapauttamisrajoista (SY/1/2018).

Säteilylain nojalla annetut STUKin määräykset siltä osin kuin ne koskevat ydinenergialain mukaista käyttöä:
- STUKin määräys työperäisen altistuksen selvittämisestä, arvioinnista ja seurannasta (S/1/2018),
- STUKin määräys säteilymittauksista (S/6/2018).

Posiva on arvioinut turvallisuusvaatimusten täyttymistä voimassa olevaa säännöstöä vasten sekä ottanut huomioon vuosina 2019 ja 2020 julkaistut YVL-ohjeet, joista on tehty soveltamis- ja täytäntöönpanopäätökset Posivalle.

STUKin ydinturvallisuusohjeet (YVL-ohjeet)

Ydinenergialain (990/1987) 7 r §:n mukaan Säteilyturvakeskuksen tehtävänä on asettaa ydinenergialain mukaisen turvallisuustason toteuttamista koskevat yksityiskohtaiset turvallisuusvaatimukset (YVL-ohjeet). Ydinenergialain 7 r §:n mukaisesti *Säteilyturvakeskuksen turvallisuusvaatimukset velvoittavat luvanhaltijaa, kuitenkin niin, että luvanhaltijalla on oikeus esittää muunkinlainen kuin vaatimuksissa edellytetty menettelytapa tai ratkaisu. Jos luvanhaltija vakuuttavasti osoittaa, että esitetty menettelytapa tai ratkaisu toteuttaa tämän lain mukaisen turvallisuustason, Säteilyturvakeskus voi sen hyväksyä.*

YVL-ohjeissa esitettyjen, turvallisuusvaatimusten soveltamisessa Säteilyturvakeskus ottaa huomioon ydinenergialain (990/1987) 7 a §:ssä säädetyt periaatteet: *Ydinenergian käytön turvallisuus on pidettävä niin korkealla tasolla kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista. Turvallisuuden edelleen kehittämiseksi on toteutettava toimenpiteet, joita käyttökokemukset ja turvallisuustutkimukset sekä tieteen ja tekniikan kehittyminen huomioon ottaen voidaan pitää perusteltuina.*

Turvallisuusvaatimusten laadinnan tavoitteena on asettaa vaadittu turvallisuustaso. Soveltamisalan tarkentamiseksi jokaisesta uudesta tai uusitusta YVL-ohjeesta on valmisteltu käytössä tai rakenteilla olevia ydinlaitoksia koskeva päätös, jossa ohjeen soveltamisala määritellään käyvien ja rakenteilla olevien ydinlaitosten osalta. Täytäntöönpanopäätöksessä esitetään yksityiskohtaisesti ne toimenpiteet, joihin esimerkiksi luvanhaltijan on ryhdyttävä ohjeen vaatimusten täyttämiseksi. Ohje ei muuta ennen ohjeen voimaantuloa tehtyjä STUKin päätöksiä, ellei STUK ilmoita siitä erikseen. Toisaalta STUK edellyttää, että tarve ja mahdollisuudet turvallisuuden parantamiseen arvioidaan uusien YVL-ohjeiden pohjalta. Arvion perusteella voidaan edellyttää turvallisuutta lisääviä toimia silloin, kun ne katsotaan perustelluiksi ydinenergialain 7 a §:n mukaisesti.

YVL-ohjeiden uusimmat päivitykset on julkaistu vuosina 2019–2020. Näiden YVL-ohjeiden täytäntöönpanopäätökset on tehty Posivalle vuosien 2019–2022 aikana.

Täytäntöönpanon tuloksena STUK päättää luvanhaltijan toimittamiin selvityksiin ja STUKin omaan arviointiin perustuen ne poikkeukset ja tarvittavat luvanhaltijan kehitystoimenpiteet, joilla uudet YVL-ohjeet saatetaan voimaan.

STUK arvioi jatkuvasti ydinturvallisuussäännöstön ajantasaisuutta ja sen yhdenmukaisuutta verrattuna kansainväliseen säännöstökehitykseen, erityisesti Kansainvälisen atomienergiajärjestön (IAEA) ja Länsi-Euroopan ydinturvallisuusviranomaisten muodostaman yhteistyöjärjestön (WENRA) puitteissa. STUK ottaa huomioon turvallisuusvaatimuksia päivitettäessä ydin- ja säteilyturvallisuuden alan tieteen, tekniikan ja tutkimuksen kehityksen sekä ulkomaiset että kotimaiset käyttökokemukset.

1.5 Turvallisuusarvion rakenne

Ydinturvallisuuteen liittyvät seikat käsitellään tässä turvallisuusarviossa samassa järjestyksessä, kuin ne on esitetty määräyksessä STUK Y/4/2018. Lisäksi valmiusjärjestelyjä, turvajärjestelyjä ja ydinmateriaalivalvontaa koskevat asiat on käsitelty omissa luvuissaan. Valmiusjärjestelyjä koskee määräys STUK Y/2/2024 ja turvajärjestelyjä määräys STUK Y/3/2020.

Turvallisuusarviossa on myös käsitelty sellaiset ydinenergialain 20 §:ssä edellytetyt seikat, joita ei erikseen ole viety nykyisiin STUKin määräyksiin, mutta joiden arvioiminen kuuluu STUKin toimialaan.

Kunkin kappaleen alussa esitetään STUKin määräyksen teksti kursiivilla. Suorat lainaukset muusta säännöstöstä on myös kursivoitu. STUKin määräysvaatimusten käytännön tulkinnat ja olennaiset YVL-ohjeistossa esitetyt täsmennykset kuvataan lyhyesti, jos tarpeen. Kussakin kohdassa arvioidaan, miten siihen liittyvät vaatimukset on toteutettu Posivan ydinlaitoksilla. Erityisesti arvioidaan, pitääkö paikkansa, että ”…*ydinlaitos täyttää asetetut turvallisuusvaatimukset ja että turvajärjestelyt sekä valmiusjärjestelyt ovat riittävät, että ydinaseiden leviämisen estämiseksi tarpeellinen valvonta on asianmukaisesti järjestetty ja että ydinlaitoksen haltijan vahingonkorvausvastuu ydinvahingon varalle on järjestetty siitä säädetyllä tavalla*” (ydinenergialaki 20 § 2 mom. 1 kohta).

Turvallisuusarvion lopussa esitetään yhteenveto tarkastuksen tuloksista, ehdotukset lupaehdoiksi sekä kansainvälisistä sopimuksista johtuvat velvoitteet.

1.6 Kuvaus STUKin suorittamasta valvonnasta

Turvallisuusarviota laatiessaan STUK on hyödyntänyt myös Posivan ydinlaitoksiin ja luvanhakijaan kohdistuneen valvonnan tuloksia. Turvallisuusarvion laadinnassa hyödynnettyjä valvonnan muotoja ovat olleet esimerkiksi STUKin suorittamat tarkastukset ydinlaitosten rakentamisen aikana, laitospaikalla suoritettu valvonta sekä rakentamisen aikana STUKille toimitettujen asiakirjojen käsittely. Posivan valvontaan periaatepäätöksen jälkeen STUK on käyttänyt Posivan valvontaan noin 205 henkilötyövuotta. Valvontaan on osallistunut vuosittain noin 20–30 STUKin asiantuntijaa. STUK on lisäksi käyttänyt ulkopuolisia asiantuntijoita arvioinnin tukena noin 45 henkilötyövuoden verran.

Rakentamisen aikana STUK arvioi järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden yksityiskohtaiset suunnitelmat. Suunnitteludokumenttien lisäksi STUK arvioi esimerkiksi suunnittelun vaatimuksenmukaisuutta osoittavia analyyseja (muun muassa mekaanisiin komponentteihin liittyviä lujuusanalyyseja), laitoksen ja sen järjestelmien koekäyttösuunnitelmia, projektissa ja työmaalla noudatettavia menettelyjä ja ohjeita, poikkeamaraportteja sekä raportteja Posivan tekemistä auditoinneista alihankkijoiden toimintaan. STUK on käsitellyt rakentamisluvan myöntämisen jälkeen yli 2500 Posivan ydinlaitoksia koskenutta hakemusta.

Oleellinen osa valvontaa ovat laitospaikalla tai laitevalmistajien luona tehdyt tarkastukset. STUK on tehnyt kahdenlaisia tarkastuksia: luvanhaltijan toimintaan kohdistuvia tarkastuksia (Rakentamisen tarkastusohjelma, RTO) ja käytönvalvontatarkastuksia (KV) sekä laitteiden ja rakenteiden vaatimuksenmukaisuuden tarkastuksia.

Posivan ydinlaitosten RTO-tarkastuksissa on arvioitu ja valvottu Posivan organisaatiota ja toimintaa laitoksen toteuttamiseksi, laitoksen toteutukseen liittyviä menettelyjä eri tekniikan alueilla, Posivan asiantuntemusta ja asiantuntemuksen käyttöä, johtamista, turvallisuusasioiden käsittelyä sekä laadunhallintaa ja -ohjausta. Tarkastusohjelma aloitettiin Posivan ydinlaitoksille vuonna 2015 laitoksen rakentamisen alettua. Vuosittain on tehty 5–9 tarkastusta, joita on kohdennettu projektin vaiheen mukaan. Alkuvaiheessa painopiste oli päätoimintaprosessien arvioinnissa, kun taas viime vuosina tarkastuksia on suunnattu erityisesti käyttöönoton menettelyihin ja käyttöön valmistautumiseen. Tietyt aihealueet, kuten turvajärjestelyt, laadunhallinta ja turvallisuuskulttuuri, ovat olleet säännöllisen tarkastustoiminnan kohteena koko projektin ajan.

Laitteiden ja rakenteiden vaatimuksenmukaisuuteen liittyvät tarkastukset on määritelty YVL-ohjeissa. Tarkastuksiin kuuluvat laitteesta tai rakenteesta ja sen turvallisuusmerkityksestä riippuen muun muassa rakennesuunnitelman tarkastus, valmistuksen valvonta, tehdastestien valvonta, asennustarkastukset ja käyttöönottotarkastukset. Tarkastusten tavoitteena on ollut varmistua valmistettujen laitteiden ja rakenteiden vaatimustenmukaisuudesta. Tarkastuksia on tehty vuosittain useita.

Edellä kuvattujen tarkastusten lisäksi STUK suorittaa laitospaikalla yleisvalvontaa. STUKilla on Olkiluodossa useita paikallistarkastajia, joista yksi on valvonut erityisesti Posivan käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamista. Paikallistarkastajien lisäksi myös muut STUKin tarkastajat ovat valvoneet toimintaa laitospaikalla; esimerkiksi turvajärjestelyjen valvomiseksi on tehty valvontakäyntejä. Sähkö- ja automaatiolaitteiden ja järjestelmien asennusta ja testausta on seurattu valvontakäynnein. Lisäksi STUK on valvontakäynneillään seurannut esimerkiksi laitostason koekäyttöjä ja käyttöohjeiden validointia sekä kapselointilaitoksen yhteistoimintakoetta. STUK on hankkeen vaiheen mukaisesti valvonut laitoksen rakentamista. Rakentamisen valvonta on sisältänyt teknisten suunnitelmien tarkastamista sekä suunnitelmien ja vaatimustenmukaisten tilojen ja sen rakenteiden toteuman tarkastusta loppusijoituslaitoksen rakennustyömaalla. Tätä on täydennetty muun muassa rakentamisen aikaisilla tarkastuksilla (RTO-tarkastukset) ja valvontakäynneillä, joiden puitteissa on tehty teema- tai aihekohtaisia tarkastuksia ja valvontaa.

Posivan pitkäaikaisturvallisuuden turvallisuusperustelun tarkastamisen yhteydessä STUK teki vertailulaskelmia arvioidakseen turvallisuusperustelussa käytettyjä laskentamenetelmiä ja niiden tuloksia. Vertailulaskennan tavoitteena on ollut varmistaa, että Posivan käyttämät menetelmät ovat soveltuvia ja että niillä saadut tulokset ovat luotettavia ydinenergialainsäädännön edellyttämässä laajuudessa. Lisäksi laskennan tavoitteena on ollut tuottaa täydentävää numeerista tietoa pitkäaikaisturvallisuuden arvioimisen tueksi. Vertailulaskenta kohdistui erityisesti turvallisuusanalyysiin. Turvallisuusperustelun tarkastamisen tueksi tehdyt vertailu- ja täydentävät laskennat toteutettiin vuosien 2022–2024 aikana STUKin itse kehittämillä numeerisilla työkaluilla ja menetelmillä.

Arviointinsa tueksi STUK on teettänyt tilaustutkimuksia ja arvioita ulkopuolisilla asiantuntijatahoilla. Merkittäviä toimeksiantoja olivat riippumattomat arviot turvallisuusperustelusta, jolla osoitetaan pitkäaikaisturvallisuutta koskevien vaatimusten täyttyminen, sekä loppusijoituspaikan soveltuvuus. STUK teetti asiantuntijoilla vertailevaa laskentaa liittyen sekä turvallisuus- että toimintakykyanalyysiin vuosien 2022–2026 aikana. Vertailevassa laskennassa arvioitiin lähi- ja kaukoaluekulkeutumis- sekä biosfäärikulkeutumis- ja annoslaskenta-analyysien luotettavuutta sekä kapseli- ja bentoniittimateriaalin toimintakykyä loppusijoitusolosuhteissa. Lisäksi nosto- ja siirtolaitteiden sekä bentoniittipuskurin ja tunnelitäytön rakennesuunnitelmien tarkastamisessa sekä loppusijoituslaitoksen rakentamisen valvonnassa STUK hyödynsi ulkopuolista asiantuntijaosaamista.

Rakentamisen aikana Posiva on tehnyt uudelleensuunnittelua erityisesti teknisten vapautumisesteiden (EBS) osalta, jotta vapautumisestekomponentit voidaan valmistaa ja asentaa siten, että loppusijoitustoiminta voidaan turvallisesti ja tuotannollisesti toteuttaa. Lisäksi kapselointi- ja loppusijoituslaitoksessa on tehty joitain suunnittelu- ja toteutusmuutoksia rakentamisen aikana. Viimeksi on muutettu valvonta-alueen rajoja sekä ilmanvaihto- ja lattiaviemärijärjestelmiä. STUK on arvioinut Posivan laatimat muutossuunnitelmat.

Valmistuksen, asennuksen ja käyttöönoton aikana tämän turvallisuusarvion laatimisajankohtaan mennessä havaitut poikkeamat on joko korjattu siten, että alkuperäiset laatuvaatimukset täyttyvät tai vaatimusten täyttyminen on osoitettu lisätarkastuksin tai arvioinnein. Poikkeamat eivät siten ole käytännössä vaikuttaneet turvallisuustavoitteiden toteutumiseen.

2 Yleinen turvallisuus, STUK Y/4/2018 2 luku

2.1 3 § Ydinlaitoksen turvallisuusvaatimusten täyttymisen osoittaminen

1. Ydinlaitoksen käytön turvallisuutta on arvioitava rakentamislupaa ja käyttölupaa haettaessa, laitosmuutosten yhteydessä sekä määräaikaisten turvallisuusarviointien yhteydessä laitoksen käytön aikana. Turvallisuusarviossa on osoitettava, että ydinlaitos on suunniteltu ja toteutettu turvallisuusvaatimusten mukaisesti. Turvallisuusarvion on katettava laitoksen turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukainen käyttö sekä odotettavissa olevat käyttöhäiriöt ja onnettomuustilanteet.

2. Ydinlaitoksen turvallisuutta ja sen turvallisuusjärjestelmien teknisiä ratkaisuja on arvioitava ja perusteltava analyyttisesti ja tarvittaessa kokeellisesti. Näitä arvioita ja perusteluja on ylläpidettävä ja tarvittaessa täsmennettävä ottaen huomioon laitoksen ja muiden vastaavien ydinlaitosten käyttökokemukset, turvallisuustutkimuksen tulokset, laitosmuutokset ja laskentamenetelmissä tapahtuva kehitys.

3. Turvallisuusvaatimusten täyttymisen osoittamiseen käytettävien menetelmien on oltava luotettavia ja käyttötarkoitukseensa soveltuvia. Analyysien avulla on osoitettava, että turvallisuusvaatimukset täyttyvät suurella varmuudella. Tulosten epävarmuus on arvioitava ja otettava huomioon arvioitaessa turvallisuusvaatimusten täyttymistä.

4. Tarkasteltavien häiriö- ja onnettomuustilanteiden valinnassa on otettava huomioon niiden arvioidut todennäköisyydet ja vaikutukset.

5. Ydinjätteen käsittely- tai varastointilaitoksen käytöstäpoiston turvallisuutta on arvioitava käytöstäpoistosuunnitelmien päivitysten yhteydessä, käytöstäpoistolupaa haettaessa ja määräaikaisten turvallisuusarviointien yhteydessä käytöstäpoiston aikana. Turvallisuusarviossa on osoitettava, että ydinjätteen käsittely- tai varastointilaitoksen käytöstäpoisto ja käytöstäpoistojätteen loppusijoitus on suunniteltu ja on toteutettavissa turvallisuusvaatimusten mukaisesti. Turvallisuusarvion on katettava laitoksen lopullisen käytöstäpoistosuunnitelman mukainen toiminta, mukaan lukien häiriö- ja onnettomuustilanteet.

Häiriö- ja onnettomuusanalyysit

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksella turvallisuus perustuu merkittävissä määrin radioaktiivisten aineiden hallintaan. Reaktiivisuus ja jälkilämmönpoisto voidaan laitoksella hallita passiivisesti käyttäen rakenteellisia ratkaisuja, joita Posiva on arvioinut ja perustellut analyyttisesti turvallisuusselosteen aihekohtaisissa raporteissa. Turvallisuuden kannalta pääosassa ovat ydinpolttoainetta käsittelevät järjestelmät ja mahdollisissa häiriö- ja onnettomuustilanteissa vapautuneiden radioaktiivisten aineiden ympäristöön pääsyn estämiseen käytettävät järjestelmät. Näiden osalta Posiva on tehnyt analyyttista tarkastelua esimerkiksi radioaktiivisten aineiden pidättäytymisestä laitoksella mahdollisissa häiriö- ja onnettomuustilanteissa. Nosto- ja siirtolaitteiden osalta ratkaisuja on perusteltu muun muassa niiden mitoituksella.

Määräyksen STUK Y/4/2018 3 § sisältää vaatimukset ydinpolttoaineen varaston ja kapselointilaitoksen sekä loppusijoituslaitoksen turvallisuuden arvioinnista

rakentamis- ja käyttölupavaiheissa sekä laitosmuutosten yhteydessä. Tarkentavat vaatimukset esitetään ohjeissa YVL B.1, YVL B.3 ja YVL D.3.

Häiriö- ja onnettomuusanalyysien avulla on tarkoitus osoittaa laitoksen kyky selviytyä turvallisesti erilaisista häiriö- ja onnettomuustilanteista. Ohjeen YVL B.3 mukaisesti analyysien tulee kohdistua tapahtumiin, jotka kattavat luonteeltaan ja vakavuudeltaan erityyppiset käyttöhäiriö- ja onnettomuustilanteet. Häiriöiden ja onnettomuuksien kulku tulee arvioida alkaen tilanteen käynnistävästä alkutapahtumasta päätyen turvalliseen tilaan.

Häiriö- ja onnettomuusanalyyseissä tarkasteltavat tapahtumat jaetaan niiden arvioidun esiintymistaajuuden mukaan luokkiin normaali käyttö, odotettavissa olevat käyttöhäiriöt, oletetut onnettomuudet (luokka 1 ja 2) sekä oletettujen onnettomuuksien laajennukset. Posivan lopullisessa turvallisuusselosteessa olevissa analyyseissä on käsitelty odotettavissa olevia käyttöhäiriöitä ja turvallisuusjärjestelmien suunnitteluperusteena käytettäviä oletettuja onnettomuustilanteita sekä oletettujen onnettomuuksien laajennuksia. Vakavan reaktorionnettomuuden kaltaiset onnettomuudet eivät ole mahdollisia Posivan kapselointi- ja loppusijoituslaitoksella. Oletettujen onnettomuuksien laajennuksiin kuuluvat myös harvinaiset ulkoiset tapahtumat (DEC-C) kuten lentokonetörmäys ja suunnittelumaanjäristystä voimakkaampi maanjäristys.

Kapselointilaitoksen normaalin käytön, häiriöiden, oletettujen onnettomuuksien ja oletettujen onnettomuuksien laajennuksien analysointiin on käytetty ensi sijassa Suomessa kehitettyjä laskentatyökaluja. STUK ei ole tehnyt Posivan analyyseille riippumattomia vertailulaskuja, sillä käytettyjä laskentatyökaluja käytetään myös ydinvoimalaitosten analyyseihin, ja STUK on varmistanut niiden luotettavuuden ydinvoimalaitoksille tehdyillä vertailulaskuilla. STUK on arvioinut laskentamenetelmät soveltuvaksi myös Posivan ydinlaitoksille.

Radioaktiivisten aineiden kulkeutumista Posivan ydinlaitosten sisäpuolella eri häiriö- ja onnettomuustilanteissa on tarkasteltu siten, että analyysien tulokset ovat kohtuullisella varmuudella suurempia kuin mitä onnettomuuksissa voisi tapahtua. Häiriö- ja onnettomuustilanteista aiheutuvien väestön säteilyannosten analysoinnissa Posiva on käyttänyt laskentaohjelmia, joilla mallinnetaan radioaktiivisten aineiden kulkeutumista Posivan kapselointilaitoksen ympäristössä sekä arvioidaan säteilyannokset väestön eniten altistuvalle yksilölle.

Lopullisessa turvallisuusselosteessa kuvatuissa häiriö- ja onnettomuusanalyyseissa sekä niihin liittyvissä aihekohtaisissa raporteissa on annettu ja perusteltu käytetyt analyysien lopputuloksiin vaikuttavat alkuarvot ja oletukset sekä tehdyt herkkyystarkastelut. Herkkyystarkastelut ovat tarpeen laskentamenetelmiin ja laskentaoletuksiin liittyvien epävarmuuksien arvioimiseksi ja vähentämiseksi.

Säteilyturvallisuuden osalta häiriö- ja onnettomuusanalyysejä käsitellään lisäksi luvussa 3.1.2. Käytöstäpoistoa ja siihen liittyvien analyysien tuloksia on käsitelty määräyksen 20 §:n yhteydessä.

Todennäköisyysperusteiset riskianalyysit

Todennäköisyysperusteisilla riskianalyyseillä (PRA, Probabilistic Risk Assessment) tarkoitetaan tässä yhteydessä ydinenergia-asetuksen 1 §:ssä määriteltyä kvantitatiivisia arvioita ydinvoimalaitoksen turvallisuuteen vaikuttavista uhkista, tapahtumaketjujen todennäköisyyksistä ja haittavaikutuksista. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksella haittavaikutuksina arvioidaan radioaktiivisten aineiden päästöjen määrää sekä niistä aiheutuvia säteilyannoksia.

PRA:han liittyvät yksityiskohtaiset vaatimukset esitetään ohjeessa YVL A.7. PRA:ssa käytetyt kvalitatiiviset ja kvantitatiiviset menetelmät on valittu ja niitä on sovellettu suhteessa kapselointiprosessin eri vaiheiden riskeihin (YVL D.3 vaatimukset 708 ja 708a). Ohjeessa YVL A.7 esitettyjen vaatimusten ja kriteerien osalta on huomioitu kapselointiprosessin erityispiirteet verrattuna ydinvoimalaitoksiin. Ydinvoimalaitoksille tehtävän sydänvaurion riskitarkastelun sijasta kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen PRA:ssa on tarkasteltu ympäristöpäästöihin ja henkilöannoksiin liittyviä tapahtumia ja tapahtumaketjuja. Pitkäaikaisturvallisuus on rajattu PRA:n ulkopuolelle, sillä hyvin pitkillä aikajaksoilla tapahtuville kehityskuluille ei voida uskottavasti määrittää todennäköisyyksiä.

Normaalista käyttötilanteesta poikkeavat tapahtumat voidaan jakaa kapselointi- ja loppusijoituslaitoksella seuraaviin luokkiin: odotettavissa olevat käyttöhäiriöt, oletetut onnettomuudet (luokka 1 tai 2) ja oletettujen onnettomuuksien laajennukset. Posiva on valinnut häiriö- ja onnettomuustilanteet perustuen viranomaisvaatimuksiin sekä laitosten käytön kuvauksen pohjalta tunnistettuihin tapahtumiin. Tilanteiden tunnistuksessa ja niiden todennäköisyyksien tarkastelussa on käytetty apuna myös todennäköisyysperusteista riskianalyysia. Tilanteiden vaikutukset on arvioitu ja tilanteet on luokiteltu aiemmin mainittuihin luokkiin perustuen niiden arvioituun todennäköisyyteen.

PRA sisältää kattavan kvalitatiivisen riskien arvioinnin ja merkittävimpien tapahtumaketjujen kvantitatiivisen analyysin. Kvalitatiivisen arvion perusteella merkittävimmät alkutapahtumat ovat raskaiden taakkojen pudotukset, maanjäristys ja inhimilliset virheet. Kvantitatiiviseen tulokseen vaikuttavat merkittävästi alkutapahtuman taajuus, vaurioituvien polttoaine-elementtien lukumäärä ja suodatuksen epäonnistumisen todennäköisyys.

PRA:n perusteella merkittäviä ympäristöpäästöjä (Cs-137 päästö > 1E9 Bq) voi syntyä vain laajuudeltaan merkittävien polttoaine-elementtien vaurioiden yhteydessä, ja jos laitoksen eristäminen tai päästöjen suodatus samanaikaisesti epäonnistuu. Suurin Cs-137-päästö (1,4E12 Bq) voisi aiheutua tilanteesta, jossa kuljetussäiliö putoaa kapselointilaitoksella kuljetussäiliön vastaanottotilasta siirtokäytävään, menettää tiiveytensä ja edellä mainitut turvallisuustoiminnot eivät toteudu suunnitellusti. Taajuudeltaan yleisemmiksi arvioituja (noin kerran vuodessa) ovat polttoaine-elementtien siirroissa tapahtuvat elementin kolhimisesta aiheutuvat päästöt suodatuksen onnistuessa, mutta tällöin Cs-137-päästö on erittäin pieni (<1E5 Bq).

Työntekijöiden säteilyannosriskin kannalta merkittävimpänä, mutta erittäin epätodennäköisenä tapahtumana voidaan pitää tilannetta, jossa henkilö altistuisi kuolettavalle annokselle (yli 6 Sv) esimerkiksi päästessään käsittelykammioon tai

siirtokäytävään prosessin kannalta väärään aikaan. Tällaiset tilanteet estetään erilaisin teknisin ja hallinnollisin menettelyin.

Vuosirajan (20 mSv) ylittäviä työntekijäannoksia on mahdollista aiheutua joissakin poikkeuksellisissa tilanteissa. Tällaisia tilanteita ovat henkilön oleskelu loppusijoituskapselin läheisyydessä, edellä kuvattu kuljetussäiliön putoamistapaus sekä tilanne, jossa käytetty ydinpolttoaine vaurioituu käsittelykammiossa ja puutteellisen siivouksen jälkeen radioaktiivista ainetta pääsee käsittelykammion ulkopuolelle. Näiden tapahtumien todennäköisyyttä on merkittävästi pienennetty Posivan käytössä olevilla toimintamenettelyillä ja teknisillä ratkaisuilla. PRA:n tulosten perusteella sisäisistä ja ulkoisista uhkista ainoastaan sellaiset raskaan taakan pudotukset, joissa osallisena on merkittävä määrä käytettyä ydinpolttoainetta, voivat olla merkityksellisiä työntekijöiden ja ympäristön säteilyturvallisuuden kannalta. Tällaiset tapahtumat on arvioitu erittäin harvinaisiksi.

STUK on tarkastanut Posivan PRA:n ja todennut sen olevan vaatimuksenmukainen ja soveltuvan Posivan ydinlaitoksille. STUK on hyväksynyt Posivan PRA:n päätöksellä STUK 2/H42253/2024. Päätöksen liitteenä olevassa raportissa kuvataan STUKin tekemä arviointi ja sen johtopäätökset. Raportissa esitettiin lisäksi joitakin havaintoja, jotka Posivan on huomioitava tulevissa PRA-päivityksissä.

Kapselointilaitoksen käytöstäpoiston turvallisuusvaatimusten osoittaminen

Posiva toimitti osana käyttölupahakemusaineistoa STUKille hyväksyttäväksi ydinenergia-asetuksen 36 ja 79 a §:n mukaisen asiakirjan ”Posivan kapselointilaitoksen käytöstäpoistosuunnitelma” POS-031053, 10.12.2021 (NUCL-4504, 30.11.2021). STUK on hyväksynyt suunnitelman ja toteaa, että käytöstäpoiston suunnittelu on tehty voimassa olevien käytöstäpoistoa koskevien turvallisuusmääräysten mukaisesti.

Posivan on ydinenergialain 7 g §:n mukaisesti päivitettävä käytöstäpoistosuunnitelmaa kuuden vuoden välein laitoksen käytön aikana. Kapselointilaitoksen käytöstäpoisto on ajankohtaista tämänhetkisten aikatauluarvioiden mukaan aikaisintaan 2120-luvulla. Käytöstäpoistoa on käsitelty tarkemmin määräyksen 20 §:n yhteydessä.

Johtopäätös (3 §)

Turvallisuusvaatimusten täyttyminen on osoitettu riittävällä tavalla käyttäen asianmukaisia menetelmiä. Jatkossa Posivan on edelleen kehitettävä todennäköisyysperusteista riskianalyysiaan sekä huomioitava riskianalyysiä koskevan STUKin päätöksen vaatimus.

STUK toteaa, että Posiva täyttää määräyksen STUK Y/4/2018 3 §:n vaatimukset.

2.2 4 § Ydinjätteiden loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuus

1. Ydinjätteiden loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuutta on arvioitava periaatteellisella tasolla loppusijoituspaikkaa valittaessa ja periaatepäätöstä haettaessa sekä arvioitava haettaessa toimintalupaa hyvin matala-aktiivisen jätteen loppusijoitukseen, loppusijoituslaitoksen rakentamislupaa, käyttölupaa ja ydinlaitoksen käytöstäpoistolupaa haettaessa, sekä määräaikaisten turvallisuusarviointien yhteydessä. Turvallisuusarvio on saatettava ajan tasalle myös ennen loppusijoituslaitoksen lopullista sulkemista ja huolehtimisvelvollisuuden lakkauttamista. Pitkäaikaisturvallisuutta eri vaiheissa arvioitaessa on osoitettava, että loppusijoitus on suunniteltu ja toteutettu turvallisuusvaatimusten mukaisesti. Turvallisuusarvion on katettava se laitoksen sulkemisen jälkeinen ajanjakso, jota ydinjätteiden loppusijoituksen turvallisuuden varmistaminen edellyttää.

2. Pitkäaikaisturvallisuutta on arvioitava myös turvallisuustutkimuksen tulosten perusteella. Loppusijoituslaitoksella mahdollisesti tapahtuvien onnettomuustapahtumien vaikutus pitkäaikaisturvallisuuteen on arvioitava.

3. Turvallisuusarviointi esitetään turvallisuusperustelussa, jossa on arvioitava loppusijoituslaitoksen sulkemisen jälkeisiä loppusijoitusjärjestelmän kehityskulkuja ja niihin liittyviä radioaktiivisten aineiden päästöjä laskennallisilla analyyseillä sekä muilla täydentävillä tarkasteluilla.

Määräyksen STUK Y/4/2018 4 §:ään liittyvät yksityiskohtaiset vaatimukset esitetään ohjeessa YVL D.5.

Posiva on arvioinut aiemmin loppusijoituslaitoksen pitkäaikaisturvallisuutta periaatepäätöshakemusta varten vuonna 1999 sekä rakentamislupahakemusta varten vuonna 2012. STUK on arvioinut aiemmat pitkäaikaisturvallisuutta koskevat arvioinnit vastaavien hakemusten käsittelyn yhteydessä. Posiva toimitti osana käyttölupahakemusta STUKille hyväksyttäväksi määräyksen STUK Y/4/2018 4 §:n mukaisen pitkäaikaisturvallisuusperustelun raporttikokonaisuuden (SC-OLA), joka koostuu seuraavista raporteista:

- Synthesis, Posiva 2021-01
- Design Basis, Posiva 2021-08
- Initial State, Posiva 2021-05
- Low and Intermediate level Waste Repository Assessment, Posiva 2021-07
- Performance Assessment and Formulation of Scenarios, Posiva 2021-06
- Models & Data, Posiva 2021-04
- Analysis of Releases, Posiva 2021-03
- Complementary Considerations, Posiva 2021-02.

Turvallisuusperustelu perustuu aiempaan rakentamislupahakemuksen pitkäaikaisturvallisuutta koskevaan turvallisuusperusteluun, mutta sitä on myös merkittävästi päivitetty rakentamislupahakemuksesta annettujen vaatimusten ja siitä tehtyjen huomioiden perusteella (päätös STUK 1/H42252/2015) sekä Posivan omista lähtökohdista.

Posiva toimitti turvallisuusperusteluraporteista päivitetyt versiot, joissa korjattiin pieni määrä lupahakemuksen turvallisuusperustelussa havaittuja toimituksellisia virheitä.

Posiva toimitti maaliskuussa 2023 Complementary Analyses -muistion (COMAN), jossa esitettiin arvio turvallisuusperustelussa käytettyyn suunnitteluratkaisuun ajalla 2018–2022 tehdyistä muutoksista ja niiden vaikutuksesta turvallisuusperustelun johtopäätöksiin. STUK vaati Posivaa arvioimaan COMAN-muistion jälkeen loppusijoitusjärjestelmään tehtyjen suunnittelumuutosten kokonaisvaikutuksia turvallisuusperusteluun selvityspyynnöllä. Posiva toimitti vastineena uuden COMAN-2025-muistion.

Posiva on sisällyttänyt matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoitustilan turvallisuusperusteluun, jossa on huomioitu Posivan omasta toiminnasta aiheutuva arvioitu jätekertymä, 1 500 m^3. Käyttölupahakemuksessa Posiva haki lupaa loppusijoittaa 3 000 m^3 matala- ja keskiaktiivista jätettä, josta osa voisi olla peräisin muualta kuin Posivan ydinlaitoksilta. Posiva ei ole huomioinut 1 500 m^3 ylittävää osaa jätteistä turvallisuusperustelussa eikä STUK pysty toimitetun aineiston pohjalta ottamaan kantaa niiden loppusijoittamiseen Posivan loppusijoituslaitokseen. Matala- ja keskiaktiivisen tilan suunnittelu on tällä hetkellä yleisellä tasolla, ja ennen tilan mahdollista rakentamista siihen liittyvät suunnitelmat sekä yksityiskohtainen päivitetty turvallisuusperustelu on arvioitava.

Turvallisuusperustelun päivitystarve turvallisuustutkimusten tai loppusijoituslaitoksella tapahtuvien onnettomuustapahtumien seurauksena ei ole ollut ajankohtaista käyttöluvan hakemisen aikana. Posivan kehityshankkeissa on muutettu loppusijoitusjärjestelmän suunnittelua ja Posivalla on prosessi, jolla se on arvioinut yksittäisten muutosten vaikutusta pitkäaikaisturvallisuuden arviointiprosessinsa mukaisesti.

Posivan turvallisuusperustelun sisällöllinen arviointi esitetään turvallisuusarvion luvussa 8.

Johtopäätös (4 §)

STUK toteaa, että määräyksen STUK Y/4/2018 4 §:n vaatimukset turvallisuusperustelun toimittamisesta ja turvallisuusarvioinnin laatimisesta täyttyvät vuoden 2018 suunnittelua vastaavalle loppusijoitusjärjestelmälle. Posiva on täydentänyt turvallisuusperustelua COMAN-muistioilla tehtyjen suunnittelumuutosten osalta.

Posiva ei ole arvioinut matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoituksen turvallisuutta käyttöluvassa haetulle jätemäärälle. STUKin näkemys on, että käyttöluvassa ei ole edellytyksiä antaa lupaa matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoitustilalle Posivan lupahakemuksen mukaisesti. Posivan on laadittava yksityiskohtaiset suunnitelmat ja niihin perustuva päivitetty turvallisuusperustelu ennen matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoitustilan rakentamisen aloittamista.

2.3 5 § Turvallisuusluokitus

1. Ydinlaitoksen käytön turvallisuustoiminnot sekä pitkäaikaisturvallisuuden turvallisuustoiminnot on määriteltävä, ja niitä toteuttavat sekä niihin liittyvät järjestelmät, rakenteet ja laitteet on luokiteltava niiden käyttötarkoitus huomioiden joko käyttö- tai pitkäaikaisturvallisuusmerkityksen, tai tarvittaessa molempien, perusteella.

2. Turvallisuusluokitusta on käytettävä järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden laatuvaatimusten määrittämisessä.

3. Käyttöturvallisuuteen liittyviä turvallisuustoimintoja toteuttaville sekä niihin liittyville järjestelmille, rakenteille ja laitteille asetettujen vaatimusten ja niiden vaatimustenmukaisuuden varmistamiseksi tehtävien toimenpiteiden on oltava kohteen turvallisuusluokan mukaisia.

4. Pitkäaikaisturvallisuuden turvallisuustoimintoja toteuttavat järjestelmät, rakenteet ja laitteet on suunniteltava, valmistettava ja asennettava siten, että niiden laatutaso ja laatutason todentamiseksi tarvittavat arvioinnit, tarkastukset ja testaukset vastaavat kohteen turvallisuusmerkitystä.

Määräyksen STUK Y/4/2018 5 §:ään liittyvät yksityiskohtaiset vaatimukset esitetään ohjeessa YVL B.2. Ohje YVL D.5 esittää ydinjätelaitosten turvallisuusluokitukseen liittyviä täsmentäviä vaatimuksia.

Posiva on määritellyt kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käytön sekä pitkäaikaisturvallisuuden turvallisuustoiminnot. Posiva on luokitusasiakirjassa määritellyt perustellut turvallisuusluokat turvallisuustoimintoja toteuttaville järjestelmille, rakenteille ja laitteille huomioiden niiden turvallisuusmerkityksen joko käyttötoiminnan tai pitkäaikaisturvallisuuden kannalta. Järjestelmät, rakenteet ja laitteet on luokiteltu turvallisuusluokkiin 2, 3, EYT/STUK ja EYT. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksella ei ole turvallisuusluokan 1 järjestelmiä, rakenteita tai laitteita.

STUK on hyväksynyt poikkeaman ohjeen YVL B.2 vaatimuksesta 316 rakentamislupakäsittelyn yhteydessä tehdyssä päätöksessä 3/H42261/2014, joka koski ehdotusta luokitusasiakirjaksi. Ohjeen YVL B.2 vaatimus 316 edellyttää, että ydinpolttoaine on luokiteltava turvallisuusluokkaan 1. STUK hyväksyi kapselointi- ja loppusijoituslaitoksella käsiteltävän käytetyn ydinpolttoaineen luokittelun turvallisuusluokkaan 2, koska ydinpolttoaineen merkitys turvallisuudelle on vähäisempi kuin ydinvoimalaitoksessa.

STUK on hyväksynyt Posivan luokitusasiakirjan vaatimuksin päätöksellä STUK 6/H42241/2023.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen järjestelmille, rakenteille ja laitteille on määritetty laatuvaatimukset niiden turvallisuusmerkityksen perusteella niin, että turvallisuusmerkitykseltään korkeammassa turvallisuusluokassa laatuvaatimukset ja niiden varmentamisen menettelyt ovat korkeammat. Korkeampi turvallisuusluokka vaikuttaa suoraan muun muassa järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden viranomaisvalvonnan ja laadittavan aineiston laajuuteen.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden toteuttamista suunnittelusta käyttöön ohjataan eri prosesseilla, jotka perustuvat kohteen turvallisuusluokitukseen. Posiva on laatinut laitteiden, rakenteiden, järjestelmien ja laitoksen käyttöönottoa varten käyttöönottosuunnitelman, jossa esitetään suunnitellut koekäyttömenettelyt osoittamaan laitoksen, sen järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden vaatimuksenmukainen toiminta ja turvallinen käyttö. Posivalla on asianmukaiset menettelyt järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden kelpuuttamiseksi.

Pitkäaikaisturvallisuuden turvallisuustoimintoja toteuttavien järjestelmien suunnittelun, valmistuksen ja asennuksen ohjaamiseksi Posiva on laatinut järjestelmäkohtaiset laatusuunnitelmat, joissa on määritelty menettelyt eri toteutusvaiheille mukaan lukien arvioinnit, tarkastukset ja testaukset. Suunnitelmien laajuus perustuu kohteen turvallisuusmerkitykseen. Lisäksi luonnollisille ja teknisille vapautumisesteille on laadittu tarkastussuunnitelmat, joiden avulla hallinnoidaan eri tahojen (valmistaja, Posiva, STUK ja riippumaton kolmas osapuoli) tarkastuslaajuuksia ja vastuita. Teknisten vapautumisesteiden osalta tarkastussuunnitelmat on käsitelty osana rakennesuunnitelmia.

Johtopäätös (5 §)

Ydinlaitoksen käytön ja pitkäaikaisturvallisuuden turvallisuustoiminnot on määritelty ja niitä toteuttavat laitteet on luokiteltu niiden turvallisuusmerkityksen perusteella. Turvallisuusluokitusta on käytetty vastaavasti määrittämään järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden laatuvaatimukset ja niiden varmistamiseksi tehtävät toimenpiteet.

STUK toteaa, että Posiva täyttää määräyksen STUK Y/4/2018 5 §:n vaatimukset.

2.4 6 § Ikääntymisen hallinta

1. Ydinlaitoksen suunnittelussa, rakentamisessa, käytössä, kunnonvalvonnassa ja kunnossapidossa on varauduttava käyttöturvallisuuden kannalta tärkeiden järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden ikääntymiseen sen varmistamiseksi, että ne täyttävät laitoksen käyttöiän ajan suunnittelun perustana olevat vaatimukset tarvittavin turvallisuusmarginaalein.

2. Ydinlaitoksen käyttöturvallisuuden kannalta tärkeiden järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden käyttökuntoisuutta heikentävän ikääntymisen ennalta estämiseen sekä niiden korjaus-, muutos- ja vaihtotarpeen varhaiseen tunnistamiseen on oltava järjestelmälliset menettelyt. Teknologisen ajanmukaisuuden varmistamiseksi on turvallisuusvaatimuksia ja uuden tekniikan soveltuvuutta säännöllisesti arvioitava sekä seurattava varaosien ja tukitoimintojen saatavuutta.

Määräyksen STUK Y/4/2018 6 §:ään liittyvät yksityiskohtaiset vaatimukset esitetään ohjeessa YVL A.8.

Posiva on laatinut ohjeen YVL A.8 edellyttämän ikääntymisen hallintaohjelman kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle. Ohjelmassa Posiva esittää laitoksilleen määrittelemänsä ikääntymisen hallintakonseptin ja sen pääperiaatteet, kuten ikääntymisen hallinnan toteuttava organisaatio, toimintalinjat, järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden eli laitososien luokitusperiaatteet sekä ohjelman kattavuus. Posiva on asiantuntijoista koonnut ikääntymisen hallintatyöryhmän ohjaamaan ja koordinoimaan eliniän hallintaan liittyvää työtä. Ohjelman mukaan teknologisen ikääntymisen hallintaperiaate korostuu laitosten noin 100 vuoden käytössä, ja ohjelman mukaan Posiva huolehtii teknisestä osaamisesta, laitteiden ajanmukaisuudesta ja varaosien hallinnasta sekä varautumisesta tekniikan uusimiseen. Ikääntymisen hallintaohjelman alaisuuteen on koottu varsinaiset käytännön työtä ohjaavat substanssiohjelmat, jotka ovat asiasisällön mukaan ryhmitelty joko tekniikka-, järjestelmä- tai prosessispesifisiksi ohjelmiksi. Ikääntymisen

hallintaohjelma on kohdistettu kaikkiin turvallisuusluokiteltuihin laitososiin, mukaan lukien luokkaan EYT/STUK kuuluvat laitososat.

Posivan laitosten ikääntymisen hallintaohjelmat noudattavat pääpiirteittäin samaa rakennetta, missä on kuvattu laitosten suunnittelu-, rakentamis- ja käyttövaiheessa laitososille tunnistetut ikääntymisilmiöt ja niiden käyttökuntoisuuden hallintaa varten luodut menettelyt. Tärkeitä määriteltyjä toimintoja laitososien käyttökuntoisuuden varmistamiseksi ovat ennakoiva ja parantava kunnossapito sekä määräaikaisten tarkastusten ja koestusten suorittaminen. Kunnossapitotehtävien suorituspriorite etti määräytyy kunnossapitoluokan mukaisesti. Posiva ei ole tunnistanut aikarajoitteisia analyyseja tai kelpoistuksia edellyttäviä laitososia kapseli- tai loppusijoituslaitoksella. Ikääntymisen hallinnan toteutuksen kehittämiseksi Posiva on määritellyt säännölliset arviointimenettelyt ja katselmoinnit. Laadittuun ikääntymisen hallintaohjelmaan kuuluu käytäntöjä ja toimintoja, joiden käytännön kattavuus, riittävyys ja toimivuus on todennettavissa vasta laitosten käyttövaiheessa.

Johtopäätös (6 §)

Ikääntymisen hallintaohjelma on hyväksytty päätöksellä STUK 2/H42213/2024, jossa todetaan, että merkittävä osa ikääntymisen hallintaohjelmassa esitetyistä menettelyistä ja toiminnoista on todennettavissa vasta laitosten käytön aikana. STUK seuraa valvonnassa ja tarkastuksilla ikääntymisen hallintaohjelman toteuttamista käytön aikana.

STUK toteaa, että Posiva täyttää määräyksen STUK Y/4/2018 6 §:n vaatimukset ikääntymisen hallinnan osalta.

2.5 7 § Turvallisuuteen liittyvien inhimillisten tekijöiden hallinta

1. Turvallisuuteen liittyviä inhimillisiä tekijöitä on hallittava systemaattisin menettelyin ydinlaitoksen koko elinkaaren ajan. Inhimilliset tekijät on otettava huomioon ydinlaitoksen ja sen käyttö- ja kunnossapitotoiminnan ja käytöstäpoiston suunnittelussa siten, että työn laadukas toteutus on mahdollisimman helppoa ja että ihmisen toiminta ei vaaranna laitoksen turvallisuutta. Inhimillisten virheiden välttämiseen, havaitsemiseen, vaikutusten rajaamiseen ja korjaamiseen on kiinnitettävä erityistä huomiota.

Määräyksen STUK Y/4/2018 7 §:ään liittyvät yksityiskohtaiset vaatimukset esitetään ohjeissa YVL A.3 ja YVL B.1.

Turvallisuudelle tärkeiden inhimillisten tekijöiden hallinnalla pyritään minimoimaan ihmisen kyvyistä ja rajoituksista johtuvan ihmisen toiminnan vaihtelun vaikutukset ydinlaitoksen turvallisuuteen. Luvanhakijalta edellytetään menettelyitä tunnistaa ihmisen toiminnan turvallisuusmerkitys suhteessa laitoksen eri toimintoihin. Lisäksi luvanhaltijan on käytettävä systemaattisia menettelyitä ihmisen toiminnan luotettavuuden parantamiseen ja varmistamiseen sekä tilannekuvan muodostamiseen ihmisen toiminnan luotettavuudesta.

STUKin valvonnassa turvallisuuteen liittyvien inhimillisten tekijöiden hallintaa on käsitelty Posivan inhimillisten tekijöiden hallinnan menettelyitä selvittämällä sekä menettelyiden vaikuttavuutta arvioimalla. Keskeiset menettelyt ovat

- inhimillisten tekijöiden huomioon ottaminen laitoksen suunnittelussa (Human Factors Engineering, HFE)
- ihmisen toiminnan luotettavuuden parantaminen työn tekemisessä (Human Performance, HU)
- ihmisen ja organisaation toiminnan selvittäminen erilaisten tapahtumien ja poikkeamien yhteydessä
- asianmukaisten toimenpiteiden määrittely tapahtumien syytekijöiden perusteella.

Inhimillisten tekijöiden hallinta perustuu osaavaan henkilöstöön. HFE:n osalta Posivalla on ollut käytössä Teollisuuden Voima Oy:n (TVO) konsernin HFE-asiantuntijoita, ja omaa henkilöstöä on koulutettu HFE-asioihin. HFE:ssä osaamisen voidaan katsoa olevan riittävää. HU-toiminnan osalta STUK on seurannut Posivan henkilöstön osaamisen kehittämistä vastaamaan Posivan määrittelemää tavoitetasoa. Posiva on lisännyt johtajien ja esihenkilöiden HU-menettelyiden koulutusta.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitosten suunnittelussa on loppuvaiheissa ollut käytössä HFE-ohjelma. Ohjelma kokonaisuutena otettiin käyttöön vuonna 2019. HFE-ohjelman laajuus on toiminnan turvallisuusmerkityksen mukainen, sillä se kohdistuu kapseloinnissa ja loppusijoittamisessa tapahtuvaan ihmisen ja teknologian vuorovaikutukseen, kuten esimerkiksi ohjaamotoimintoihin. Ohjelmassa on analysoitu käyttökokemukset sekä ihmisen turvallisuudelle tärkeät tehtävät, ja näitä tietoja on hyödynnetty käyttöliittymien ja ohjeistojen suunnittelussa. Pääpaino HFE:ssä on asettunut integroituun validointitoimintaan. HFE:n ei voida todeta aloitetun oikea-aikaisesti, sillä yksittäisten järjestelmien suunnittelu oli edennyt perus- tai toteutussuunnitteluvaiheeseen ennen kuin lähtötiedoiksi tarvittavia HFE-ohjelman tulosaineistoja oli käytettävissä. HFE-toimintaa aloitettiin kuitenkin jo ennen virallisen ohjelman käyttöönottoa, ja tulosaineistoja on hyödynnetty suunnittelun todentamisessa ja kelpuutuksessa. Lisäksi oikea-aikaisuuden puutteen vaikutuksia vähentää se, että suunnittelussa on noudatettu koneista ja direktiivin 95/16/EY muuttamisesta annettua direktiiviä (2006/42/EY), joka on myös edellyttänyt ihmisen toiminnan huomioon ottamista suunnittelussa. STUKin valvonnan perusteella Posivan HFE-toiminta on sen alkamisen jälkeen ollut asianmukaista ja täyttänyt sille asetetun vaatimustason. HFE-ohjelma on kuitenkin vielä kesken. Validoinnit on suoritettava loppuun ennen käytön aloittamista siten, että on saavutettu osoitus riittävästä inhimillisten tekijöiden hallinnasta suunnittelussa. Lisäksi ihmisen suorituskyvyn systemaattinen seuranta tulee olla HFE-ohjelman mukaisesti käynnissä tilannekuvan muodostamiseksi ihmisen toiminnan luotettavuudesta.

HU-toiminnan osalta Posivalla on käytössä TVO-konsernin HU-ohjelma, jonka menettelyt ovat riittävät inhimillisten tekijöiden hallitsemiseksi käyttötoiminnassa ja töiden suorittamisessa. Lisäksi Posivalla on oltava riittävä seuranta ohjelman toteutumisesta ihmisen toiminnan luotettavuutta koskevan tilannekuvan muodostamiseksi. STUK varmistaa menettelyiden vaatimuksenmukaisuuden ennen käytön aloittamista.

Ihmisen ja organisaation toiminnan selvittämistä tapahtumien ja poikkeamien yhteydessä käsitellään määräyksen 25 §:n yhteydessä. Poikkeamat ja tapahtumat ovat oleellinen tietolähde arvioitaessa ihmisen toiminnan luotettavuutta.

Johtopäätös (7 §)

HFE-ohjelman mukaiset osoitukset inhimillisten tekijöiden riittävästä huomioon ottamisesta suunnittelussa sekä HU-ohjelman kokonaisvaltainen toimeenpano ovat vielä kesken. Lisäksi Posivan tilannekuvan muodostaminen ihmisen toiminnan luotettavuudesta laitoksen käytössä on kesken. STUK varmistaa avoinna olevien asioiden toteutumisen osana ydinenergialain 20 §:n 2 momentin mukaista tarkastusta ennen käytön aloittamista.

STUK toteaa, että Posiva täyttää määräyksen STUK Y/4/2018 7 §:n vaatimuksen edellä esitetyin huomautuksin.

2.6 8 § Ydinlaitoksen turvallisuutta koskevat yleiset suunnitteluperusteet

1. 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 tutkimustiedon hyödyntäminen sekä tarve kehittää ymmärrystä vapautumisesteiden toimintakyvystä ja pitkäaikaisturvallisuudesta tutkimuksilla ja seurantamittauksilla.

2. Ydinlaitoksella käsiteltävien ja siellä kertyvien ydinjätteiden käsittelyn ja varastoinnin suunnittelu ja toteutus on tehtävä kokonaisuutena siten, että otetaan huomioon ydinjätehuollon eri vaiheiden väliset mahdolliset riippuvuudet.

Käytetyn ydinpolttoaineen 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 ydinpolttoaineen loppusijoituksesta ei ole Suomessa tai kansainvälisesti kokemuksia, ja loppusijoituksen suunnittelu, loppusijoituspaikan ominaisuuksien karakterisointi ja turvallisuuden osoittaminen analyysein on edellyttänyt huomattavasti pidempää valmistelujaksoa kuin muilla Suomessa käytössä 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 polttoaine-elementtejä on välivarastoitu vähintään 20 vuotta.

Vuonna 2001 vahvistetun käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen periaatepäätöksen jälkeen Posiva siirtyi turvallisuusvaatimusten ja periaatepäätöshakemuksessa esitetyn mukaisesti yksityiskohtaisiin paikkatutkimuksiin, joiden osana Posiva on rakentanut maanalaisen tutkimustilan Onkalon. Onkalo toimii osana loppusijoituslaitosta ja Posiva on noudattanut maanalaisen tutkimustilan rakentamisessa muille ydinlaitoksille asetettuja vaatimuksia, joita on sovellettu kalliorakentamiseen. STUK on valvonut tutkimustilan rakentamista samoin menettelyin kuin ydinlaitoksen rakentamista valvotaan.

Posivan valitsema KBS-3V-loppusijoitusratkaisu perustuu pitkälliseen kehitys- ja tutkimustyöhön, jonka osana on arvioitu eri vapautumisesteiden toimintaa ja odotettuja kehityskulkuja. Posiva tulee jatkamaan tutkimus- ja kehitystoimintaa konseptin optimoinnin sekä pitkäaikaisturvallisuusnäkökulmien paremman ymmärtämisen osalta myös jatkossa. Jatkotyötä Posiva kuvaa kolmen vuoden välein julkaistavassa YJH-ohjelmassa, josta viimeisin on julkaistu vuonna 2024 (YJH-2024 Olkiluodon ja Loviisan ydinjätehuollon toimintakertomus).

Loppusijoituslaitoksen rakentaminen ja tilojen aukiolo aiheuttavat loppusijoituslaitosta ympäröivälle kalliolle häiriöitä, joita halutaan pitkäaikaisturvallisuuden vuoksi pitää mahdollisimman vähäisinä. Tästä syystä loppusijoitustiloja laajennetaan laitoksen käytön aikana vaiheittain loppusijoituksen etenemisen mukaan. Loppusijoitustunnelit ja muut tilat suljetaan sitä mukaa, kun loppusijoitus kyseiseen tunneliin tai alueelle on saatu valmiiksi. Loppusijoitustunnelien välittömällä sulkemisella edesautetaan pitkäaikaisturvallisuuden kannalta edullisten kallioperän ominaisuuksien säilymistä.

Posiva on siirtänyt loppusijoitustoiminnassa syntyvien matala- ja keskiaktiivisten ydinjätteiden huolehtimisvelvollisuuden TVO:lle (VN/23884/2024-TEM-8, 13.12.2024). Kapselointilaitoksella kertyvät matala- ja keskiaktiiviset jätteet tullaan lajittelemaan ja siirtämään Olkiluodon ydinvoimalaitokselle käsiteltäviksi ja edelleen loppusijoitettaviksi VLJ-luolaan tai myöhemmin käyttöönotettavaan maaperäloppusijoituslaitokseen. Posivan laitoskokonaisuuteen kuuluu kuitenkin myös varaus mahdollisesti myöhemmin toteutettaville tiloille, jotka on tarkoitettu matala- ja keskiaktiivisten käyttö- ja käytöstäpoistojätteiden käsittelyyn ja loppusijoitukseen.

Johtopäätös (8 §)

Posiva on huomioinut kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelussa käytetyn ydinpolttoaineen aktiivisuuden vähentämisen välivarastoinnilla. Loppusijoituslaitoksen elinkaareen liittyvät vaiheet ovat rakentaminen, loppusijoitustoiminta ja sulkeminen. Posiva on suunnitellut kyseiset vaiheet pitkäaikaisturvallisuuden kannalta edullisella tavalla. Matala- ja keskiaktiivisen ydinjätteen osalta Posiva on siirtänyt huolehtimisvelvollisuuden TVO:lle.

STUK toteaa, että Posiva täyttää määräyksen STUK Y/4/2018 8 §:n vaatimukset.

3 Säteilyaltistuksen ja radioaktiivisten aineiden päästöjen rajoittaminen, STUK Y/4/2018 3 luku

3.1 9 § Työntekijöiden ja ympäristön väestön turvallisuus laitoksen käytön aikana

1. Ydinjätelaitoksesta ja ydinjätteen varastointiin tarkoitetusta ydinlaitoksesta työntekijöille ja ympäristön väestölle aiheutuvan säteilyaltistuksen rajoittamisesta säädetään ydinenergialain muutoksen (862/2018) 2 a §:n 1 momentin kohdassa 1 ja 7 c §:ssä.

2. Säteilyaltistusta ja radioaktiivisten aineiden päästöjä on rajoitettava laitoksen tila- ja sijoitussuunnittelulla, materiaalivalinnoilla, laitoksen käytön ja käytöstäpoiston työtapojen suunnittelulla sekä järjestelmien, rakenteiden, laitteiden, erityisten säteilysuojien sekä työntekijöiden varusteiden avulla.

Määräyksen STUK Y/4/2018 9 §:ään liittyvät yksityiskohtaiset vaatimukset esitetään ohjeissa YVL B.1, YVL C.1, YVL C.2, YVL C.3, YVL C.4, YVL C.6 ja YVL C.7.

Työntekijöiden säteilyaltistuksen rajoittaminen

Säteilyaltistuksen suhteen ydinlaitoksilla on noudatettava ydinenergialain 2 a § nojalla säteilysuojelun yleisiä periaatteita (säteilylaki 5 § - 7 §). Näihin kuuluu optimoinnin osalta ns. ALARA-periaate (As Low As Reasonably Achievable). Posivalla on ALARA-toimenpideohjelma, jossa on kuvattu kapselointi- ja loppusijoituslaitoksilla noudatettavat säteilysuojelun pääperiaatteet ja tavoitteet säteilyannosten alentamiseksi. Posivan toimenpideohjelmaan on asetettu tavoitteeksi, ettei kukaan Posivalla työskentelevä altistu yli 5 millisievertin (mSv) säteilyannokselle vuodessa ja ettei sisäisestä kontaminaatiosta aiheudu kirjausrajan (0,1 mSv) ylittäviä annoksia. Posivan tavoite käytön alussa on, että kollektiivinen vuosiannos jää alle 13 manmSv.

Laitoksen suunnittelu

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen huonetiloissa esiintyy paikoin suuria säteilyn annosnopeuksia niissä käsiteltävän käytetyn ydinpolttoaineen takia. Säteilytasot ovat niin suuria, että polttoaineen käsittelytoimet ovat niin käsittelykammiossa kuin pääosin muissakin laitostiloissa etäohjattavia. Lisäksi ohjaustoimet suoritetaan säteilyn vaimenemisen kannalta riittäviksi mitoitettujen rakenteiden takaa. Säteilysuojausten riittävyys on osoitettu analyysein. Henkilökulkua korkean annosnopeuden tiloihin rajoitetaan vaatimusten mukaisesti.

Ydinpolttoaineen käsittelytiloissa ei ole eikä niihin muodostu onnettomuustilanteissakaan korkeita paineita tai lämpötiloja mahdollisia tulipalotilanteita lukuun ottamatta. Tämä rajoittaa radioaktiivisten aineiden päästön todennäköisyyttä laitostiloihin tai ympäristöön. Myös polttoaine-elementtien vaurioitumisen mahdollisuus vakavassa tulipalossa on pieni, koska palokuormat ovat rajalliset. Lisäksi kapselointi- ja loppusijoituslaitoksella kerrallaan käsiteltävänä oleva polttoainemäärä on suhteellisen vähäinen, mikä osaltaan pienentää työntekijöiden ja ympäristön asukkaiden potentiaalista säteilyaltistusta sekä ympäristön kannalta merkittävän päästön mahdollisuutta.

Kapselointilaitoksen mahdollisesti kontaminoituvat huonetilat sekä järjestelmät, rakenteet ja laitteet on tunnistettu ja niiden suunnittelussa on huomioitu mahdollinen tarve niiden dekontaminoinnille. Polttoaineen käsittelykammion pinnoille kertyneen radioaktiivisen kiintoaineksen osalta oletetaan, että siitä saadaan siirrettyä hyvin suuri osa loppusijoituskapseliin imuroimalla sekä harjaamalla. Muissa valvonta-alueen tiloissa oletetaan, että suurin osa mahdollisesta pintakontaminaation aktiivisuudesta päätyy kiinteään jätteeseen ja lopun aktiivisuuden päätyvän nestemäisenä jätteenä viemäröintijärjestelmään.

Valvonta- ja tarkkailualue

Kapselointi- ja loppusijoituslaitos on jaettu valvonta-alueeseen, tarkkailualueeseen ja valvomattomaan alueeseen. Loppusijoituslaitoksen tunneleihin ja kapselin siirtoreitille muodostetaan lisäksi suljettu aktiivisen siirron alue kapselin kuljetuksen ajaksi. Posiva on luokitellut aktiivisen siirron alueen tarkkailualueeksi.

Kapselointilaitoksen rakentamisen valmistumisen jälkeen Posiva teki muutoksia kapselointilaitoksen valvonta-alueeseen ja sen rajapintoihin. Muutosten seurauksena valvonta-alue pieneni, ja samalla korjattiin laitoksen suunnittelussa havaittuja puutteita. Kuljetussäilön vastaanottotilan viemäröintiin liittyvät poikkeamat on arvioitu STUKissa ja todettu, etteivät ne vaaranna työntekijöiden tai ympäristön säteilyturvallisuutta.

Posiva rajoittaa lukituskäytännöin pääsyä valvonta-alueen tiloihin, joissa ulkoinen annosnopeus on yli 25 µSv/h.

Valvonta-alueet on jaettu neljään vyöhykkeeseen kontaminaation ja ulkoisen annosnopeuden mukaan. Ohjeen YVL C.2 vaatimuksessa 511 edellytetyn kolmen (vihreä, oranssi, punainen) vyöhykkeen lisäksi Posiva käyttää tiloissa, joissa ulkoinen annosnopeus on yli 30 mSv/h, vyöhykeluokitusta ”PP”, jonka tunnusväri on violetti.

Valvonta-alueilla tehdään säännöllistä seurantaa, jolla varmistetaan, että huonetiloissa esiintyvät annosnopeudet ja kontaminaatiotasot pysyvät työntekijöiden säteilysuojelun kannalta vaatimustenmukaisena. Loppusijoituslaitoksen tiloissa ei oleteta esiintyvän kontaminaatiota, sillä sinne viedään vain kontaminaatiosta puhtaita kapseleita, joiden rikkoutumista laitosten käyttöaikana ei pidetä todennäköisenä. Tästä huolimatta loppusijoituslaitoksen tiloissa tehdään varmentavia kontaminaatiomittauksia säännöllisesti.

Kontaminaation leviäminen valvonta-alueen ulkopuolelle estetään valvonta-alueen rajalla suoritettavilla kontaminaatiomittauksilla.

Materiaalivalinnat

Posiva on analysoinut kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen betoni- ja teräsrakenteissa tapahtuvaa neutroniaktivoitumista. Analyysien perusteella neutroniaktivoitumisella ei ole merkittävää vaikutusta henkilöstön säteilyturvallisuuteen, mutta sillä voi olla vaikutusta käytöstäpoiston aikana muodostuviin jätemääriin.

Työlupakäytännöt

Posivan ydinlaitoksilla on käytössä työlupakäytännöt, joiden perusteella laaditaan myös töissä tarvittavat säteilytyöluvat ja -ohjeet. Laaditut säteilytyöluvat tai -ohjeet ovat osa työmääräintä.

Työntekijöiden varusteet

Kapselointilaitoksella käytetään ohjeen YVL C.2 vaatimuksen 518 mukaista suojavaatetusta. Käytännössä tämä tarkoittaa suojahaalaria ja valvonta-alueen turvakenkiä. Lisäksi pakollisiin varusteisiin kuuluu suojalasit niskalenkillä, valvonta-alueen kypärä leukahihnalla sekä TL-dosimetri että elektroninen dosimetri.

Loppusijoituslaitoksen valvonta-alueella käytetään tavanomaisia kaivokseen soveltuvia turvasuojavaatteita ja jalkineita. Loppusijoituslaitoksen valvonta-alueella, sekä aktiivisen siirron reitillä käytetään TL-dosimetrejä sekä elektronisia dosimetrejä. Loppusijoituslaitoksen valvonta-alueella ja aktiivisen siirron aikaisella reitillä käytettäviin suojavarusteisiin liittyvät poikkeamat ohjeen YVL C.2 vaatimuksista on hyväksytty päätöksellä STUK 1/H41302/2024, 3.6.2024.

Lisäksi Posivalla on käytössä työkohtaisesti määriteltyjä suojavarusteita esim. käsineitä, kengänsuojia, lisähaalareita sekä hengityssuojaimia.

Radioaktiivisten aineiden päästöt

Radioaktiivisten aineiden päästöjen valvontaan käytettävät järjestelmät ja menetelmät sekä väestöä edustavan henkilön valintaa on käsitelty turvallisuusarviossa määräyksen 28 §:n yhteydessä.

Turvallisuusselosteessa esitetyt annoslaskennat on tehty ohjeen YVL C.4 vaatimusten mukaisesti. STUK katsoo, että laskennat on tehty perustellusti käyttäen riittäviä lähtötietoja. Annoslaskennoissa käytetyt parametrit ja lähtötiedot ovat konservatiivisia. Säteilyannoksen määrityksessä on otettu huomioon päästöpilvestä ja laskeumasta tuleva suora säteily sekä hengityksen ja ravinnon mukana elimistöön joutuvat radioaktiiviset aineet.

Normaali käyttö

Käytetyn ydinpolttoaineen käsittely voi aiheuttaa radioaktiivisten aineiden ilmapäästöjä ympäristöön, jos polttoainesauvan suojakuori vaurioituu joko kuljetuksessa tai siirrossa kapselointilaitokselle, tai kapselointiprosessin aikana. Käytön aikaisten päästöjen osalta Posiva on arvioinut, että kapselointilaitoksen normaalissa toiminnassa vain muutaman polttoainesauvan on arvioitu menettävän tiiveytensä. Niistä vapautuneesta radioaktiivisista aineista pieni osa päätyy ympäristöön ilmapäästönä, jonka aiheuttama säteilyannos on hyvin pieni, murto-osa normaalikäytölle asetetusta vuosiannoksen rajoituksesta. Kapselointilaitoksen suunnittelussa tähän on varauduttu toteuttamalla erittäin tehokas mekaaninen hiukkassuodatus (HEPA-suodatus) poistoilmapiippuun. Lisäksi käsittelykammiossa kiertävää ilmaa suodatetaan erillisten HEPA-suodattimien kautta ennen kuin ilma ohjataan poistoilmapiippuun. Poistoilmapiipun säteilymittauksille on asetettu matalat

hälytysrajat, jotka varmistavat sen, että jos piippuun päätyy raja-arvot ylittäviä määriä radioaktiivisia aineita, laitos eristetään ja päästön suuruutta ympäristöön pystytään näin rajoittamaan.

Posivan turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa (TTKE) on määritelty radioaktiivisten aineiden päästörajat Posivan ydinlaitoksilta tapahtuville radioaktiivisille ilma- ja vesipäästöille. Posivan tarkoituksena on kuljettaa kaikki ydinlaitoksissaan syntyvät radioaktiiviset nestemäiset jätteet käsiteltäviksi Olkiluodon ydinvoimalaitoksille. Näin ollen Posivan ydinlaitoksilta ei lähtökohtaisesti pitäisi aiheutua radioaktiivisten aineiden päästöjä vesiympäristöön. Posiva on kuitenkin toteuttanut ydinlaitoksilleen ratkaisut, joiden avulla mahdolliset päästöt vesiympäristöön voidaan tarvittaessa johtaa niin, että ne täyttävät radioaktiivisten aineiden päästöjen seurantaa koskevat vaatimukset. Posiva valvoo käsiteltäviksi kuljetettavien valvonta-alueen vesien aktiivisuutta.

TTKE:n päästörajojen mukaiset radioaktiivisten aineiden päästöt aiheuttavat laskennallisesti väestön edustavalle henkilölle alle 1 µSv:n säteilyannoksen. Tämä alittaa selvästi ydinenergia-asetuksen (161/1988) 22 § d:ssä määritellyn 10 µSv:n vuosiannoksen rajoituksen. Lisäksi Posiva on asettanut ohjepäästörajat (OPR) jalokaasupäästöille sekä vesipäästöille ohjeen YVL C.3 vaatimusten mukaisesti. Näiden lisäksi Posiva on asettanut ohjeen YVL C.3 mukaiset radioaktiivisten aineiden päästöjen tavoitearvot, jotka luvanhaltija pyrkii alittamaan.

Posivan ydinlaitosten normaalikäytöstä ei odoteta aiheutuvan radioaktiivisten aineiden päästöjä, joiden seurauksena ydinenergia-asetuksessa määrätty vuotuisen säteilyaltistuksen rajoitus 0,01 mSv ylittyisi.

Käyttöhäiriöt ja onnettomuustilanteet

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen normaaleista käyttötilanteista poikkeavia, mahdollisesti radioaktiivisten aineiden hallintaan vaikuttavia tapahtumia on käsitelty kattavasti turvallisuusselosteessa. Käytetyn ydinpolttoaineen käsittelyn osalta tarkastelu alkaa ajallisesti siitä, kun kuljetus- tai siirtosäiliö otetaan vastaan kapselointilaitoksella ja loppuu, kun loppusijoitusreikään asennettu kapseli on peitetty bentoniittilohkoilla. Matala- ja keskiaktiivisen jätteen osalta on lisäksi arvioitu tilanteita, kun jätteitä lähdetään kuljettamaan Olkiluodon voimalaitokselle käsiteltäviksi. Tunnistettuihin tapahtumiin kuuluu myös tilanteita, joissa radioaktiivisten aineiden vapautumista ei Posivan arvion perusteella oleteta tapahtuvan. Näiden tilanteiden osalta päästöttömyys on perusteltu. Lisäksi päästöanalyyseissa on tunnistettu mitoittavien tapahtumien variaatioita, joita on tarkasteltu erillisinä herkkyysanalyyseina.

Turvallisuusselosteen tapahtumakuvauksissa esitellään itse tapahtuma, kuvataan radioaktiivisten aineiden vapautumista ja kulkeutumista päästöksi ympäristöön sekä annetaan tiedot päästönuklideista ja ympäristön väestöä edustavan henkilön säteilyannoksista. Tapahtumakuvaukset keskittyvät akuutin käyttöhäiriö- tai onnettomuustilanteen kuvailuun. Päästöjen arvioinnissa on tyypillisesti käytetty konservatiivista oletusta, että tapahtuman suoraan aiheuttama radioaktiivisuuden vapautuminen tapahtuu välittömästi. Posivan analyysien perusteella työntekijöiden ja ympäristön asukkaiden sekä ympäristön kannalta merkittäviä ympäristöpäästöjä voi

syntyä ainoastaan polttoainevaurioiden yhteydessä tilanteissa, joissa ilmastoinnin suodatus ei toimi.

Polttoaine-elementeillä täytetyn kuljetus- tai siirtosäiliön tai loppusijoituskapselin putoamisen tai kaatumisen tyyppisiä onnettomuustilanteita on tarkasteltu luokan 2 oletettuina onnettomuuksina (DBC 4) sekä oletettujen onnettomuuksien laajennuksina. Vaikka analyyseissa on tyypillisesti tehty hyvin konservatiiviseksi katsottava oletus kuljetus- tai siirtosäiliön tai kapselin suojaamien kaikkien polttoainesauvojen vaurioitumisesta, arvioidut säteilyannokset jäävät tällöinkin kaikissa tapauksissa alle annosrajoituksen. Valmiustoimintaa mitoittavia analyyseja voidaan pitää luokan DEC B herkkyystapauksina ja niissäkin säteilyannokset jäävät tämän tapahtumaluokan annosrajoituksen alapuolelle 500 m etäisyyden jälkeen kapselointilaitoksesta.

Alla on esitetty Posivan turvallisuusselosteen analyysien perusteella käyttöhäiriö- ja onnettomuustilanteiden mitoittavat tapaukset tapahtumaluokittain. Analyysien säteilyannokset on laskettu väestöä edustavalle henkilölle:

- Odotettavissa oleva käyttöhäiriö (DBC 2); vuosiannoksen rajoitus 0,1 mSv
  - Kuljetus- tai siirtosäiliön paineentasausputkien kytkentävirhe; 1,37 x 10^{-6} mSv
- Luokan 1 oletettu onnettomuus (DBC 3); vuosiannoksen rajoitus 1 mSv
  - Polttoaine-elementin putoaminen, 1 elementti vaurioituu; 3,55 x 10^{-4} mSv
- Luokan 2 oletettu onnettomuus (DBC 4); vuosiannoksen rajoitus 20 mSv
  - Kuljetus- tai siirtosäiliön putoaminen kuljetussäiliön siirtokäytävälle ja sähkönmenetys; 3,13 mSv
- Oletetun onnettomuuden laajennus (DEC B): vuosiannoksen rajoitus 20 mSv
  - Kuljetussäiliön säteilysuojakannen putoaminen kuljetussäiliöön ja virheellinen suodatuksen alkutila; 3,58 mSv.

Posivan ydinlaitosten kapselointi- ja loppusijoitusprosessien luonteen ja kerralla käsiteltävien käytettyjen ydinpolttoaine-elementtien määrän takia kerralla potentiaalisesti vapautuvien radioaktiivisten aineiden määrät ovat selvästi pienempiä kuin ydinvoimalaitosten onnettomuuksissa. Analyyseissä ei ole tunnistettu tilanteita, joista voisi aiheutua ohjeessa YVL A.7 määritelty suuri päästö, eli päästö, jossa ympäristöön vapautuva Cs-137-aktiivisuus on suuruudeltaan vähintään 10^{14} Bq. Suurimmillaan onnettomuustapausten analyyseissä on arvioitu vapautuvan Cs-137-aktiivisuutta noin 10^{12} Bq suuruudelta, mutta tällöinkin kyseessä on konservatiivista luokan DEC B analyysiä täydentävä herkkyystarkastelu.

Arvioidut säteilyannokset alittavat selvästi ydinenergia-asetuksen (161/1988) 22 a–d §:ssä säädetyt normaalikäyttöä, käyttöhäiriöitä ja erilaisia oletettuja onnettomuuksia koskevat annosrajoitukset.

Säteilytoimintaa koskevat luokitukset

Posiva on esittänyt ydinenergian käytön säteilyaltistusta koskevat luokitukset lopullisen turvallisuusselosteen luvussa 8. Posiva on esittänyt, että työperäisen altistuksen osalta normaalit käyttötilanteet asettaisivat toiminnan luokkaan 2, mutta potentiaalinen altistus käyttöhäiriöistä ja onnettomuuksista nostaa toiminnan luokkaan 1.

Väestön altistuksen osalta Posiva on esittänyt, että normaalit käyttötilanteet asettaisivat toiminnan luokkaan E, mutta potentiaalinen altistus käyttöhäiriöistä ja onnettomuuksista nostaa toiminnan luokkaan 1.

STUK toteaa, että väestön säteilyaltistuksen osalta normaalit käyttötilanteet asettavat toiminnan luokkaan 3, sillä kapselointi- ja loppusijoituslaitokselta on odotettavissa radioaktiivisten aineiden päästöjä, vaikka niistä väestölle aiheutuvat säteilyannokset jäänevät todennäköisesti hyvin pieniksi. Muilta osin luokitukset on tehty säteilylain (859/2018) 27 §:n ja valtioneuvoston asetuksen (1034/2018) mukaisesti.

Johtopäätös (9 §)

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että arvioidut radioaktiivisten aineiden päästöt ja säteilyannokset alittavat selvästi ydinenergia-asetuksen (161/1988) 22 a–d §:ssä säädetyt normaalikäyttöä, käyttöhäiriöitä ja erilaisia oletettuja onnettomuuksia koskevat annosrajoitukset.

STUK toteaa, että Posivan ydinlaitosten työntekijöiden säteilysuojelu ja annosvalvonta toteutetaan määräyksen STUK Y/4/2018 9 §:ssä tarkoitetulla tavalla.

3.2 10 § Loppusijoituksen sulkemisen jälkeisenä ajanjaksona aiheuttama säteilyaltistus

1. Ydinjätteen loppusijoituksen pitkäaikaisen säteilyaltistuksen annosrajoituksista ja päästöjen raja-arvoista odotettavissa oleville kehityskuluille säädetään ydinenergia-asetuksessa (161/1988). Ydinjätteen loppusijoitus on suunniteltava ja toteutettava siten, että odotettavissa olevien kehityskulkujen seurauksena ydinjätteistä aiheutuva säteilyaltistus ja päästöt eivät ylitä ydinenergia-asetuksen mukaisia annosrajoituksia ja päästöjen raja-arvoja.

Ydinenergia-asetuksen 22 d §:n 3 ja 4 momentissa määritellään hyväksyttävät altistustasot tulevien sukupolvien suojelemiseksi. Eniten altistuville ihmisille altistusrajoituksen on jäätävä alle 0,1 mSv/a ensimmäisten tuhansien vuosien aikana, ja sen jälkeen tarkastelut tehdään STUKin vahvistamia radionuklidikohtaisia päästöjen keskiarvoja vasten. Ydinenergia-asetuksen 22 d §:n 4 momentin mukaiset päästöjen keskiarvojen enimmäisarvot on annettu ohjeessa YVL D.5.

Posiva on laatinut turvallisuustoimintoihin sekä toimintakykytavoitteisiin perustuen skenaarioanalyysin, josta on johdettu laskentatapaukset. Eri vapautumisesteiden vikaantumisten määriä on arvioitu vika- ja vaikutusanalyysin (FMEA) avulla. Posiva on luokitellut laskentatapauksensa perusskenaarioon, muunnelmaskenaarioihin sekä häiriöskenaarioihin perustuen. Posivan perusskenaarion lähtökohtana on, että kaikki turvallisuustoiminnot täyttyvät koko analyysiajan. Muunnelmaskenaarioissa on arvioitu turvallisuustoimintojen suunniteltua heikompaa toimintaa. Häiriöskenaarioissa on arvioitu turvallisuustoimintojen merkittävästi heikompaa toimintaa. Häiriöskenaariot käsitellään määräyksen 11 §:ssä.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen turvallisuus perustuu Posivan suunnitelmissa jätteen pitkäaikaiseen eristämiseen pohjavesiympäristöstä. Matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoituksen turvallisuus perustuu radionuklidien hitaaseen vapautumiseen jätepakkauksista. Siksi matala- ja keskiaktiivinen jäte aiheuttaa

Posivan turvallisuusperustelussa suurimmat päästöt sulkemisen jälkeisellä ajanjaksolla, jolla arvioidaan säteilyannoksia. Käytetystä ydinpolttoaineesta aiheutuu Posivan analyyseissä päästöjä aikaisintaan seuraavan jääkauden aikana, jonka Posiva arvioi tapahtuvaksi noin 60 000 vuoden kuluttua.

Herkkyystarkastelutapauksina on laskettu myös aikaisemmin hajoavista kapseleista aiheutuvia päästöjä. Posiva ei ole sisällyttänyt maanpintaympäristön kehittymistä skenaarionmuodostukseen. Ilmastonkehityksen osalta Posiva on valinnut kaksi kehityskulkua ilmastolle, joissa jääkausi/jääkaudet ja niistä mahdollisesti aiheutuvat päästöt ajoittuvat ilmastonmuutoksen takia kauas tulevaisuuteen. Jääkausien myöhäinen esiintyminen vaikuttaa analyysien tuloksiin ja altistuksen tasoon radioaktiivisuuden vähentyessä ajan kuluessa.

Posiva on tehnyt skenaarioanalyysiin perustuen laajan joukon laskentoja, joiden tulokset alittavat annos- ja päästörajoitukset.

Posivan perusskenaarion (Posivan skenaarioluokka A) tulokset matala- ja keskiaktiivisesta jätteestä vapautuville radionuklideille alittavat altistusrajoitukset useilla kertaluokilla.

Käytetyn ydinpolttoaineen osalta Posiva on arvioinut

- kapselin vioittumisia ulkoisten kuormitusten seurauksena (luokka B.1)
- kapselin vioittumista kalliosiirrosten seurauksena (luokka B.2)
- kapselin vioittumista korroosion seurauksena (luokka C).

Tarkasteluissa, joissa kapselien oletetaan vaurioituvan ulkoisten kuormitusten seurauksena, arvioidut radionuklidipäästöt ovat noin kahdesta kolmeen kertaluokkaa päästörajoja pienempiä. Kalliosiirroksia koskevissa tarkasteluissa arvioidut päästöt riippuvat merkittävästi oletetusta vikaantuneiden kapselien määrästä, mutta useimmissa analysoiduissa tapauksissa päästöt jäävät noin 2–3 kertaluokkaa päästörajojen alapuolelle. Tarkasteluissa, joissa kapselien oletetaan vaurioituvan korroosion seurauksena, arvioidut päästöt ovat 1–2 kertaluokkaa päästörajoja pienempiä.

Posivan laskentatapauksissa vuosipäästörajoitukset alittuvat 10 000 vuotta myöhemmällä ajanjaksolla. Osassa tapauksia on pitkäaikaisturvallisuuden arviointia täydennetty vuosiannoslaskennoilla yksinkertaistettuja ympäristöaltistusanalyyseja soveltaen, näiden analyysien tulokset ovat lähellä tasoa 0,1 mSv/a. Samojen laskentatapausten vuosipäästörajoihin vertautuvat tulokset ovat merkittävästi rajoituksia pienempiä. Altistuslaskennan menettelyitä on kehitettävä seuraavassa turvallisuusperustelussa, jotta tulokset olisivat johdonmukaisia kaikilla aikajaksoilla.

STUK sekä STUKin käyttämät ulkopuoliset asiantuntijat tekivät vertailevia analyysejä toistamalla Posivan laskentatapauksia sekä laatimalla omia skenaarioita ja niihin pohjautuvia laskentatapauksia. Lisäksi on suoritettu riippumattomia ”entä jos”-tyyppisiä täydentäviä laskelmia. STUKin ja sen käyttämien ulkopuolisten asiantuntijoiden laatimien toistoanalyysien tulokset olivat lähellä Posivan raportoimia tuloksia arvioiduille tapauksille. STUKin omien skenaarioiden ja lisätarkasteluiden tulokset olivat myös samansuuntaisia kuin Posivan tulokset.

Johtopäätös (10 §)

Turvallisuusperustelussa esitettyjen skenaarioiden mukaisten laskentatapausten tulokset alittavat kussakin tapauksessa sovellettavat altistus- ja päästörajoitukset. STUKin tarkastuksessa toistettiin Posivan laskentatapauksia ja arvioitiin omia skenaarioita sekä tehtiin täydentäviä laskennallisia tarkasteluita. Skenaarioanalyysiä käsitellään yksityiskohtaisemmin luvussa 8.

Posivan turvallisuusperustelun tulokset täyttävät määräyksen STUK Y/4/2018 10 §:n vaatimukset. STUK on kuitenkin edellä esittänyt havaintoja, jotka on huomioitava turvallisuusperustelun seuraavassa päivityksessä.

3.3 11 § Harvinaisten tapahtumien huomioon ottaminen loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuutta arvioitaessa

1. Pitkäaikaisturvallisuutta heikentävien harvinaisten tapahtumien todennäköisyyksiä ja vaikutuksia loppusijoitusjärjestelmään ja loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuteen on arvioitava. Niistä aiheutuvia säteilyaltistuksia on arvioitava mahdollisuuksien mukaan. Merkittävää säteilyaltistusta aiheuttavien tapahtumien todennäköisyyden on oltava erittäin pieni ja sen aiheuttaman radioaktiivisten aineiden päästön laaja-alaisten vaikutusten on oltava pienet.

2. Ihmisen tahattomasta tunkeutumisesta loppusijoitustiloihin niiden sulkemisen jälkeisenä ajanjaksona aiheutuvaa säteilyaltistusta on arvioitava.

Ohje YVL D.5 edellyttää, että harvinaisina tapahtumina käsitellään ainakin loppusijoituskapselien eheyttä uhkaavia kallioliikuntoja sekä ihmisen toimintaa, kuten porakaivon tekemistä loppusijoituspaikalle ja loppusijoitettuun jätepakkaukseen osuvaa kairausta tai porausta. Posiva on tarkastellut ohjeen YVL D.5 edellyttämiä harvinaisia tapahtumia turvallisuusperustelussa ja sen tausta-aineistossa. Posiva on kytkenyt harvinaisten tapahtumien käsittelyn turvallisuusperustelussa kallioliikuntojen osalta skenaarioihin ja niihin perustuviin laskentatapauksiin. Vakavin Posivan arvioima tapaus käsittelee 34 kapselin yhtäaikaista hajoamista ajanhetkellä 68 000 vuotta sulkemisen jälkeen. Tapauksessa on oletettu hajoavien kapselien lisäksi myös puskurin vaurioituminen ja lisääntynyt pohjaveden virtaus kallioperässä. Se tuottaa enimmillään päästön, joka on lähellä perus- ja muunnelmaskenaarioiden YEA 22d § 4. mom mukaisesti asetettuja vuosipäästörajoituksia.

Ihmisten tunkeutumiseen liittyvät analyysit on käsitelty turvallisuusperustelun ulkopuolella, eivätkä ne ole mukana Posivan skenaarioanalyysissä. Tapauksina on tarkasteltu erilaisia kairauksia loppusijoituspaikalla sekä vesivoiman hyödyntämistä. Käsittely on laajempi kuin rakentamislupahakemuksen turvallisuusperustelussa. Kairaustapauksista aiheutuvat altistukset voivat olla suuria ja terveydelle vaarallisia, jos kairauksen suorittajilla ei ole kykyä havaita säteilyä.

Johtopäätös (11 §)

Posiva on tarkastellut ohjeen YVL D.5 edellyttämiä harvinaisia tapahtumia turvallisuusperustelussa ja sen tausta-aineistossa. Pitkäaikaisturvallisuutta heikentävistä tapahtumista aiheutuvia kehityskulkuja on käsitelty osin osana skenaarioanalyysiä ja osin skenaarioanalyysin ulkopuolella tausta-aineistoissa.

Posivan analyysitulokset kallioliikuntojen osalta ovat hyväksyttävällä tasolla. Skenaarioanalyysin laajuutta koskevat havainnot (8 luku) ovat huomioitavia myös harvinaisten tapahtumien osalta. Ihmisten toiminnan seurauksista saattaa aiheutua merkittäviä yksittäisiä altistumisia, mutta vaikutukset jäävät paikallisiksi.

Posiva on verrannut harvinaisten tapahtumien analyysien tuloksia hyväksymiskriteeriin, joka ei suoranaisesti sovellu harvinaisten tapahtumien tai tapahtumayhdistelmien arviointiin. Seuraavassa turvallisuusperustelussa on kehitettävä raportointia siten, että on selvempää, mitkä tapaukset kuuluvat määräyksen STUK Y/4/2018 10 §:n ja mitkä 11 §:n mukaisiin tapauksiin.

Posivan turvallisuusperustelun tulokset täyttävät määräyksen STUK Y/4/2018 11 §:n vaatimukset. Harvinaisten tapahtumien käsittelyä on edelleen kehitettävä seuraavassa turvallisuusperustelussa.

4 Ydinturvallisuus, STUK Y/4/2018, 4 luku

4.1 12 § Ydinlaitoksen sijaintipaikka

1. Ydinlaitoksen sijaintipaikan valinnassa on otettava huomioon paikallisten olosuhteiden vaikutus käyttöturvallisuuteen sekä turva- ja valmiusjärjestelyjen toteuttamismahdollisuudet. Sijaintipaikan on oltava sellainen, että laitoksen käytöstä ympäristölle aiheutuvat haitat ja uhat ovat hyvin pienet.

Ydinenergialain 19 §:ssä todetaan ydinlaitoksen sijaintipaikasta, että sen tulee olla *suunnitellun toiminnan turvallisuuden kannalta tarkoituksenmukainen ja ympäristönsuojelu tulee ottaa asianmukaisesti huomioon toiminnan suunnittelussa*

Ydinlaitoksen sijaintipaikkaan liittyviä vaatimuksia annetaan erityisesti ohjeissa YVL A.1, A.2, A.3, A.7, A.11, B.1, B.7, C.3, C.4 ja C.5. Lisäksi loppusijoitustiloihin liittyviä vaatimuksia esitetään ohjeissa YVL D.5 ja D.7. Käsitteet voimalaitosalue, suojavyöhyke ja varautumisalue on määritelty määräyksessä STUK Y/2/2024.

Posivan ydinjätteen kapselointi- ja loppusijoituslaitokset on rakennettu Olkiluodon saarelle, joka sijaitsee Eurajoen kunnassa noin 13 kilometriä pohjoiseen Raumalta ja noin 34 kilometriä Porista lounaaseen. Olkiluoto on saari, jonka erottaa mantereesta pieni salmi. Kapselointilaitos on sijoitettu saaren Posivan ydinlaitosalueelle. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitos sijaitsee noin 430 m syvyydellä saaren keskiosissa. Noin kahden kilometrin etäisyydellä Posivan ydinlaitoksista toimii TVO:n kolme ydinvoimalaitosyksikköä (OL1, OL2 ja OL3). Lisäksi alueella on käytetyn ydinpolttoaineen välivarasto (KPA-varasto) sekä matala ja keskiaktiivisen voimalaitosjätteen välivarasto, loppusijoitustila (VLJ-luola) ja alueelle rakennetaan hyvin matala-aktiivisten ydinjätteiden maaperäloppusijoitustila.

Ydinjätelaitosten sijaintipaikan tutkimukset alkoivat jo 1980–1990-lukujen taitteessa. Tätä varten oli perustettu ensin TVO:n ja Imatran Voiman (IVO) yhteistyöelin Voimayhtiöiden ydinjätetoimikunta, joka aloitti käytetyn polttoaineen loppusijoituspaikan etsimisen koko maan kattavilla alustavilla sijoituspaikkatutkimuksilla. Lukuisista alustavista vaihtoehdoista neljä paikkaa (Eurajoen Olkiluoto, Hyrynsalmen Veitsivaara, Äänekosken Kivetty ja Kuhmon Romuvaara) valikoitui varsinaisiin sijaintipaikan karakterisointitutkimuksiin. Myöhemmin myös Loviisan Hästholmen palautettiin tutkittavaksi vaihtoehdoksi. Ydinjätetoimikunnan tilalle perustettiin voimayhtiöiden yhdessä omistama Posiva vuonna 1995, joka jatkoi sijaintipaikkatutkimuksia. Vuonna 2000 käytetyn polttoaineen loppusijoituspaikaksi valikoitui Olkiluoto. Valinnassa vaikutti sijaintipaikan ominaisuuksien lisäksi myös kuljetusmahdollisuudet ja esimerkiksi valmiusjärjestelyt. Posivan ydinlaitosten läheinen sijainti TVO:n Olkiluodon ydinvoimalaitosyksiköiden kanssa mahdollistaa TVO:n ja Posivan valmius- ja turvaorganisaatioiden yhteistoiminnan. Olemassa olevien tietojen ja analyysien perusteella sijaintipaikan voidaan todeta olevan sellainen, että Posivan ydinlaitosten käytöstä aiheutuvat säteilyturvallisuusriskit ympäristölle ja väestölle ovat hyvin pienet.

Posivan ydinlaitosten sijaintipaikan geologisia ja seismologisia ominaisuuksia on selvitetty toiminnassa olevien laitosyksiköiden sekä ydinjätteiden

loppusijoituslaitosten suunnittelun yhteydessä. Kallioperältään koko Olkiluodon alue on kovaa ja vakaata, kiteistä kalliota. Kallion päällä olevat maaperäkerrokset ovat yleisesti ottaen ohuita. Tehtyjen seismisten tutkimusten ja myös koko Fennoskandian kilven alueelta tallennettujen maanjäristyshavaintojen (FENCAT) perusteella voidaan todeta, että riski merkittävälle maanjäristykselle Olkiluodossa Posivan laitosten suunnitellun noin 120 vuoden käyttöiän aikana on hyvin alhainen. Sijaintipaikan soveltuvuutta kallioperäloppusijoitukseen on lisäksi käsitelty luvussa 7.2.

Posivan ydinlaitosten sijaintipaikan ja sen ympäristön olosuhteita on käsitelty yksityiskohtaisesti lopullisen turvallisuusselosteen luvussa ”FSAR-Y3 Laitospaikka”. Turvallisuusselosteessa kuvataan muun muassa Olkiluodon alueen maantiedettä, geologiaa, seismologiaa, hydrologiaa, meteorologiaa ja ekologiaa. Siinä esitetään myös turvallisuustoimintojen hallinta sekä arvio paikan soveltuvuudesta, laitospaikan ominaisuuksien seuranta- ja tarkkailuohjelma sekä sijoituspaikan suunnitteluperusteet.

Posivan ydinlaitokset sijaitsevat Olkiluodon Magnuksenmaalla, noin kahden kilometrin päässä TVO:n ydinvoimalaitoksista. Posiva on vuokrannut alueet käyttöönsä TVO:lta, mutta voimassa olevan vuokrasopimuksen perusteella Posivalla on alueen haltijana oikeus määrätä kaikesta laitosalueellaan tapahtuvasta toiminnasta.

Rakentamisluvan myöntämisen jälkeen väestömäärissä Olkiluodon saarella tai Olkiluodon ydinlaitoksille määritetyllä noin 5 kilometrin suojavyöhykkeellä ei ole tapahtunut merkittäviä muutoksia.

Olkiluodon läheisyydessä ei ole merkittäviä teollisuuslaitoksia, varastoja, kuljetusreittejä tai muuta toimintaa, joka saattaisi aiheuttaa vaaratilanteen ydinlaitoksilla. Olkiluodon saaren pohjoisrannalla sijaitsee TVO:n omistamalla maalla telakka ja satama. Lähin vilkkaasti liikennöity satama on Rauman syväsatama. Laitoksen välittömässä läheisyydessä ei kulje väyliä, joilla tehdään suuria öljykuljetuksia tai muita vaarallisten aineiden kuljetuksia. Rauman ja Kokemäen välinen rautatie kulkee lähimmillään 12 kilometrin päässä Posivan ydinlaitoksista. Valtatie 8 on noin 14 kilometrin etäisyydellä. Lähin lentokenttä on Porissa noin 32 kilometrin päässä Olkiluodosta ja lähimmät lentoreitit kulkevat noin 10 kilometrin päässä Posivan ydinlaitoksista.

Voimalaitosalueen läheisyydessä Olkiluodossa harjoitetaan vain pienimuotoista peltoviljelyä. Lähivesillä harjoitetaan virkistyskalastusta. Olkiluodon lähialueen yhtenäisimmät viljelysmaat ovat keskittyneet 20–40 kilometriä voimalaitoksesta itään ja 25–35 kilometriä laitoksesta koilliseen. Noin 10 kilometrin etäisyydellä Olkiluodosta toimii kolme maitotilaa ja alle 40 kilometrin etäisyydellä yhteensä noin 10 maitotilaa. Tuotettu maito toimitetaan Ulvilaan Osuuskunta Satamaidon meijeriin. STUK mittaa ja raportoi vuosittain Olkiluodon lähialueen maitotilojen tuottaman maidon radioaktiivisuutta. Noin 10 kilometrin etäisyydellä Olkiluodosta toimii muutama kauppapuutarha, jotka toimittavat vihanneksia lähinnä Rauman alueelle.

Olkiluodon energiahuollon alueen välittömään läheisyyteen sijoittuu Natura-alueita sekä Olkiluodon saarella että sen edustan merialueilla. Laki Selkämeren kansallispuistosta (326/2011) hyväksyttiin eduskunnassa 8.3.2011 lakiehdotuksessa

esitetyllä aluerajauksella. Ympäristövaliokunta lisäsi lakiin pykälän 7 ”Ydinvoimalaitoksen jäähdytysveden johtaminen”, jonka mukaan ”Selkämeren kansallispuistossa voidaan rauhoitusmääräysten estämättä Metsähallituksen luvalla tehdä Olkiluodon ydinvoimalaitoksen jäähdytysveden kauko-oton ja -purun edellyttämiä toimenpiteitä”.

Olkiluodossa on voimassa oleva maakuntakaava, rantayleiskaava ja asemakaavat, joissa on osoitettu alueet ydinvoimalaitosten rakentamiselle. Ympäristöministeriön vuonna 2011 vahvistamaan Satakunnan maakuntakaavaan on merkitty noin 5 kilometrin etäisyydelle Olkiluodon voimalaitoksesta ulottuva suojavyöhyke, joka on hyväksytty myös Posivan ydinlaitoksille. Tästä lisää turvallisuusarvion luvussa 11.

Posivan ydinlaitokset sijaitsevat Teollisuuden Voima Oyj:n hallinnoimalla liikkumis- ja oleskelurajoitusalueella, jonka rajapinnan merkitsemisessä on huomioitu määräyksen STUK Y/3/2020 liitteen 1 vaatimukset. Olkiluodon saarella on järjestetty lukuisia viranomaisharjoituksia, joten ydinlaitosten sijainti on soveltuva myös viranomaisyhteistyön kannalta. STUKin arvion mukaan Posivan ydinlaitosten sijainti on turvajärjestelyjen näkökulmasta soveltuva. Turvajärjestelyt on kuvattu luvussa 10.

Posivan ydinlaitosten normaaliin käyttöön tai odotettavissa oleviin käyttöhäiriöihin liittyvät radioaktiivisten aineiden päästöt eivät Posivan turvallisuusselosteen analyysien perusteella aiheuta rajoituksia maankäytölle laitosalueen ulkopuolella. Aihetta käsitellään tarkemmin luvuissa 3.1 ja 6.6. Kapselointilaitoksen ympäristössä on varauduttu alueiden käyttöä ja väestön suojelua koskevin suunnitelmin myös hyvin epätodennäköisissä onnettomuustilanteissa. Ydinlaitos kuuluu pelastuslain (379/2011) 48 §:ssä mainittuihin erityistä vaaraa aiheuttaviin kohteisiin, joille pelastuslaitoksen tulee toiminnanharjoittajan kanssa yhteistyössä laatia ulkoinen pelastussuunnitelma.

Johtopäätös (12 §)

Posivan ydinlaitosten suojavyöhykkeeksi ja varautumisalueeksi on määritetty TVO:n ydinlaitoksille voimassa olevat suojavyöhyke ja varautumisalue. Tätä on käsitelty tarkemmin turvallisuusarvion luvussa 11.

STUK toteaa, että Posivan sijaintipaikka täyttää määräyksen STUK Y/4/2018 12 §:n vaatimuksen.

4.2 13 § Syvyyssuuntainen turvallisuus

1. Odotettavissa olevien käyttöhäiriöiden ja onnettomuuksien ehkäisemiseksi ja niiden seurausten lieventämiseksi ydinlaitoksen suunnittelussa, rakentamisessa ja käyttötoiminnassa on noudatettava turvallisuusmerkitys huomioiden toiminnallista syvyyssuuntaista turvallisuusperiaatetta.

2. Toiminnallisen syvyyssuuntaisen turvallisuusperiaatteen mukaiseen suunnitteluun on sisällytettävä seuraavat puolustustasot:

1) ennalta ehkäiseminen sen varmistamiseksi, että laitoksen käyttö on luotettavaa ja poikkeamat normaaleista käyttöolosuhteista ovat harvinaisia;

2) häiriötilanteiden hallinta varautumiseksi poikkeamiin laitoksen normaaleista käyttöolosuhteista siten, että laitos varustetaan järjestelmillä, jotka kykenevät rajoittamaan häiriötilanteiden kehittymistä onnettomuuksiksi;

3) onnettomuustilanteiden hallinta siten, että ydinlaitos varustetaan automaattisesti ja luotettavasti toimivilla järjestelmillä, jotka rajoittavat radioaktiivisten aineiden vapautumista oletetuissa onnettomuuksissa ja oletettujen onnettomuuksien laajennuksissa; onnettomuustilanteiden hallintaan voidaan käyttää käsin käynnistettäviä järjestelmiä, mikäli se on turvallisuuden kannalta perusteltua;

4) seurausten lieventäminen varautumalla tarvittaessa huolehtimaan väestöön kohdistuvan säteilyaltistuksen rajoittamisesta tilanteessa, jossa laitokselta pääsee radioaktiivisia aineita ympäristöön.

3. Syvyyssuuntaista turvallisuusperiaatetta toteuttavien puolustustasojen on oltava toisistaan niin riippumattomia kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista saavuttaa.

4. Syvyyspuolustuksen tasoilla on käytettävä huolella tutkittua, testattua ja kokemusperäisesti hyväksi todettua korkealaatuista tekniikkaa.

5. Tarvittavat, tilanteen hallintaan saamiseksi tai säteilyhaittojen ehkäisemiseksi tehtävät toimenpiteet on suunniteltava ennalta. Luvanhaltijan organisaation toimintaa suunniteltaessa on varmistettava, että häiriöt ja onnettomuudet ehkäistään luotettavasti ja että henkilökunnan toimintaedellytyksistä mahdollisissa häiriö- ja onnettomuustilanteissa huolehditaan tehokkain teknisin ja hallinnollisin järjestelyin.

Syvyyssuuntaista turvallisuusperiaatetta koskevat määräyksen STUK Y/4/2018 13 §:ää tarkentavat vaatimukset esitetään ohjeessa YVL D.3.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle sovelletaan toiminnallisen syvyyssuuntaisen turvallisuusperiaatteen neljää alla kuvattua tasoa. Tasoilla käytettävä tekniikka on tarkoitukseensa asianmukaista ja pohjautuu testattuihin ja kokemusperäisesti hyväksi todettuihin ratkaisuihin.

Taso 1: Ennalta ehkäiseminen

Syvyyssuuntaisen turvallisuusperiaatteen ensimmäinen taso edellyttää laitoksen vaatimuksenmukaista rakentamista ja luotettavaa käyttöä noudattamalla tiukkoja laatuvaatimuksia ja riittäviä varmuusmarginaaleja kaikissa laitoksen elinkaaren vaiheissa. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksella syvyyssuuntaisen turvallisuusperiaatteen ensimmäisen tason toteutuminen perustuu laitoksen suunnitteluperustaan ja toteutettuihin teknisiin ratkaisuihin, joissa on otettu huomioitu laitoksen normaalia toimintaa uhkaavat sisäiset ja ulkoiset tapahtumat, sekä käyttöohjeiden että turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) mukaiseen laitoksen käyttöön.

Reaktiivisuuden hallinta toteutuu kapselointi- ja loppusijoituslaitoksella passiivisesti rakenteellisin ratkaisuin. Käsiteltävä käytetty ydinpolttoaine ei voi muodostaa kriittistä kokoonpanoa ilman hidastinainetta. Lisäksi Posiva on analysoinut, ettei käytettyä

ydinpolttoainetta sisältävän polttoaineen kuivausaseman täyttyminen vedellä johda kriittisyyteen. Näin ollen reaktiivisuuden hallintaa ei ole tarpeen huomioida syvyyssuuntaisen turvallisuusperiaatteen seuraavilla tasoilla.

Myös käytetyn ydinpolttoaineen jälkilämmön poisto on toteutettu pääosin rakenteellisin ratkaisuin. Käytetyn ydinpolttoaineen lämmöntuotto on kapselointilaitokselle tuotaessa vähentynyt merkittävästi. Jälkilämmön poistumisen osalta on siten riittävää varmistaa, ettei sitä estetä ydinpolttoainetta sisältävien tai sitä käsittelevien järjestelmien rakenteilla.

Taso 2: Häiriötilanteiden hallinta

Jälkilämmön poiston hallinta toteutuu pääsääntöisesti riittävällä tavalla jo syvyyssuuntaisen turvallisuusperiaatteen ensimmäisellä tasolla. Posivalla on lisäksi järjestelmät ja menettelyt, joilla lämmönsiirtoa pois ydinpolttoaineesta voidaan tarvittaessa tehostaa esimerkiksi pitkittyneiden häiriötilanteiden aikana. Käytetyn ydinpolttoaineen lämpötilat jäävät häiriötilanteissakin selvästi korkeimpia sallittavia lämpötiloja alhaisemmiksi.

Radioaktiivisten aineiden hallinnan osalta laitoksella on järjestelmät, joilla voidaan havaita häiriötilanteet ja estää niiden kehittyminen edelleen onnettomuuksiksi. Toisen tason kannalta keskeisiä turvallisuustoimintoja ovat erityisesti ne, jotka varmistavat polttoaineen ja polttoainetta sisältävien järjestelmien eheyden ja pysäyttävät polttoaineen käsittelyprosessin tarvittaessa turvalliseen tilaan.

Taso 3: Onnettomuustilanteiden hallinta

Radioaktiivisten aineiden hallinnan osalta onnettomuuden seurauksena laitoksen sisälle vapautuneiden radioaktiivisten aineiden leviäminen voidaan estää eristämällä kapselointilaitoksen ilmanvaihto tai sitä voidaan rajoittaa suodattamalla ilmaa HEPA-suodattimilla. Kapselointilaitoksen eristäminen toteutuu onnettomuustilanteessa automaattisesti, kun poistoilmapiipun säteilymittausjärjestelmä havaitsee hälytysrajan ylittävän määrän aktiivisuutta. Lisäksi suoja-automaatiojärjestelmä valvoo kapselointiprosessia onnettomuustilanteissa.

Taso 4: Seurausten lieventäminen

Jos kapselointi- tai loppusijoituslaitokselta pääsee radioaktiivisten aineiden hallinnan epäonnistuessa merkittävä radioaktiivisten aineiden päästö, tulee huolehtia päästön säteilyvaikutusten rajoittamisesta ja seurausten lieventämisestä. Tällaista tilannetta Posiva hoitaa valmiusjärjestelyin noudattamalla laadittua valmiussuunnitelmaa. Valmiusjärjestelyjä on käsitelty tarkemmin turvallisuusarvion luvussa 11.

Puolustustasojen riippumattomuus

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen turvallisuussuunnittelussa on otettu huomioon syvyyssuuntaisen turvallisuusperiaatteen mukaisten tasojen vahvuus ja riippumattomuus. Samalla turvallisuustasolla olevat turvallisuustoiminnot noudattavat moninkertaisuus-, erilaisuus- ja erotteluperiaatteita.

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

Turvallisuustoimintojen riippumattomuutta toisistaan varmennetaan soveltamalla erilaisuus- ja erotteluperiaatetta. Erilaisuusperiaatteella varmistetaan turvallisuustoiminnot eri toimintaperiaatetta käyttävillä järjestelmillä tai laitteilla. Kapselointilaitoksella erilaisuusperiaate toteutuu polttoaineen siirtokoneen tartunnassa, joka on varmennettu kahdella eri tavalla, sekä ilmanvaihdon eristystoiminnossa, jossa laukaisusignaali saadaan annosnopeus- tai aktiivisuusmittauksesta.

Turvallisuustoimintojen erotteluperiaatetta noudatetaan sekä rakenteellisesti että toiminnallisesti. Toiminnallisesti erotelluissa järjestelmissä viat eivät voi siirtyä järjestelmästä toiseen syvyyssuuntaisen turvallisuusperiaatteen samalla tasolla tai tasolta toiselle. 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 menetystä.

Posivan organisaation suunnittelussa on otettu huomioon, että myös häiriö- ja onnettomuustilanteissa voidaan huolehtia välittömistä käyttö- ja kunnossapitotehtävistä. Posivan henkilökunnan toimintaedellytyksistä hätä- ja häiriötilanteissa pidetään huolta muun muassa säännöllisillä koulutuksilla ja harjoituksilla. Posivalla on myös ohjeet hätä- ja häiriötilanteita varten. Kyseisissä ohjeissa esitetään menettelytavat epänormaaleissa tilanteissa ja varmistetaan, että henkilökunnalla on käytettävissään asianmukaiset tiedot menettelytavoista kussakin tilanteessa.

Johtopäätös (13 §)

Posiva on kuvannut käyttölupahakemusaineistossa syvyyssuuntaisen turvallisuusperiaatteen toteutumisen riittävällä tasolla. Posivan kapselointi- ja loppusijoituslaitos noudattaa toiminnallista syvyyssuuntaista turvallisuusperiaatetta. Syvyyssuuntaisen turvallisuusperiaatteen mukaisten tasojen vahvuus ja riippumattomuus toteutuu riittävällä tavalla.

STUK toteaa, että Posivan ydinlaitokset täyttävät määräyksen STUK Y/4/2018 13 §:n vaatimukset.

4.3 14 § Radioaktiivisten aineiden leviämisen tekniset esteet

1. Radioaktiivisten aineiden leviämisen estämiseksi ydinlaitoksen käytön aikana on noudatettava rakenteellista syvyyssuuntaista turvallisuusperiaatetta ydinlaitoksen turvallisuusmerkitys huomioiden. Rakenteellisen syvyyssuuntaisen turvallisuusperiaatteen mukaisen suunnittelun on rajoitettava radioaktiivisten aineiden leviämistä ympäristöön peräkkäisillä leviämisesteillä.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitos on suunniteltu toteuttamaan rakenteellista syvyyssuuntaista turvallisuusperiaatetta. Ensimmäisellä tasolla leviämisesteenä toimii ydinpolttoaineen suojakuori, jonka eheydestä huolehditaan sekä ydinpolttoaineen asianmukaisella käsittelyllä että ydinpolttoainetta käsittelevien järjestelmien turvallisuustoiminnoilla. Toisella tasolla leviämisesteenä toimii prosessin eri vaiheissa ydinpolttoaineen siirto- tai kuljetussäiliö, käsittelykammio tai loppusijoituskapseli. Siirto- ja kuljetussäiliö sekä loppusijoituskapseli ovat tiiviitä pakkauksia, joiden eheyden varmistamisessa pätevät pääosin samat periaatteet kuin ydinpolttoaineen suojakuorenkin kohdalla.

Käsittelykammio on tiivis rakenne, jonka sisällä ydinpolttoaine siirretään siirto- tai kuljetussäiliöstä loppusijoituskapseliin. Käsittelykammio on näin ollen ainoa paikka laitoksessa, jossa ydinpolttoainetta käsitellään yksittäisinä elementteinä. Jos polttoaineen eheys tällöin menetetään, toimii käsittelykammio leviämisesteenä. Käsittelykammion ilmaa kierrätetään HEPA-suodattimien läpi ja tilaan luodaan muuhun valvonta-alueeseen nähden alipaine, jolloin mahdollisissa käsittelykammion vuototilanteissa ilmavirran suunta on aina käsittelykammion suuntaan.

Kolmantena leviämisesteenä toimivat kapselointilaitoksen muut valvonta-alueen rakenteet sekä poistoilmastoinnin suodatus- ja eristystoiminnot. Mikäli poistoilmassa havaitaan hälytysrajat ylittävä määrä aktiivisuutta, estetään ilman virtaus ulos laitoksesta automaattisesti. Tämä toteutetaan säteilymittausjärjestelmän turvallisuustoiminnon ohjaamilla sulkupelleillä, jotka sulkeutuvat hälytysrajan ylittyessä.

Maanalaisissa tiloissa ei normaalioloissa esiinny radioaktiivista kontaminaatiota vaan kaikki radioaktiivisuus pysyy kapselin sisällä. Kapselia kuljetettaessa maan alla sitä suojaa mahdollisilta kallionsortumilta kapselin siirto- ja asennusajoneuvo. Tulipalotilanteissa kapseli säilyttää eheytensä analyysien perusteella, mutta kapselin pudotessa riittävän korkealta, kapseli ja sen sisältämä ydinpolttoaine voivat vaurioitua. Tällaisessa tilanteessa kapseli muodostaa kuitenkin todennäköisesti leviämisesteen, joka pidättää valtaosan radioaktiivisista aineista. Oletettujen onnettomuuksien laajennustilanteessa, jossa kapseli putoaa kapselikuilun pohjalle, vapautuneet radioaktiiviset hiukkaset voidaan suodattaa kapselointilaitoksen valvonta-alueen poistoilmastointijärjestelmällä tai poistoilma voidaan eristää.

Johtopäätös (14 §)

Ydinlaitoksen käytön aikana noudatetaan riittävällä tavalla rakenteellista syvyyssuuntaista turvallisuusperiaatetta. Posivan laitoksella radioaktiivisten aineiden leviämistä rajoitetaan useilla peräkkäisillä leviämisesteillä siten, että radioaktiivisten aineiden pääsy ympäristöön on estetty tehokkaasti.

STUK toteaa, että Posiva täyttää määräyksen STUK Y/4/2018 14 §:n vaatimukset.

4.4 15 § Turvallisuustoiminnot ja niiden varmistaminen

1. Turvallisuuden kannalta tärkeiden toimintojen varmistamisen on ensisijaisesti perustuttava luontaisiin turvallisuusominaisuuksiin sekä järjestelmiin ja laitteisiin, jotka eivät tarvitse ulkoista käyttövoimaa tai jotka käyttövoiman menetyksen seurauksena asettuvat turvallisuuden kannalta edulliseen tilaan.

2. Ydinlaitoksessa on varmistettava toiminnot, joiden vioittumisen seurauksena voisi aiheutua merkittävä radioaktiivisten aineiden päästö tai laitoksen henkilöstön altistuminen säteilylle.

3. Ydinlaitoksessa on oltava järjestelmät, joiden avulla voidaan nopeasti ja luotettavasti havaita käyttöhäiriö tai onnettomuustilanne ja estää tilanteen kehittyminen vakavammaksi.

4. Käytetyn ydinpolttoaineen polttoainesauvojen suojakuoren vaurioitumisen mahdollisuus jälkilämmönpoiston estymisen seurauksena on oltava erittäin pieni.

4a. Käytetyn ydinpolttoaineen polttoainesauvojen suojakuoren vaurioituminen käsittelyn ja varastoinnin aikana on estettävä suurella varmuudella.

4b. Kriittisyyden mahdollisuus käytetyn ydinpolttoaineen käsittelyn ja varastoinnin aikana on oltava erittäin pieni.

5. Kumottu.

Turvallisuustoimintoja ja niiden varmistamista koskevat määräyksen STUK Y/4/2018 15 §:ää tarkentavat vaatimukset esitetään ohjeessa YVL D.3.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen turvallisuuden kannalta tärkeistä toiminnoista jälkilämmön poisto ja reaktiivisuuden hallinta perustuvat pääosin passiivisiin, rakenteellisiin ratkaisuihin, eivätkä ne tarvitse ulkoista käyttövoimaa. Radioaktiivisten aineiden hallinta perustuu sekä ydinpolttoainetta sisältävien rakenteiden ja järjestelmien luontaisiin ominaisuuksiin että ydinpolttoainetta käsittelevien järjestelmien toimintaan. Järjestelmät noudattavat fail-safe-periaatetta, jonka mukaisesti häiriötilanteessa ne siirtyvät tilaan, jossa ne toteuttavat turvallisuustehtävänsä eivätkä vaaranna muiden järjestelmien toimintaa. Prosessin pysähtyminen vikatilanteessa johtaa laitoksen turvalliseen tilaan, jossa turvallisuuden kannalta tärkeiden toimintojen toteutuminen on turvattu.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksessa on varmistettu sellaiset toiminnot, joiden vikaantumisen seurauksena voisi aiheutua merkittäviä radioaktiivisten aineiden päästöjä tai laitoksen henkilöstön altistumista säteilylle. Tällaisia toimintoja ovat muun muassa ydinpolttoaineen nosto- ja siirtotoiminnot, toimintojen valvonta ja säteilymittaukset. Radioaktiivisten aineiden leviämisen estämiseen tai rajoittamiseen liittyvät toiminnot, kuten poistoilman suodatus, ovat yksittäisvikasietoisia.

Käyttöhäiriöt ja onnettomuudet voidaan luotettavasti havaita sekä suoja-automaatiojärjestelmällä että säteilymittausjärjestelmillä. Järjestelmien

turvallisuustoiminnot estävät tilanteiden kehittymisen vakavammiksi. Turvallisuustoiminnot toteutuvat automaattisesti, kun järjestelmät havaitsevat poikkeaman prosessin normaaleista arvoista.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksella käsitellään pitkään jäähtynyttä käytettyä ydinpolttoainetta, jonka jälkilämmön tuotto on vähentynyt merkittävästi. Pienen jälkilämpötehon takia polttoaineen eheys ei voi vaarantua jälkilämmön aiheuttaman lämpötilan nousun seurauksena. Pitkään jatkuneissa häiriötilanteissa jäähdytystä voidaan tarvittaessa myös tehostaa prosessin eri vaiheissa.

Käytetyn ydinpolttoaineen turvallinen käsittely toteutuu kapselointilaitoksella käyttämällä ennalta määriteltyjä siirtosekvenssejä, hitaita siirtonopeuksia ja rajoittamalla nostokorkeuksia prosessin eri vaiheissa. Polttoaineen siirroissa käytettävien järjestelmien kuormaa kannattelevat rakenteet ja toiminnot ovat yksittäisvikasietoisia tai sitä vastaavasti mitoitettuja. Prosessin suoritusta valvoo suoja-automaatiojärjestelmä, joka varmistaa, ettei sallittuja nosto- ja siirtoalueita tai siirtonopeuksia ylitetä sekä pysäyttää tarvittaessa liikkeen.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksella reaktiivisuuden hallinta perustuu passiivisiin rakenteellisiin ratkaisuihin, joilla estetään kriittisen kokoonpanon muodostuminen käytetyn ydinpolttoaineen käsittelyssä, varastoinnissa ja loppusijoituksessa. Polttoaineen kuivausaseman rakenteet on mitoitettu siten, että käytetty ydinpolttoaine pysyy alikriittisenä myös siinä tapauksessa, vaikka käsittelykammiossa oleva kuivausasema täyttyisi vedellä. Rakenteiden täyttyminen vedellä on lisäksi pyritty estämään rakenteellisilla suunnitteluratkaisuilla.

Johtopäätös (15 §)

Turvallisuuden kannalta tärkeät toiminnot on varmistettu, ja ne perustuvat passiivisiin tai ulkoisesta käyttövoimasta riippumattomiin ratkaisuihin. Häiriötilanteet voidaan tunnistaa ja estää niiden kehittyminen vakavammiksi.

STUK toteaa, että Posiva täyttää määräyksen STUK Y/4/2018 15 §:n vaatimukset.

4.5 16 § Ydinjätteen käsittelyn ja varastoinnin turvallisuus

1. Ydinlaitoksen käytössä ja käytöstäpoistossa kertyvät jätteet, joiden aktiivisuuspitoisuudet ylittävät Säteilyturvakeskuksen asettamat raja-arvot, on käsiteltävä ydinjätteenä. Ydinjätteet on lajiteltava, luokiteltava ominaisuuksiensa perusteella, käsiteltävä ja pakattava varastoinnin ja loppusijoituksen kannalta tarkoituksenmukaisella tavalla sekä varastoitava turvallisesti.

2. Kumottu.

3. Käytetyn ydinpolttoaineen tai muun voimakkaasti säteilevän ydinjätteen käsittelyssä on varmistettava riittävä säteilysuojaus käyttämällä etäkäsittelyä ja säteilysuojia.

4. Kullekin jäteluokalle on asetettava raja-arvot, jotka kyseisen jätteen pakkaamiseen käytettävän jätepakkauksen on täytettävä ydinlaitoksen käyttöturvallisuuden ja

pitkäaikaisturvallisuuden kannalta. Jätteille ja jätepakkauksille on laadittava hyväksymiskriteerit.

5. Jätehuoltovelvollisen, joka aikoo toimittaa ydinjätettä toisen luvanhaltijan käsittely-, varastointi- tai loppusijoituslaitokseen, on varmistettava, että jätteen käsittely ja pakkaus tapahtuu hyväksyttävästi jätehuollon myöhemmät vaiheet huomioiden.

Ydinjätteen käsittelyn ja varastoinnin turvallisuutta koskevat määräyksen STUK Y/4/2018 16 §:ää tarkentavat vaatimukset esitetään ohjeissa YVL D.3, YVL D.4 ja YVL D.5.

TEM on hyväksynyt Posivan ydinjätehuollon periaatteet syyskuussa 2021. Käytetyn ydinpolttoaineen kapselointilaitoksen normaalista käyttötoiminnasta syntyy matala- ja keskiaktiivisia jätteitä. Maanalaisen loppusijoituslaitoksen normaalikäytössä ei radioaktiivisia jätteitä synny. Syntyvien nestemäisten jätteiden käsittelyssä ja varastoinnissa on otettu huomioon etäkäyttö ja riittävät säteilysuojaukset.

Posiva on arvioinut, että kapselointilaitoksen noin 100 vuoden käyttöiän aikana syntyy pakattuna ja käsiteltynä noin 500 m^3 kiinteää käyttöjätettä ja noin 3 m^3 nestemäistä jätettä, kun loppusijoitettavan käytetyn ydinpolttoaineen määrä on 6 500 tU. Posiva on kuvannut kapselointilaitoksen käytön aikana syntyvien matala- ja keskiaktiivisten jätteiden käsittelyä kapselointilaitoksella turvallisuusselosteen luvussa Y.7.

Kiinteät jätteet jaotellaan kapselointilaitoksella kuiviin jätteisiin (muun muassa huoltojätteet, suodattimet) sekä metalliromuun. Kuivat ja kiinteät jätteet pakataan kapselointilaitoksella säkkeihin, joissa ne konttiin pakattuna kuljetetaan Olkiluodon voimalaitosyksiköiden jätteenkäsittelytiloihin lajittelua, käsittelyä, pakkaamista, mittaamista ja varastointia varten. Jätesäkkien annosnopeus mitataan ennen niiden siirtämistä voimalaitokselle jatkokäsittelyyn. Nestemäiset jätteet kuljetetaan jäte-erän aktiivisuusmäärityksen jälkeen tarkoitukseen soveltuvassa kuljetussäiliössä Olkiluodon voimalaitosyksiköille käsiteltäväksi. Käytetyt öljyt ja liuottimet kuljetetaan niin ikään voimalaitosyksiköille joko käsiteltäviksi tai valvonnasta vapautettaviksi.

Posiva toimittaa matala- ja keskiaktiiviset jätteet TVO:lle esilajiteltuina ja käsittelemättöminä. TVO lajittelee jätteet tarkemmin sekä huolehtii niiden luokittelusta ja pakkaamisesta varastointia ja loppusijoittamista varten hyväksyttyjen menettelyidensä mukaisesti. Huolehtimisvelvollisuus jätteistä siirtyy TVO:lle, kun niiden siirto kapselointilaitokselta voimalaitokselle alkaa. TEM on hyväksynyt huolehtimisvelvollisuuden siirron TVO:lle päätöksellään VN/23884/2024, VN/23884/2024-TEM-8, 13.12.2024. STUK on samanaikaisesti myöntänyt luvan jätteiden luovuttamiseen päätöksellään STUK 2/H48111/2024, 13.12.2024.

Kapselointilaitoksella voidaan varastoida korkeintaan noin yhden käyttövuoden aikana syntyvät jätteet. Jätteiden pidempiaikainen välivarastointi tapahtuu TVO:n MAJ- ja KAJ-varastoissa TVO:n ohjeistuksen mukaisesti. Matala- ja keskiaktiiviset jätteet loppusijoitetaan Olkiluodon VLJ-luolaan. Lisäksi on mahdollista, että osa jätteistä loppusijoitetaan Olkiluotoon rakennettavaan maaperäloppusijoituslaitokseen. TVO on asettanut loppusijoituslaitokseen vietäville jätteille hyväksymiskriteerit, joiden toteutumista se seuraa. Posivan toimittamien jätteiden on täytettävä kyseiset kriteerit,

jotta ne voidaan loppusijoittaa TVO:n loppusijoitustiloihin. Tästä varmistutaan sillä, että TVO huolehtii jätteiden pakkaamisesta loppusijoittamista varten.

Turvallisuusselosteen luvun Y.7 mukaan kapselointilaitoksella ylläpidetään tietoa siellä varastoitavien jätteiden annosnopeuksista ja määristä. Selosteen mukaan Posiva merkitsee TVO:lle toimitettavat jätteitä sisältävät säkit siten, että ne ovat erotettavissa TVO:n jätteistä. Säkkeihin tehtävään merkintään sisällytetään TVO:n jätekirjanpidon edellyttämät tiedot. STUK tarkastaa Posivan jätekirjanpitomenettelyiden riittävyyden ennen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käytön aloittamista.

Johtopäätös (16 §)

Posiva luovuttaa sen toiminnasta syntyvien matala- ja keskiaktiivisten jätteiden huolehtimisvelvollisuuden TVO:lle. TVO:lla on hyväksytyt ydinenergialain ja sen nojalla annettujen määräysten mukaiset tilat, laitteet ja menettelyt jätteistä huolehtimiseksi. Posiva vastaa jätteiden esilajittelusta, esikarakterisoinnista aktiivisuuden suhteen sekä jätteiden pakkaamisesta siten, että ne voidaan turvallisesti siirtää Olkiluodon voimalaitosyksiköiden jätteenkäsittelytiloihin ja käsitellä siellä siten, että ne soveltuvat valvonnasta vapautettavaksi tai loppusijoitettavaksi Olkiluodon VLJ-luolaan.

STUK toteaa, että Posiva täyttää edellä kuvatulla järjestelyllä määräyksen STUK Y/4/2018 16 §:n vaatimukset.

4.6 17 § Suojautuminen ulkoisilta turvallisuuteen vaikuttavilta tapahtumilta

1. Ydinlaitoksen suunnittelussa on otettava huomioon ulkoiset tapahtumat, jotka voivat uhata turvallisuutta. Järjestelmät, rakenteet ja laitteet ja kulkuyhteydet on suunniteltava, sijoitettava ja suojattava siten, että mahdollisiksi arvioitujen ulkoisten tapahtumien vaikutukset laitoksen turvallisuuteen ovat vähäisiä. Turvallisuuden kannalta tärkeiden järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden toimintakyky on osoitettava niiden suunnitteluperusteena olevissa laitoksen ulkoisissa ympäristöolosuhteissa.

2. Ulkoisina tapahtumina on otettava huomioon harvinaiset sääolosuhteet, seismiset ilmiöt, laitoksen ympäristössä tapahtuvien onnettomuuksien vaikutukset ja muut ympäristöstä tai ihmisen toiminnasta johtuvat tekijät. Suunnittelussa on otettava huomioon myös lainvastaiset ja muut ydinturvallisuutta vaarantavat luvattomat toimet sekä lentokoneen törmäys.

Määräyksen STUK Y/4/2018 17 §:ään liittyviä yksityiskohtaisia vaatimuksia esitetään ohjeissa YVL A.11, YVL B.1, YVL B.7, YVL D.5 ja YVL E.6.

Posivan ydinlaitoksen suunnittelussa on selvitetty mahdolliset ulkoiset uhat ja analysoitu, mitkä niistä ovat kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen kannalta keskeisiä. Uhkien tunnistaminen ja arviointi on esitetty lopullisen turvallisuusselosteen luvussa Y9.4 sekä kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen todennäköisyysperusteisen riskianalyysin (PRA) osassa 4.

Posiva on kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelussa huomioinut STUKin määräyksen 17 §:n 2 kohdassa edellytetyt ulkoiset uhat. Tarkemman analysoinnin

ulkopuolelle on jätetty sellaisia tunnistettuja alkutapahtumia, joiden todennäköisyys on erittäin pieni tai jotka vaativat useita samanaikaisia epätodennäköisiä tapahtumia. Lainvastaiseen ja muuhun luvattomaan toimintaan on varauduttu turvajärjestelyin ja niitä käsitellään luvussa 10 ”Turvajärjestelyt”.

Kapselointilaitoksen kannalta keskeisimpiä tarkasteltuja ulkoisia uhkia ovat maanjäristykset, lentokoneen törmäys, mahdolliset räjähdykset laitosalueella, sekä erilaiset sään ääri-ilmiöt, kuten salamointi, rankat vesi- ja lumisateet sekä myrskytuulet. Yksittäisilmiöiden lisäksi oleelliset yhteisilmiöt, kuten samanaikaiset voimakkaat sääilmiöt, ja niiden vaikutukset laitokseen on analysoitu. Loppusijoituslaitoksella monien ulkoisten uhkien turvallisuusmerkitys on lähtökohtaisesti pienempi johtuen laitoksen sijainnista syvällä maan alla.

Maanjäristykset

Voimakkaat, muutaman magnitudin maanjäristykset ovat Suomessa erittäin harvinaisia, minkä vuoksi tavanomaisessa rakentamisessa ei vaadita erityistä maanjäristyssuunnittelua. Suomessa ydinlaitoksille on kuitenkin asetettu maanjäristyssuunnittelua koskevia vaatimuksia huomioiden kansainvälinen ydinturvallisuussäännöstö.

Posiva ei ole tehnyt ydinlaitoksille omaa laitospaikkakohtaista seismistä hasardiarviota, vaan tukeutuu TVO:n samalle laitospaikalle tekemiin selvityksiin. Suunnittelussa käytettävä mitoittava suunnittelumaanjäristys on määritetty siten, että sen esiintymisen todennäköisyys laitospaikalla arvioidaan olevan enintään kerran 100 000 vuodessa. Suunnittelua varten maanjäristystä kuvataan laitospaikan kallioperän huippukiihtyvyydellä (PGA). Arviointi perustuu Suomessa ja lähialueilla tehtyihin havaintoihin sekä aluetta koskevaan geologiseen perustietoon. Olkiluodon laitospaikalle arvioitu vaakasuuntainen huippukiihtyvyys on pienempi kuin IAEA:n suosittelema vähimmäisarvo 0,1 g (g = 9,81 m/s^2), joten suunnitteluarvona on käytetty kallioperän huippukiihtyvyyttä 0,1 g. Suunnittelumaanjäristyksen maavastespektri vastaa ohjeen YVL B.7 perustelumuistiossa esitettyä esimerkkiä Olkiluotoon hyväksytystä spektrimuodosta.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen järjestelmät, rakenteet ja laitteet on luokiteltu maanjäristyskestävyysvaatimusten suhteen. Luokitusta kuvataan tarkemmin luvussa 2.3. Radioaktiivisten aineiden hallintaan ja laitoksen turvalliseen tilaan saattamiseksi tarvittavat järjestelmät on suunniteltu toteuttamaan tehtävänsä mitoittavan maanjäristyksen jälkeen. Loppusijoituskapselien sijoittamiselle on määritetty suojaetäisyydet perustuen tunnettujen kalliorakojen analysoituihin liikkeisiin maanjäristyksen seurauksena, ja kapselikuilun lujitusrakenteiden suunnittelussa on huomioitu maanjäristystilanteen kuormitus. Posiva on lisäksi arvioinut mitoittavaa maanjäristystä voimakkaamman ja harvinaisemman maanjäristyksen vaikutuksia laitoksen turvallisuudelle osana oletettujen onnettomuuksien laajennusten käsittelyä.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen maanjäristyssuunnittelussa noudatetut yleiset periaatteet ovat hyväksyttäviä. Maanjäristyskestävyys on osoitettu yksityiskohtaisilla analyyseilla rakennesuunnitelmien yhteydessä tai laitteille tehdyillä värähtelykestävyyskokeilla. Laitoksella tehtiin vuoden 2025 helmikuussa STUKin hyväksymän suunnitelman mukainen laitoskierros, jonka tulosten avulla Posiva

varmistaa rakenteiden ja laitteiden seismisten tuenta- ja kiinnitysratkaisujen asianmukaisuuden, ja ettei maanjäristyksistä aiheudu eri järjestelmien välille turvallisuutta heikentäviä vuorovaikutuksia. Laitoskierros tehtiin STUKin valvonnassa ja STUK on hyväksynyt Posivan toimittaman laitoskierrosta koskevan raportin vaatimuksin. Tieto havaintokäsittelyn lopputuloksesta ja tarpeellisista kestävyysparannuksista on selvillä ennen laitoksen käytön aloittamista. Lisäksi STUKin tiedossa on, että yksittäisiä maanjäristyskestäväksi suunniteltuja rakenteita ja laitteita on vielä asentamatta. STUK seuraa valvonnassaan Posivan esittämien avoinna olevien toimenpiteiden loppuunsaattamista. STUKin arvion mukaan toimenpiteet voidaan saattaa asianmukaisesti päätökseen ennen käytön aloittamista.

Lentokoneen törmäys

Lentokoneen törmäys on otettu kapselointilaitoksen suunnittelun mitoitusperusteeksi määräyksen STUK Y/3/2020 edellyttämällä tavalla. Lentokoneen törmäys on käsitelty luokan 2 oletettuna onnettomuutena, jota vastaava suurin sallittu säteilyn vuosiannos on 5 mSv. Luokittelun perustana on kapselointilaitoksella samanaikaisesti varastoitavan käytetyn ydinpolttoaineen suhteellisen pieni määrä, joka ei ylitä onnettomuutta vastaavan säteilyvaikutusten raja-arvoa. Suojaus perustuu rakenteiden vahvistamiseen lentokonetörmäyksen kestäväksi. Rakenteellinen lujuus ja eheys on osoitettu riittävällä marginaalilla käyttäen yksinkertaistettua laskentatapaa ja kokeellista tutkimustietoa. Lisäksi suojauksessa on hyödynnetty tila- ja sijoitussuunnittelun keinoja.

Turvajärjestelyjen suunnitteluperusteena toimivassa suunnitteluperusteuhkassa mainittu lentokoneuhka on otettu huomioon laitoksen suunnittelussa. Posiva on toimittanut STUKille lentokoneen törmäystä koskevan analyysin, jonka STUK on käsitellyt ja hyväksynyt.

Muut ulkoiset uhat

Ulkoisina uhkina on arvioitu myös erilaisia sään ääri-ilmiöitä, kuten kovaa tuulta, voimakasta vesi- tai lumisadetta ja salamointia. Lisäksi esimerkiksi erittäin korkeat tai matalat lämpötilat voivat vaikuttaa joidenkin laitoksen järjestelmien toimintaan. Kyseiset uhat on riittävällä tavalla otettu huomioon kapselointilaitoksen rakenteiden ja järjestelmien suunnittelussa ja laitoksella on muun muassa tarkoituksenmukaiset sadevesi- ja ukkossuojausjärjestelmät. Kyseiset ulkoiset uhat eivät voi aiheuttaa ydinturvallisuuden kannalta merkittäviä vahinkoja. Uhkien merkittävyyttä vähentää edelleen se, että kapselointiprosessi voidaan äärimmäisissä, laitoksen toimintaan vaikuttavissa olosuhteissa pysäyttää.

Tulvariskien osalta kapselointilaitos ja loppusijoituslaitoksen maanpäälliset osat sijaitsevat 10 metriä merenpinnan tason yläpuolella. Näin suuri merivedenpinnan nousu ei ole lähivuosikymmeninä tai -satoina odotettavissa, eikä meriveden nousun odoteta siten voivan aiheuttaa loppusijoituslaitoksen tulvimista.

Lainvastaiseen ja muuhun luvattomaan toimintaan on varauduttu turvajärjestelyin ja niitä käsitellään luvussa 10 ”Turvajärjestelyt”.

PRA:n perusteella ulkoisten tapahtumien vaikutukset laitoksen turvallisuuteen eivät ole merkittäviä.

Johtopäätös (17 §)

Ulkoiset uhat on huomioitu riittävällä tavalla laitoksen ja sen järjestelmien, laitteiden ja rakenteiden suunnittelussa ja uhkien vaikutusten voidaan todeta olevan pääsääntöisesti vähäisiä laitoksen turvallisuuden kannalta.

STUK toteaa, että Posiva täyttää määräyksen STUK Y/4/2018 17 §:n vaatimukset.

4.7 18 § Suojautuminen sisäisiltä turvallisuuteen vaikuttavilta tapahtumilta

1. Ydinlaitoksen suunnittelussa on otettava huomioon sisäiset tapahtumat, jotka voivat uhata turvallisuutta. Järjestelmät, rakenteet ja laitteet on suunniteltava, sijoitettava ja suojattava siten, että sisäisten tapahtumien todennäköisyydet ovat pieniä ja vaikutukset laitoksen turvallisuuteen vähäisiä. Järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden toimintakyky on osoitettava niiden suunnitteluperusteena olevissa sisäisissä ympäristöolosuhteissa.

2. Sisäisinä tapahtumina on otettava huomioon tulipalot, tulvat, räjähdykset, sähkömagneettinen säteily, raskaiden esineiden putoamiset, erilaiset kalliosortumat ja muut mahdolliset sisäiset tapahtumat. Suunnittelussa on otettava huomioon myös lainvastaiset ja muut ydinturvallisuutta vaarantavat luvattomat toimet.

Määräyksen STUK Y/4/2018 18 §:ään liittyviä yksityiskohtaisia vaatimuksia esitetään ohjeissa YVL B.1, YVL B.7, YVL B.8, YVL D.5 ja YVL E.6.

Posivan ydinlaitoksen suunnittelua varten on selvitetty mahdolliset sisäiset uhkat ja analysoitu, mitkä niistä ovat kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen turvallisuuden kannalta keskeisiä. Uhkien tunnistaminen ja arviointi on esitetty lopullisen turvallisuusselosteen luvussa Y9.4 sekä kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen todennäköisyysperusteisen riskianalyysin (PRA) osassa 4.

Posiva on kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelussa huomioinut STUKin määräyksen 18 §:n 2 kohdassa mainitut sisäiset uhkat mukaan lukien lainvastaiset ja muut ydinturvallisuutta vaarantavat luvattomat toimet. Tarkemman analysoinnin ulkopuolelle on jätetty sellaisia tunnistettuja alkutapahtumia, joiden todennäköisyys on erittäin pieni – kuten kalliosortuma samaan aikaan, kun kapselia lasketaan loppusijoitusreikään – tai jotka vaativat useita samanaikaisia epätodennäköisiä tapahtumia. Lainvastaiseen ja muuhun luvattomaan toimintaan on varauduttu turvajärjestelyin ja niitä käsitellään luvussa 10 Turvajärjestelyt.

Kapselointilaitoksen kannalta keskeisimpiä sisäisiä uhkia ovat tulipalot ja käytetyn ydinpolttoaineen käsittelyn aikana mahdolliset raskaiden taakkojen pudotukset. Loppusijoituslaitoksen kannalta keskeisimpiä sisäisiä uhkia ovat tulipalot, rakenteiden sortumat, räjähdysonnettomuudet ja pohjaveden aiheuttama laitoksen tulviminen. PRA:n tulosten perusteella näistä uhista ainoastaan jotkin raskaan taakan pudotukset aiheuttavat merkittävän riskin laitoksen ja sen ympäristön säteilyturvallisuudelle.

Tulipalot

Tulipalot on huomioitu käyttämällä suunnittelussa palontorjunnan syvyyspuolustusperiaatetta. Käytännössä tämä on toteutettu muun muassa

rajoittamalla palavien materiaalien määrää, palo-osastoinnilla, suunnittelemalla rakenteet palonkestäviksi ja palontorjuntaan ja -hallintaan tarkoitetuilla järjestelmillä.

Kapselointiprosessi voidaan millä tahansa hetkellä pysäyttää turvalliseen tilaan, joka ei vaadi välittömiä aktiivisia toimia säteilyturvallisuuden ylläpitämiseksi. Tämän takia säteilyturvallisuuden kannalta tärkeintä kapselointilaitoksen palotilanteessa on estää mahdollisten päästöjen leviäminen ympäristöön.

Posiva on arvioinut polttoaineen käsittelykammion palotilannetta tarkemmin, koska se on kapselointilaitoksen ainoa huonetila, jossa polttoaine-elementit eivät ole suojattuna. Tulipalon aiheuttama lämpötila ei kuitenkaan pysty vaurioittamaan ehjää polttoaine-elementtiä käsittelykammiossa. Käsittelykammion paloon on varauduttu paloilmaisinjärjestelmällä, yksittäisvikasietoisella kaasusammutusjärjestelmällä ja paloilmaisusta tai lämmöstä sulkeutuvilla palopelleillä. Tila sisältää vain vähän palokuormaa. PRA:ssa tulipaloa ei käsitellä alkutapahtumana, vaan ainoastaan lisätekijänä radioaktiivisuuden vapautumisessa ja eristyksen epäonnistumisessa. Tulipalojen tapahtumataajuus on kuitenkin pieni, joten niiden vaikutus turvallisuuteen jää merkityksettömäksi.

Polttoaineen käsittelyyn liittyviä paloanalyyseja on tehty myös kuljetussäiliön ja loppusijoituskapselin siirtovaunuille. Analyyseillä on osoitettu, että siirtovaunut säilyttävät kantavuutensa palotilanteessa, kun ne ovat telakoituna käsittelykammioon ja toimivat palo-osastoivana rakenteena käsittelykammion rajapinnalla.

Loppusijoituslaitoksessa turvallisuus perustuu ensisijaisesti loppusijoituskapseliin, joka suojaa polttoainetta tulipalon vaikutuksilta. Kapselin siirto- ja asennusajoneuvon (KSAA) palotilanne on tunnistettu potentiaaliseksi uhaksi ja analysoitu. Posivan analyysien perusteella KSAA:n palosta aiheutuva lämpörasitus ei ole riittävä vaurioittamaan kapselia. Loppusijoituslaitoksen suunnittelussa ja analyyseissa on huomioitu laajalti myös henkilöturvallisuus. Henkilöturvallisuuden varmistamiseen tähtäävät suunnitteluratkaisut eivät ole ristiriidassa ydinturvallisuuden tavoitteiden kanssa.

Taakkojen pudotukset

Seurauksiltaan merkittävimmät sisäiset uhat liittyvät raskaiden taakkojen, kuten kuljetussäiliön sisäkannen, polttoaine-elementin tai elementtejä sisältävän kuljetussäiliön tai loppusijoituskapselin putoamiseen polttoaineen käsittelyn aikana. Taakkojen pudotukset voivat suoraan vaurioittaa käytettyä ydinpolttoainetta ja aiheuttaa radioaktiivisten aineiden vapautumista, tai ne voivat aiheuttaa turvallisuudelle tärkeiden laitteiden ja järjestelmien vikaantumisen.

Uhkien ehkäisemiseksi käytettyä ydinpolttoainetta tai sitä sisältävää siirto- ja kuljetussäiliötä sekä loppusijoituskapselia käsittelevät turvallisuuden kannalta tärkeät järjestelmät on suunniteltu yksittäisvikasietoisiksi tai mitoitettu vastaavalla varmuuskertoimella. Ydinpolttoaineen käsittelyonnettomuuksien todennäköisyyttä ja seurauksia pienentävät ennalta määritellyt siirtosekvenssit, rajoitetut siirtonopeudet ja nostokorkeudet sekä nosto- ja siirtolaitteiden luotettava, käyttöohjeiden mukainen käyttö. Lisäksi suoja-automaatiojärjestelmä valvoo kapselointiprosessia jatkuvasti ja pysäyttää sen automaattisesti turvalliseen tilaan, mikäli prosessin toimintarajat ylittyvät.

Raskaiden taakkojen pudotuksista ja niiden seurauksista on tehty arvioita ja analyyseja. Kokonaisuudessaan tapahtumien todennäköisyys on pieni ja niiden ehkäisemiseksi ja seurausten hallitsemiseksi on käytössä riittävät tekniset ja hallinnolliset keinot.

Sähkömagneettiset häiriöt

Sähkö- ja automaatiolaitteiden suunnittelussa on huomioitu sähkömagneettiset häiriöt varmistaen, että säteily- ja ydinturvallisuuden kannalta merkittävät laitteet kestävät tavanomaiset sähkömagneettiset ilmiöt, eivätkä itse aiheuta häiriöitä, jotka voisivat vaarantaa muiden laitteiden toimintaa. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksella sähkömagneettisten häiriöiden turvallisuusmerkitys on hyvin vähäinen.

Rakenteiden sortumat

Loppusijoituslaitoksen kalliotilat on kauttaaltaan lujitettu kalliopultein ja ruiskubetonoinnein tai verkotuksin. Lujituksella estetään ja hallitaan sekä pienempää komuilua että lohkosortumia. Tiloissa, joissa käsitellään ja siirretään kapselia, lujitusrakenteet ja vastaavasti kapselin siirto- ja asennusajoneuvo on mitoitettu kestämään sellaista lohkosortumaa, joka voisi syntyä yhden pultin ja sitä ympäröivän ruiskubetonoinnin tai verkotuksen pettäessä kokonaan. Lujitusten mitoituksessa on huomioitu myös käytetyn ydinpolttoaineen aiheuttama lämpötilan nousu ja kallion muodonmuutokset tulevina vuosikymmeninä. Posiva on arvioinut, että tapausta, jossa tällainen suuri lohko pääsisi putoamaan kapselin tai siirto- ja asennusajoneuvon päälle, voidaan pitää erittäin epätodennäköisenä.

Räjähdysonnettomuudet

Laitoksella tehdään räjäytystöitä louhittaessa uusia tiloja, ja louhinnat aiheuttavat aina tärinää lähiympäristössä. Jo käytössä olevien tilojen eheys varmistetaan ensisijaisesti pitämällä louhintatyöt riittävän kaukana käytössä olevista tiloista ja toisaalta käyttämällä riittävän varovaisia louhintamenetelmiä. Pienet tärinävaikutukset hallitaan olemassa olevalla lujituksella. On myös mahdollista, että kallioon jää räjähtämättömiä räjähteitä, jotka voisivat myöhemmin aiheuttaa räjähdyksen. Posiva varmistaa, että räjähtämättömät räjähteet tunnistetaan ja poistetaan turvallisesti ja huolellisesti räjäytystyön jälkeen osana louhintatyötä. Räjähdysonnettomuudet ovat harvinaisia, ja ne ovat hyvin pitkälle estettävissä osaavalla henkilöstöllä, ennalta määritellyillä menettelyillä ja räjähdysaineiden asianmukaisella ja huolellisella käsittelyllä.

Tulvat

Loppusijoituslaitokseen kulkeutuu jatkuvasti pohjavettä kallioperän vuotovesinä. Laitos on suunniteltu siten, että vuotovedet johdetaan pumppausaltaaseen ja pumpataan edelleen pois laitokselta. Jos veden poispumppaus estyisi, vedenpinnan nousu teknisten tilojen, loppusijoitustilojen tai keskustunneleiden lattian tasolle kestäisi vähintään useita vuorokausia. Loppusijoituslaitoksella mahdollinen tulviminen ei vaarantaisi turvallisuutta, koska loppusijoituskapselit ovat vesitiiviitä ja tulvavesi varmistaisi kapselien riittävän jäähdytyksen. Kapselin mahdollinen vuotaminen ja täyttyminen vedellä ei myöskään johtaisi kriittisyysonnettomuuteen, sillä polttoaineen kriittisyys on estetty rakenteellisesti. Tulvia ei tästä syystä ole katsottu merkittäväksi turvallisuusriskiksi loppusijoituslaitoksessa.

Johtopäätös (18 §)

Sisäiset uhat on huomioitu riittävällä tavalla laitoksen ja sen järjestelmien, laitteiden ja rakenteiden suunnittelussa ja uhkien vaikutusten voidaan todeta olevan pääsääntöisesti vähäisiä laitoksen turvallisuuden kannalta.

STUK toteaa, että Posiva täyttää määräyksen STUK Y/4/2018 18 §:n vaatimukset.

4.8 19 § Ydinlaitoksen valvonnan ja ohjauksen turvallisuus

1. Ydinlaitoksen ohjaajien käytössä on oltava laitteet, jotka antavat tiedon laitoksen turvallisuuden kannalta merkittävien laitteiden ja järjestelmien tilasta.

2. Ydinlaitoksessa on oltava tarpeelliset automaattiset järjestelmät, jotka käynnistävät turvallisuustoiminnot tarvittaessa sekä ohjaavat ja valvovat niiden toimintaa käyttöhäiriöiden aikana onnettomuuksien ehkäisemiseksi ja onnettomuuksien aikana seurausten lieventämiseksi.

Määräyksen STUK Y/4/2018 19 §:ään liittyvät yksityiskohtaiset vaatimukset esitetään ohjeissa YVL B.1 ja YVL D.3.

Kapselointi- ja loppusijoitusprosessin ohjaus ja valvonta suoritetaan käyttäen ohjaus- ja suoja-automaatiojärjestelmiä. Tästä poiketen vastaanottotilan siltanosturia ohjataan paikallisesti. Automaatiojärjestelmien ja niihin kuuluvien laitteiden avulla voidaan valvoa turvallisuuden kannalta merkittävien järjestelmien ja laitteiden tilaa, toimintaa ja sijaintia.

Kapselointiprosessin ohjauspaikkana toimii kapselointilaitoksessa sijaitseva ohjaamo. Nostinlaiterakennuksessa sijaitsee lisäksi käyttökeskus, josta voidaan suorittaa loppusijoituslaitoksen käyttöturvallisuustoimintojen ja tilatietojen valvonta ja ohjaukset sekä kapselointilaitoksen turvallisuustoimintojen ja tilatietojen valvonta kapselointilaitoksen ohjaamon ollessa miehittämätön. Loppusijoituslaitoksella käytettäviä tuotantolaitteita ohjataan loppusijoituslaitoksen ohjaamosta.

Kapselointilaitoksen suunnittelun mukaista toimintaa valvotaan suoja-automaatiojärjestelmällä. Järjestelmä estää suunnitellusta toiminnasta poikkeamisen käynnistämällä automaattisesti turvallisuusluokitellut turvallisuustoiminnot silloin, kun prosessissa on mahdollisuus ydin- ja säteilyturvallisuuden kannalta tärkeiden toimintarajojen ylitykseen. Häiriötilanteissa kapselointilaitoksen prosessilaitteet pysäytetään, jonka seurauksena laitos saadaan turvalliseen tilaan ja jossa turvallisuustoimintojen toteutuminen on turvattu. Suoja-automaatiojärjestelmällä valvotaan kapselointiprosessia kaikissa käyttö-, häiriö- ja onnettomuustilanteissa.

Johtopäätös (19 §)

Ydinlaitoksen valvonta ja ohjaus on suunniteltu niin, että ajantasainen tieto järjestelmien tilasta on saatavilla. Häiriötilanteissa prosessin toiminta pysäytetään automaattisesti, jonka seurauksena laitos saadaan turvalliseen tilaan ja jossa turvallisuustoimintojen toteutuminen on turvattu.

STUK toteaa, että Posiva täyttää määräyksen STUK Y/4/2018 19 §:n vaatimukset.

4.9 20 § Ydinlaitoksen käytöstäpoiston turvallisuuden huomioon ottaminen suunnittelussa ja ydinlaitoksen käytöstä poistamisen turvallisuus

1. Ydinlaitoksen ja sen käytön suunnittelussa on otettava huomioon laitoksen käytöstä poistamisen turvallisuus siten, että voidaan rajoittaa sitä purettaessa kertyvän loppusijoitettavan ydinjätteen määrää ja laitoksen purkamisesta aiheutuvaa työntekijöiden säteilyaltistusta sekä estää radioaktiivisten aineiden pääsyä ympäristöön käytöstäpoiston aikana.

Määräyksen STUK Y/4/2018 20 §:ään liittyvät yksityiskohtaiset vaatimukset esitetään ohjeessa YVL D.4.

Posiva toimitti osana käyttölupahakemusaineistoa STUKille hyväksyttäväksi ydinenergia-asetuksen (161/1988) 36 §:n ja 79 a §:n mukaisen asiakirjan ”Posivan kapselointilaitoksen käytöstäpoistosuunnitelma” POS-031053, 10.12.2021 (NUCL-4504, 30.11.2021). Kapselointilaitosta koskevassa käytöstäpoistosuunnitelmassa on esitetty suunnitelma laitoksen purkamiseksi, käytettävät purkumenetelmät, purkamisen aikataulu, arviot syntyvien radioaktiivisten jätteiden määrästä ja aktiivisuudesta sekä purkukustannuksista.

Posiva on suunnitellut käytöstäpoistossa käytettävät menetelmät siten, että radioaktiivisten aineiden leviäminen ympäristöön estetään suurella varmuudella (muun muassa kohdepoistot suodatuksella pölyävissä kohteissa). Posivan mukaan kapselointilaitoksen käytöstäpoistossa voi aiheutua ympäristön väestöä edustavalle henkilölle korkeintaan normaalista käyttötilanteesta aiheutuvan säteilyannoksen suuruinen vuosiannos. Posivan arvion mukaan annos on noin 0,001 % normaalitoiminnalle asetetusta vuosiannoksen rajoituksesta (0,01 mSv/a). Käytöstäpoistossa syntyvien jätteiden määrää on pyritty rajoittamaan muun muassa materiaalivalinnoilla.

STUKin arvion mukaan kapselointilaitoksen käytöstäpoistosuunnitelma täyttää sille ydinenergialaista, -asetuksesta ja STUKin ohjeesta YVL D.4 tulevat vaatimukset riittävällä tavalla käyttölupavaiheeseen. STUK hyväksyi Posivan toimittaman kapselointilaitoksen käytöstäpoistosuunnitelman päätöksellä STUK 10/H42213/2021, 4.2.2022. Päätöksessä STUK edellyttää Posivaa tarkentamaan seuraavassa käytöstäpoistosuunnitelman päivityksessä, miten käytöstäpoisto on huomioitu kapselointilaitoksen suunnittelussa, arvioimaan käytöstäpoiston aikaisia päästöjä sekä niistä aiheutuvia säteilyannoksia ja esittämään tarkemmin, mitä lähtötietoja se kerää ja käyttää käytöstäpoistosuunnitelman päivitykseen.

Posiva on hakenut käyttölupahakemuksessa käytöstäpoistosuunnitelman toimitusvälin pidentämistä määräaikaisten turvallisuusarvioiden yhteyteen eli 15 vuoden välein tapahtuvaksi. Ydinenergialain 7 g §:n mukaan käytöstäpoistosuunnitelman toimitusväli on kuusi vuotta, ellei lupaehdoissa toisin määrätä. STUKin näkemyksen mukaan kapselointilaitoksen käytöstäpoistosuunnitelma tulee katselmoida ja päivittää ydinenergialain mukaisesti kuuden vuoden välein, jotta laitokseen mahdollisesti tehtyjen muutosten vaikutukset käytöstäpoistoa koskeviin suunnitelmiin tulee arvioitua. Lisäksi käytöstäpoiston suunnittelussa tulee huomioida laitoksen käyttöhistoria sekä radioaktiivisuus- ja kontaminaatiotasojen kartoituksista saadut tiedot. STUKin näkemyksen mukaan

käytöstäpoistosuunnitelman säännöllinen katselmointi ja päivittäminen on tarpeen, jos päädyttäisiin esimerkiksi laitoksen käytön lopettamiseen ennenaikaisesti. Lisäksi käytöstäpoistosuunnitelma toimii lähtötietona käytöstäpoiston kustannuksiin varautumisessa.

Loppusijoituslaitoksen käytön lopettaminen käsitellään turvallisuusarvion luvussa 4.10 Loppusijoituslaitoksen sulkemisen turvallisuus.

Johtopäätös (20 §)

STUK toteaa, että Posiva täyttää määräyksen STUK Y/4/2018 20 §:n vaatimuksen käyttölupahakemusvaiheessa toimittamallaan kapselointilaitoksen käytöstäpoistosuunnitelmalla.

Posivan pyyntö käytöstäpoistosuunnitelman toimituksen kytkemiseksi määräaikaisiin turvallisuusarvioihin edellyttäisi ydinenergialain 7 g § mukaisesti lupaehdon. STUK ei puolla käytöstäpoistosuunnitelman ja määräaikaisen turvallisuusarvion kytkemistä yhteen. STUKin näkemyksen mukaan kapselointilaitoksen käytöstäpoistosuunnitelma tulisi laatia ydinenergialain 7 g §:n mukaisesti kuuden vuoden välein, jotta varmistutaan siitä, että suunnitelma säilyy ajantasaisena.

4.10 21 § Loppusijoituslaitoksen sulkemisen turvallisuus

1. Loppusijoituslaitos on suunniteltava ja rakennettava ja sitä on käytettävä siten, että se on suljettavissa pitkäaikaisturvallisuuden vaarantumatta käyttötoiminnan päätyttyä.

Määräyksen STUK Y/4/2018 21 §:ään liittyvät yksityiskohtaiset vaatimukset esitetään ohjeessa YVL D.5.

Loppusijoituslaitoksen sulkeminen on huomioitu laitoksen rakentamisessa, ja Posivalla on siihen suunnitelmat, jotka on esitetty osana lopullista turvallisuusselostetta. Sulkemisessa tullaan käyttämään laitoksen eri osissa erilaisia materiaaleja siten, että tunnelien täytössä käytetyn materiaalin vedenjohtavuus voi olla korkeampi kauempana loppusijoitustiloista. Keskustunneleissa vedenjohtavuus on kertaluokkaa suurempi kuin loppusijoitustunnelin tunnelitäytössä, ja nousee edelleen etäisyyden kasvaessa. Tunnelien täytön lisäksi maanpintayhteyksiin rakennetaan tulppia, joiden tehtävänä on toimia joko hydraulisina (betoni ja bentoniitti) tai mekaanisina esteinä (betoni ja teräs). Tulppatyypin valintaan ja sijoitukseen vaikuttavat erityisesti kallion ominaisuudet ja rikkonaisuusvyöhykkeet. Lisäksi keskustunneleiden suuaukolle tullaan rakentamaan hydraulisia tulppia. Näiden avulla voidaan sulkea loppusijoituslaitoksen osia vaiheittain niin, että yhtä osaa voidaan edelleen rakentaa ja käyttää samanaikaisesti, kun toinen osa on jo suljettu.

Maanalaisten tilojen sijoittelussa noudatetaan turvaetäisyyttä maanpinnalta kairattuihin tutkimusreikiin. Maanpinnalta kairatut reiät tullaan täyttämään ja sulkemaan hydraulisilla tulpilla siten, että ne eivät muodostaisi mahdollista radionuklidien kulkeutumisreittiä maanpinnalle. Osa tutkimusreikien sulkemisista on jo toteutettu, ja reikiä tullaan sulkemaan käytön aikana sitten kun niitä ei enää tarvita

monitorointiin tai kun alueella tehtävät rakennustyöt voisivat myöhemmin vaikeuttaa niiden sulkemista.

Johtopäätös (21 §)

Sulkemisen toteutus on kuvattu riittävän yksityiskohtaisesti huomioiden toteutuksen ajankohta (useiden vuosikymmenien kuluttua) ja sen voidaan olettaa toimivan tarkoitetulla tavalla. Koska muiden kuin loppusijoitustilojen täytöstä tai maanpintayhteyksiin rakennettavista tulpista ei ole kokemuksia, on Posivalta edellytetty pidemmän tähtäimen tutkimus ja kehitysohjelma lopullisen turvallisuusselosteen päätöksen yhteydessä.

STUK toteaa, että Posiva täyttää määräyksen STUK Y/4/2018 21 §:n vaatimuksen loppusijoituslaitoksen sulkemisen osalta.

5 Ydinlaitoksen rakentamisen ja käyttöönoton turvallisuus, STUK Y/4/2018, 5 luku

5.1 22 § Ydinlaitoksen rakentamisen turvallisuus

1. Ydinlaitoksen rakentamisluvan haltijan on rakentamisen aikana huolehdittava siitä, että laitos rakennetaan ja toteutetaan turvallisuusvaatimusten mukaisesti noudattaen hyväksyttyjä suunnitelmia ja menettelyjä.

2. Rakentamisvaiheessa luvanhaltijan on huolehdittava siitä, että sillä on ydinlaitoksen rakentamisen aikana tarkoituksenmukainen organisaatio, riittävästi ammattitaitoista henkilökuntaa ja käyttötarkoitukseen soveltuva ohjeisto.

3. Kumottu.

Määräyksen STUK Y/4/2018 22 §:ään liittyvät yksityiskohtaiset vaatimukset esitetään ohjeissa YVL A.5 ja YVL D.7.

STUK on valvonut rakentamisenaikaista hankkeen edistymistä ja arvioinut siihen liittyviä suunnitelmia, menettelyjä sekä niiden toteutusta. Posiva on ydinlaitoksen rakentamisen aikana huomioinut vaadittavat lainsäädännön sekä viranomaisten vaatimukset. Posiva on toiminut rakentamisen laadunvarmistuksessa pääsääntöisesti johtamisjärjestelmänsä mukaisesti. Rakentamisen aikana on kuitenkin Posivan omissa havainnoissa tai STUKin valvonnassa tunnistettu yksittäisiä tapauksia, joissa hyväksyttyjä suunnitelmia ja menettelyjä ei ole kaikilta osin noudatettu. Posiva on toteuttanut havaintojen perusteella korjaavia toimenpiteitä, mutta suunnitelmien ja ohjeiden järjestelmällisessä noudattamisessa sekä siihen liittyvässä seurannassa ja varmistamisessa on edelleen kehitettävää.

Posiva on kehittänyt kallioteknisen suunnittelun ja rakentamisen vaatimuksia, menetelmiä ja menettelyjä vuosina 2004–2016 toteutetun tutkimustila Onkalon ajoilta aina loppusijoitustunneleiden ja -reikien rakentamiseen asti. Näin on saatu kehitettyä tutkimus-, suunnittelu- ja rakentamisprosessi, joka huomioi sekä käytön aikaiset että pitkäaikaisturvallisuuteen vaikuttavat turvallisuustekijät. Prosessissa on moninkertaiset tarkastus- ja hyväksyntämenettelyt. Ensimmäisessä vaiheessa toimittaja tai urakoitsija itse tarkastaa tuottamansa aineiston tai tuotteen vaatimusten mukaisuuden. Seuraavaksi luvanhaltija itse tarkastaa työn laadun ja vaatimustenmukaisuuden, ja hyväksyy työn. Viimeisenä viranomaiset tarkastavat turvallisuuden kannalta merkittävien rakenteiden hyväksyttävyyden. Vuosien aikana kalliorakentamisen prosessi on saatu kehitettyä tavanomaista kalliorakentamista korkeatasoisemmaksi. Tulevat loppusijoitustunnelit rakennetaan hyväksyttyjä menettelyitä noudattaen. STUKin näkemyksen mukaan työmaavalvonnassa tulee jatkossa kiinnittää erityistä huomiota rakentamisen suunnitelmien mukaisuuteen, jotta prosessi tuottaa vaatimustenmukaiset rakenteet.

Kapselointilaitoksen rakentaminen, järjestelmien valmistus ja asentaminen on tehty pääosin YVL-ohjeiden vaatimusten mukaisesti. Esimerkiksi polttoaineen käsittelykammion oven valmistus sekä kuljetussäiliön vastaanottotilan viemäröinti on

hyväksytty poikkeamamenettelyn kautta. STUK vaati näihin liittyen lisäselvityksiä, joilla Posivan tuli osoittaa, että ratkaisut täyttivät asetetut suunnitteluvaatimukset. Viemäröinnin osalta suunnittelua jouduttiin muuttamaan. Lisäksi rakentamisluvan myöntämisen jälkeen havaittujen poikkeamien ja osittain valvonta-alueen toiminnallisuuden takia Posiva suunnitteli ja toteutti laitosmuutoksen valvonta-alueen rajapintaan. Esitetty laitosmuutos hyväksyttiin STUKissa.

Loppusijoituslaitoksen tuotantolaitteiden valmistuessa mutta myös teknisten vapautumisesteiden toimitusketjujen varmistuessa on Posiva joutunut tekemään muutoksia toteutukseen. Muutoksia kuvataan tarkemmin turvallisuusarviossa määräyksen 29 §:n ja 32 §:n yhteydessä.

Loppusijoituslaitoksen tuotantolaitteiden valmistuksessa Posivalla on ollut paljon teknisiä haasteita, joista on aiheutunut aikatauluviiveitä. Posiva on tehnyt tapahtumatutkinnan kapselin siirto- ja asennusajoneuvon EYT-sähköjärjestelmässä olleista puutteista. STUK totesi tuotantolaitteiden valmistuksen ja projektitoiminnan parantuneen maaliskuussa 2026 tehdyllä tarkastuksella. Tuotantolaitteiden valmistaminen ja käyttöönotto on monilta osin kuitenkin vielä kesken. Teknisten vapautumisesteiden osalta ohjeessa YVL D.7 edellytettyjä asennuksen menetelmäkokeita ei ole suoritettu, ja niiden jälkeen tehtävä raportointi on vielä hyväksymättä. Tarkemmin menetelmäkokeiden tilanne on käsitelty turvallisuusarviossa määräyksen 29 §:n yhteydessä.

STUK arvioi rakentamisen aikaisessa tarkastusohjelmassaan Posivan organisaatiota ja toimintaa laitoksen toteuttamiseksi, niihin liittyviä eri tekniikanalojen menettelyjä, osaamista ja resursseja, johtamista, turvallisuusasioiden käsittelyä sekä laadunhallintaa ja -ohjausta. Tarkastusohjelma käynnistettiin Posivan ydinlaitoksilla rakentamisen alettua vuonna 2015, ja sitä jatketaan käytön aloittamiseen saakka. STUK teki tarkastuksissaan havaintoja Posivan rakentamisvaiheen aikaisesta toiminnasta ja asetti vaatimuksia, joihin Posiva teki korjaavat toimenpiteet. Posivalla on rakentamisvaiheessa ollut kapselointi- ja loppusijoituslaitosten rakentamisen kannalta tarkoituksenmukainen organisaatio, riittävästi ammattitaitoista henkilöstöä sekä rakentamisvaiheen tehtäviin soveltuva ohjeisto.

Organisaation toimintaa on käsitelty tarkemmin turvallisuusarviossa määräyksen 38 §:n yhteydessä.

Johtopäätös (22 §)

STUK jatkaa keskeneräisten loppusijoituslaitoksen tuotantolaitteiden valmistuksen ja käyttöönoton valvontaa ennen käytön alkamista. Lisäksi STUK jatkaa tulevien kalliorakennusurakoiden valvontaa loppusijoituslaitoksen rakentamisen jatkuessa osana käyttötoimintaa.

STUK toteaa, että Posiva täyttää määräyksen STUK Y/4/2018 22 § vaatimukset.

5.2 23 § Ydinlaitoksen käyttöönoton turvallisuus

1. Ydinlaitoksen tai sen muutosten käyttöönoton yhteydessä luvanhaltijan on varmistettava, että järjestelmät, rakenteet ja laitteet sekä laitos kokonaisuudessaan toimivat suunnitellulla tavalla ja että loppusijoitusjärjestelmä on toteutettavissa.

Ydinlaitoksen tai sen muutosten käyttöönoton menettelyt on suunniteltava ja ohjeistettava.

2. Käyttöönottovaiheessa luvanhaltijan on huolehdittava siitä, että sillä on olemassa ydinlaitoksen tulevaa käyttöä varten käyttötarkoitukseensa soveltuva ohjeisto.

Määräyksen STUK Y/4/2018 23 §:ään liittyvät yksityiskohtaiset vaatimukset esitetään ohjeissa YVL A.5, YVL D.5 ja YVL E.6.

Käyttöönoton yhteydessä testataan järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden sekä koko laitoksen toiminta ennalta laaditun käyttöönottosuunnitelman sekä koekäyttöohjelmien mukaisesti. Koekäyttö alkaa yksittäisten laitteiden toiminnan testaamisella ja etenee sen jälkeen järjestelmien ja lopulta koko laitoksen toiminnan testaamiseen. STUK osallistui koekäyttöjen valvontaan sekä teki käyttöönottotarkastuksia laitospaikalla.

Käyttöönottoon liittyy eritasoisia suunnitelmia. STUK hyväksyi Posivan käyttöönottosuunnitelman ja teki käyttöönoton menettelyihin RTO-tarkastuksen, ennen kuin Posiva aloitti varsinaisen koekäytön. Käyttöönottosuunnitelma on ylätason suunnitelma, jossa kerrotaan periaatteet käyttöönoton toteuttamiselle. Suunnitelma oli ohjeen YVL A.5 vaatimusten mukainen. Suunnitelma ei kuitenkaan ollut kaikilta osin riittävän yksityiskohtainen. Posiva on esittänyt tarkemmat käyttöönoton menettelyt järjestelmien ja laitostason koeohjelmissa, joissa on kuvattu kokeiden vaiheet, tavoitteet, menettelyt, edellytykset ja hyväksymiskriteerit.

Käyttöönoton aikana STUK havaitsi, että Posiva ei ollut kaikilta osin toiminut laatimansa käyttöönottosuunnitelman ja ohjeen YVL A.5 vaatimusten mukaisesti. STUK edellytti Posivalta lisätietoja kapselointilaitoksen käyttöönoton toteutuksesta, erityisesti koekäyttöjen vaiheistuksesta, etenemisestä ja suoja-automaatiojärjestelmän puuttumisesta laitostason koekäytöissä. Tämän jälkeen Posiva päivitti käyttöönottosuunnitelmaansa ja määritti jatkotoimenpiteet, joilla Posiva varmistaa laitoskokonaisuuden toimivuuden ja turvallisuuden. STUK seuraa ja arvioi käyttöönoton etenemistä ja sen vaatimustenmukaisuutta jäljellä olevien koekäyttöjen aikana.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen laitteiden ja järjestelmien koekäytöt ovat turvallisuusarvion kirjoitusvaiheessa osittain edelleen kesken. Erityisesti turvallisuusluokiteltujen nosto- ja siirtolaitteiden koekäyttöjä ei ole voitu saattaa päätökseen suoja-automaatiojärjestelmän koekäyttöjen keskeneräisyyden vuoksi.

STUK ei ole vielä saanut käsiteltäväksi kaikkien turvallisuusluokiteltujen järjestelmien koekäyttöjen tulosraportteja. Ohje YVL A.5 edellyttää, että tulosraportit on toimitettava kahden kuukauden kuluessa kokeiden loppuun saattamisesta kaikista niistä kokeista, joiden koeohjelma on vaadittu toimitettavaksi STUKille. Raportoinnissa on esitettävä lopullisten koetulosten lisäksi mahdolliset poikkeamat koekäytöstä sekä ne korjaus- ja muut toimenpiteet, jotka ovat olleet tarpeen hyväksyttävien tulosten saavuttamiseksi. Koekäyttöjen ja raportoinnin keskeneräisyyden vuoksi STUK ei ole voinut vielä kaikilta osin arvioida käyttöönoton vaatimuksenmukaisuutta eikä toteutuksen toimivuutta käytännössä, erityisesti turvallisuusluokiteltujen järjestelmien toiminnasta häiriö- ja onnettomuustilanteissa.

Posiva ei ole siten vielä kokonaisuudessaan osoittanut STUKille koekäyttöjen hyväksyttävyyttä ja laitosten toimivuutta.

Järjestelmätason kokeiden raportointi ja kokeiden loppuunsaattaminen on viivästynyt suoja-automaation luvanhaltijan käyttöönottotarkastuksen viivästymisen vuoksi. Viivästyminen on johtunut siitä, että kaikkia vastaanottotarkastuksia ja ennen käyttöönoton alkua tehtäviä luvanhaltijan asennustarkastuksia ei toteutettu ohjeiden mukaisesti tai dokumentoitu riittävässä laajuudessa, jolloin todentamista on tehty vasta luvanhaltijan käyttöönottotarkastusvaiheessa. Tämä poikkeaa ohjeen YVL E.7 edellyttämästä menettelystä.

Posivan mukaan laitteet ja komponentit ovat laitoksilla edelleen tarkastettavissa, joten vastaava todentaminen on mahdollista tehdä jälkikäteen. Posivan mukaan mahdolliset poikkeamat ja puutteet on korjattu ja toimivuus varmistettu. Posivan toimintatavalla ei tässä vaiheessa arvioida olevan vaikutusta tekniseen turvallisuuteen eikä käytönaikaiseen turvallisuuteen, koska laitos ei ole vielä käytössä. Laitoksen turvallisesta toiminnasta saadaan lisää osoitusta tulevissa laitostason kokeissa.

Vaikka edellä mainitulla menettelyllä ei tässä vaiheessa arvioida olevan vaikutusta tekniseen ja käytönaikaiseen turvallisuuteen, viivästymiseen johtaneet puutteet viittaavat organisaation toiminnan, ohjeiden noudattamisen ja laadunhallinnan kehittämistarpeisiin. Näitä organisaation toimintaa ja johtamista koskevia havaintoja on käsitelty tarkemmin turvallisuusarviossa määräyksen 38 §:n yhteydessä.

Hyväksyttävästi suoritettujen järjestelmäkokeiden jälkeen Posiva suorittaa kapselointilaitoksella vielä täydentävän laitostason kokeen, jonka tarkoituksena on varmistaa, että laitos toimii suunnitelmien mukaisesti. Hyväksytysti suoritettu laitostason koe on tekninen edellytys sille, että kapselointilaitoksen käyttö voi alkaa. Posiva aikoo myös tehdä koekäyttöä todellisella polttoaineen siirtosäiliöllä ennen käytön aloittamista.

Loppusijoituslaitoksella käyttöönotto on edennyt pääosin ei-ydinteknisesti turvallisuusluokiteltujen järjestelmien osalta. Loppusijoituslaitoksen tuotantolaitteiden, kuten puskurin asennusjärjestelmän sekä kapselin siirto- ja asennusajoneuvon osalta koekäytöt ovat kesken tai aloittamatta. Hyväksyttävästi suoritettujen järjestelmäkokeiden jälkeen Posiva suorittaa loppusijoituslaitoksella laitostason kokeet ja yhteistoimintakokeen. Kyseisten kokeiden suorittaminen hyväksytysti on edellytys sille, että loppusijoituslaitoksen käyttö voi alkaa.

Posiva on laatinut ydinlaitoksen käyttöä varten ohjeiston, joka on osittain vielä keskeneräinen. Käyttöönoton aikana Posiva on pyrkinyt varmistamaan ohjeiden riittävyyttä, ja käyttöönoton eri koekäyttöjä on hyödynnetty käyttöohjeiden oikeellisuuden ja toimivuuden arvioinnissa. Ohjeistoa on kokonaisuudessaan päivitetty merkittävästi käyttöönoton kokemusten perusteella. Posiva toteuttaa vielä täydentävän kapselointilaitoksen laitostason kokeen, jossa tavoitteena on edelleen varmistua ohjeiston tarkoituksenmukaisuudesta.

STUKin käsittelemät Posivan kapselointilaitoksen ja loppusijoituslaitoksen rakennustekniset käyttöönottosuunnitelmat huomioivat ohjeen YVL E.6 mukaiset vaatimukset käyttöönotolle. Posiva on tehnyt kapselointilaitokselle käyttöönottotarkastuksen vuosina 2023 ja 2024, minkä jälkeen STUK suoritti rakennuksen ja rakenteiden käyttöönottotarkastuksen.

Loppusijoituslaitoksen osalta luvanhaltijan rakennustekninen käyttöönottotarkastus on valmistunut, ja STUK teki ohjeen YVL E.6 mukaisen käyttöönottotarkastuksen turvallisuusluokitelluille rakenteille.

Kapselointilaitoksen ja loppusijoituslaitoksen rakennustekniseen käyttöönottoon ei enää liity merkittäviä avoimia asioita. Kapselointilaitoksella tehdään vielä luokan EYT rakenteita koskevia muutoksia, joita koskevat suunnitelmat ovat STUKin tiedossa. STUK katselmoi kohteet ennen käytön aloittamista.

Loppusijoitustilojen osalta keskustunneleiden ja loppusijoitustunneleiden rakenne- ja käyttöönottotarkastukset ovat vielä kesken.

Johtopäätös (23 §)

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen laitteiden ja järjestelmien koekäytöt ovat osittain edelleen kesken. STUK ei ole voinut vielä kaikilta osin arvioida käyttöönoton vaatimuksenmukaisuutta eikä toteutuksen toimivuutta käytännössä, erityisesti turvallisuusluokiteltujen järjestelmien toiminnan osalta häiriö- ja onnettomuustilanteissa. Osa laitteista, järjestelmistä ja rakenteista on jo otettu käyttöön, mutta kokonaisuuden toimivuutta käytännössä ei ole voitu kaikilta osin vielä arvioida. STUK varmistaa valvonnalla laitosten turvallisen toiminnan ennen käytön aloittamista.

Posiva toteutti kapselointilaitoksen yhteistoimintakokeen syksyllä 2024. Yhteistoimintakokeessa tekemiensä havaintojen perusteella STUK arvioi Posivan teknisesti pystyvän toteuttamaan kapselointiprosessin turvallisesti. Yhteistoimintakokeessa ei kuitenkaan testattu suoja-automaation toimintaa häiriö- ja onnettomuustilanteissa. Toiminta testataan tulevassa kapselointilaitoksen täydentävässä laitostason kokeessa.

Posivan on ennen käytön aloittamista huolehdittava, että järjestelmäkokeet ja käyttöönoton vaiheet on saatettu asianmukaisesti loppuun ja osoitettava, että järjestelmät ja laitokset kokonaisuudessaan toimivat turvallisuusvaatimusten mukaisesti.

STUK toteaa, että Posiva täyttää määräyksen STUK Y/4/2018 23 §:n 1 kohdan vaatimuksen edellä esitetyin huomautuksin. STUK varmistaa valvonnalla laitosten turvallisen toiminnan ennen käytön aloittamista.

Posiva on laatinut ydinlaitoksen käyttöä koskevan ohjeiston, mutta ohjeiston viimeistely, verifiointi ja validointi ovat osin vielä kesken koekäytön keskeneräisyyden vuoksi. Ohjeiston riittävyys ja toimivuus arvioidaan kokonaisuutena vasta käyttöönoton etenemisen, koekäyttöjen ja yhteistoimintakokeiden perusteella. STUK varmistaa ennen käytön aloittamista, että laitoksen käyttöä koskeva ohjeisto, mukaan lukien häiriö- ja onnettomuustilanneohjeet, ovat riittävät.

STUK toteaa, että Posiva täyttää määräyksen STUK Y/4/2018 23 §:n 2 kohdan vaatimukset edellä esitetyin huomautuksin.

6 Ydinlaitoksen käyttötoiminnan turvallisuus, 6 luku

6.1 24 § Käyttötoiminnan turvallisuus

1. Kumottu.

2. Ydinlaitoksen ohjauksessa ja valvonnassa on käytettävä kirjallisia ohjeita, jotka vastaavat laitoksen kulloistakin rakennetta ja tilaa. Laitteiden huoltoa ja korjauksia varten on annettava kirjalliset määräykset ja ohjeet.

3. Käyttöhäiriöiden ja onnettomuustilanteiden tunnistamista ja hallintaa varten on oltava ohjeet.

4. Merkittävät turvallisuuteen vaikuttavat tapahtumat on dokumentoitava siten, että ne ovat jälkikäteen analysoitavissa.

5. Ydinlaitoksen käyttöluvan haltijan on huolehdittava siitä, että ydinlaitoksen muutokset suunnitellaan ja toteutetaan turvallisuusvaatimusten mukaisesti noudattaen hyväksyttyjä suunnitelmia ja menettelyjä.

Määräyksen STUK Y/4/2018 24 §:ään liittyvät yksityiskohtaiset vaatimukset esitetään ohjeessa YVL A.6.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käyttötoiminnassa käytettävät ohjeet on koottu Posivan johtamisjärjestelmään käsikirjoiksi, joita ovat muun muassa käyttö- ja kunnossapitokäsikirjat. Hallinnollisilla ohjeilla ohjataan käyttötoimintaa ja teknisillä ohjeilla kapselointiprosessia, järjestelmien käyttöä ja hälytysten hallintaa. Laitoksia ohjataan prosessin vaiheita kuvaavien vuokaavio-ohjeiden sekä järjestelmäkohtaisten käyttö- ja hälytysohjeiden avulla. Posiva on etenkin hallinnollisten ohjeiden osalta pystynyt myös hyödyntämään jo olemassa olevia TVO-konsernin ohjeita.

Posivan ohjeet ovat pääosin valmiit. Osa ohjeista, erityisesti loppusijoituslaitoksen järjestelmiin liittyvät ohjeet, ovat vielä keskeneräisiä, koska loppusijoituslaitoksen tuotantolaitteiden käyttöönotto on monilta osin vielä kesken tai aloittamatta. Näin ollen ohjeistoa ei kaikilta osin voi vielä arvioida. Jo valmistuneista ohjeista voidaan kuitenkin todeta niiden olevan käyttötarkoitukseensa soveltuvia. STUK todentaa vielä ennen laitoksen käytön aloitusta, että laitoksen käyttöä koskeva ohjeisto on kokonaisuudessaan riittävä.

Käyttöohjeet verifioidaan ja validoidaan käyttötarkoitukseensa. Verifioinnilla todetaan, että ohjeet on laadittu vaatimusten mukaisesti ja että ne vastaavat suunniteltua toimintaa. Validoinnilla puolestaan on tarkoitus varmistua käytännössä, että ohjeiden mukainen toiminta on turvallista ja vaatimuksenmukaista sekä ohjaa prosesseja toimimaan suunnitellulla tavalla. Validointi on toteutettu ohjeille, joilla on suurempi turvallisuusmerkitys. Ohjeiden validointia on toteutettu kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käyttöönottovaiheessa koekäyttöjen ja yhteistoimintakokeen yhteydessä, sekä erillisissä validointitilaisuuksissa. Ohjeiden verifiointi ja validointi on vielä kesken.

Kunnossapidon, ennakkohuoltojen ja muutostöiden toteutus ohjeistetaan määräaikaiskoeohjeissa ja kunnossapitokäsikirjan ohjeilla. Laitteiden huoltoja ja

korjauksia hallinnoidaan tätä varten kehitetyn kunnossapito-ohjelmiston avulla. Turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) alaisia tai muuten laitoksen turvallisuuteen tai käytettävyyteen vaikuttavia kunnossapitotöitä hallinnoidaan työluvilla työtilausjärjestelmässä.

Ohjeiden lisäksi laitosten ohjauksessa ja valvonnassa noudatetaan TTKE:ta, joka määrittää turvallisuuden kannalta tärkeiden järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden käyttökuntoisuutta koskevat vaatimukset. TTKE:hin liittyvien koeohjeiden validointi on vielä kesken. TTKE:ta on käsitelty tämän turvallisuusarvion luvussa 6.4.

Häiriötilanteissa menetellään järjestelmien hälytysohjeen tai häiriö- ja hätätilanneohjeiden mukaisesti. Häiriö- ja hätätilanneohjeet kattavat sellaiset odotetut käyttöhäiriöt ja oletetut onnettomuudet, joiden seurauksena laitoksen toiminta pysähtyy tai prosessi on keskeytettävä sekä tapahtumat, joissa tulee varmistaa henkilöstön turvallisuus ja kontaminaation leviämisen estäminen. Lisäksi ydin- ja säteilyturvallisuuskäsikirjan ohjeilla varmistetaan ydin- ja säteilyturvallisuuden huomioiminen ja toteutus Posivan toiminnassa sekä turvallisen toiminnan jatkuva parantaminen. Häiriö- ja hätätilanneohjekokonaisuus on pitkälle valmisteltu, mutta on vielä osittain keskeneräinen.

Ohjaamoiden ohjaajat ja laitoksen käyttöpäällikkö dokumentoivat käyttötoimenpiteet ja tapahtumat sähköisiin käyttöpäiväkirjoihin käyttökäsikirjan ohjeiden mukaisesti. Kapselointijaksojen, puskuri-kapselierän asennusjaksojen ja loppusijoitustunnelin täytön asennusjaksojen aikana jokaisen työpäivän jälkeen laaditaan työpäivän lopetusraportti sähköiseen VALPAS-järjestelmään. Havaitut poikkeamat kirjataan Kelpo-havaintotietokantaan, ja ne käsitellään joko turvallisuushavaintona, kehitysehdotuksina tai positiivisina havaintoina.

Laitoskokonaisuuden konfiguraatioon ja vaatimusmäärittelyihin tulevat muutokset käsitellään ja toteutetaan Posivan konfiguraation hallintasuunnitelman mukaisesti. Muutos- ja toimenpide-ehdotukset tallennetaan sähköisiin järjestelmiin ja ehdotusten käsittelyn ja vaikutusten arvioinnin kattavuus varmistetaan muutoskokouksissa.

Johtopäätös (24 §)

Osa laitoksen toiminnassa tarvittavista ohjeista on edelleen keskeneräisiä. Posivalla on kuitenkin käytössään menettelyt ohjeiden loppuunsaattamiseksi. STUK edellyttää, että ohjeisto saatetaan asianmukaisesti valmiiksi ennen käytön aloitusta. STUK tarkastaa ennen laitoksen käytön aloitusta, että laitoksen käyttöä koskeva ohjeisto, mukaan lukien onnettomuus- ja häiriötilanneohjeet, on riittävä.

STUK toteaa, että Posiva täyttää määräyksen STUK Y/4/2018 24 §:n vaatimukset edellä esitetyin huomautuksin.

6.2 24 a § Käytöstäpoiston turvallisuus

1. Ydinlaitoksen käytöstäpoistoluvan haltijan on käytöstäpoiston aikana huolehdittava siitä, että ydinlaitoksen purkaminen toteutetaan turvallisuusvaatimusten mukaisesti noudattaen hyväksyttyjä suunnitelmia ja menettelyjä.

Posivalla on hyväksytty ja voimassa oleva kapselointilaitoksen käytöstäpoistosuunnitelma (STUK 10/H42213/2021, 4.2.2022).

Käytöstäpoiston toteuttaminen on tämänhetkisten tietojen mukaan ajankohtaista kapselointilaitoksen käytön päätyttyä aikaisintaan 2120-luvulla. Käytöstäpoiston toteuttamisen osalta ei turvallisuusvaatimusten täyttymistä arvioida tässä vaiheessa.

Johtopäätös (24 a §)

STUK toteaa, että Posiva täyttää määräyksen STUK Y/4/2018 24 a §:n vaatimuksen kapselointilaitoksen käytöstäpoiston suunnittelun osalta.

6.3 25 § Käyttökokemusten ja turvallisuustutkimuksen huomioon ottaminen turvallisuuden parantamisessa

1. Turvallisuuden kannalta merkittävät käyttötapahtumat on tutkittava perussyiden selvittämiseksi ja korjaavien toimenpiteiden määrittelemiseksi ja toteuttamiseksi.

2. Turvallisuuden jatkuvaksi parantamiseksi on säännöllisesti seurattava ja arvioitava laitoksen sekä muiden ydinlaitosten käyttökokemuksia, turvallisuustutkimuksen tuloksia ja tekniikan kehittymistä.

3. Käyttökokemusten ja turvallisuustutkimuksen sekä tekniikan kehittymisen esiin tuomia mahdollisuuksia teknisiin ja organisatorisiin turvallisuusparannuksiin on arvioitava ja toteutettava siinä määrin kuin se on ydinenergialain 7a§:ssä säädettyjen periaatteiden mukaan perusteltua.

Määräyksen STUK Y/4/2018 25 §:n käyttökokemustoimintaan liittyvät yksityiskohtaiset vaatimukset esitetään ohjeessa YVL A.10.

Sisäinen käyttökokemustoiminta

Sisäisen käyttökokemustoiminnan tavoitteena on turvallisuuden parantaminen oppimalla omista kokemuksista. Oppiminen tapahtuu muun muassa tapahtumatutkintojen avulla. Kokemuksista oppimisesta huolehtimiseen tarvitaan osaavat henkilöresurssit. Käyttökokemustoiminta on erityisosaamisalue, johon ei ole oppilaitosten tarjoamaa koulutusohjelmaa.

Useat henkilövaihdokset ja vähäiset henkilöresurssit vaikuttivat vuosina 2018–2024 Posivan käyttökokemustoiminnan perustehtävien, kuten tapahtumatutkintojen, tekemiseen ja Posivan käyttökokemustoimintaprosessin kehittämiseen. Tämä heikensi kokemuksista oppimisesta huolehtimista ja siten turvallisuuden parantamista.

Posivan sisäinen käyttökokemustoimintaryhmä perustettiin vuoden 2025 alussa. Ryhmä huolehtii Posivan sisäisestä käyttökokemustoiminnasta ja tapahtumien tutkinnasta. Lisäksi Posiva käynnisti vuonna 2025 toimenpiteet sisäisestä käyttökokemustoiminnasta huolehtivien ja turvallisuuden kannalta tärkeitä tehtäviä hoitavien henkilöiden käyttökokemustoiminnan osaamisen kehittämiseksi. STUKin arvion mukaan Posiva on parantanut toimintaa vuoden 2025 aikana tältä osin merkittävästi.

Posivalla on käytössä ohjeistettuja menettelyjä seurata ja arvioida omia ja muiden laitosten kokemuksia sekä käynnistää tutkintoja turvallisuuteen liittyvien tapahtumien perussyiden selvittämiseksi ja korjaamiseksi.

Rakentamisvaiheessa Posiva käynnisti tutkintoja etenkin työturvallisuuteen ja paloturvallisuuteen liittyvistä tapahtumista. STUK sai siten varsin vähän näyttöä säteily- ja ydinturvallisuuteen liittyvien tapahtumien selvittämisestä ja toiminnan korjaamisesta tutkintojen avulla. STUK havaitsi rakentamisen aikaisessa valvonnassa viiveitä Posivan tapahtumatutkinnoissa määrittämien toimenpiteiden toteuttamisessa, parannettavaa käyttökokemustoimintaprosessin arvioimisessa ja kehittämisessä. Posiva on parantanut sisäistä käyttökokemustoimintaansa vuoden 2025 aikana.

Ulkoinen käyttökokemustoiminta

Posivaan liittyvät ulkoiset käyttökokemukset käsitellään osana TVO:n käyttökokemusryhmän (KÄKRY), jossa on myös Posivan edustaja jäsenenä, toimintaa.

KÄKRY seuraa muiden laitosten käyttökokemuksia ja käsittelee hyödylliseksi koetut käyttökokemusraportit. Laitevastaavilla, tekniikkavastaavilla ja järjestelmävastaavilla on tiedottamisvelvollisuus KÄKRYlle tärkeistä vastuualueensa käyttökokemuksista TVO-konsernin ulkopuolelta.

Merkittävinä pidetyt tapahtumat ja havainnot KÄKRY toimittaa käsiteltäväksi asiasta vastaavalle organisaatiolle tai henkilölle. TVO-konsernin käyttökokemustoiminnan tukena on käyttökokemustoiminnan ohjausryhmä, johon myös Posivan edustaja kuuluu.

KÄKRY käsittelee vuosittain merkittävän määrän ulkoisia käyttökokemustapahtumia, joista osa johti tiedoksiantoon organisaation sisällä, huomioitiin koulutuksessa tai edellytti lisäselvityksiä. Suurelle osalle tapahtumista ei kuitenkaan tunnistettu Posivan toiminnan kannalta käyttökokemusarvoa. Ulkoisten käyttökokemusten perusteella ei ole todettu merkittäviä muutostarpeita laitoksilla.

Ulkoisista käyttökokemustapahtumista on tunnistettu myös Posivan toiminnan kannalta huomioitavia tapahtumia, jotka on toimitettu tiedoksi Posivan vastuuhenkilöille sekä käsitelty Posivan turvallisuustoiminnon kokouksessa, käytön ja kunnossapidon viikkokokouksissa sekä laitoskokouksissa.

Turvallisuustutkimus

Posiva tekee omaa turvallisuustutkimusta painottuen pitkäaikaisturvallisuuteen. Posivan oma tutkimus on kuvattu viimeksi vuonna 2024 TEMille toimitetussa ydinjätehuollon tutkimusohjelmassa. Tutkimusohjelma sisältää pitkäaikaisturvallisuuden tutkimusten ohella muun muassa organisaation kehittämistä sekä käyttöturvallisuuden parantamiseen tähtääviä hankkeita.

Posiva on oman tutkimusohjelman lisäksi mukana muun muassa SAFER2024-tutkimusohjelman toiminnassa osallistuen ohjelman toimintaan kaikilla tasoilla. Kansallisten tutkimushankkeiden lisäksi Posiva osallistuu yksittäisiin hankkeisiin Euratomin tutkimusohjelmissa, kuten Horizon Europe (2021–2025) ja Eurad-2.

Johtopäätös (25 §)

Posiva on osoittanut parantamistoimenpiteitä sisäisessä käyttökokemustoiminnassa vuoden 2025 aikana ja ulkoinen käyttökokemustoiminta on järjestetty määräyksen vaatimusten edellyttämällä tavalla. Posiva tekee omia tutkimuksia sekä osallistuu aktiivisesti kansalliseen tutkimusohjelmaan sekä Euratomin tutkimusohjelmiin.

STUK toteaa, että Posiva täyttää määräyksen STUK Y/4/2018 25 §:n vaatimukset sisäisen ja ulkoisen käyttökokemustoiminnan sekä turvallisuustutkimuksen osalta.

6.4 26 § Turvallisuustekniset käyttöehdot

1. Ydinlaitoksen turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa on esitettävä tekniset ja hallinnolliset vaatimukset, joilla varmistetaan laitoksen suunnitteluperusteiden ja turvallisuusanalyysien oletusten mukainen käyttö. Lisäksi turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa on esitettävä vaatimukset, joilla varmistetaan turvallisuuden kannalta tärkeiden järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden toimintakyky, sekä esitettävä rajoitukset, joita on noudatettava niiden ollessa käyttökunnottomia.

2. Laitosta on käytettävä turvallisuusteknisten käyttöehtojen vaatimusten ja rajoitusten mukaisesti, ja niiden noudattamista on valvottava ja poikkeamista raportoitava.

3. Turvallisuusteknisiä käyttöehtoja on sovellettava ydinjätelaitoksen käytöstäpoiston aikana siinä laajuudessa kuin on tarpeen ydinlaitoksen turvallisen käytöstäpoiston varmistamiseksi.

Määräyksen STUK Y/4/2018 26 §:n turvallisuusteknisiin käyttöehtoihin liittyvät yksityiskohtaiset vaatimukset esitetään ohjeessa YVL A.6.

Turvallisuustekniset käyttöehdot (TTKE) on ydinenergia-asetuksen 36 §:n tarkoittama käyttölupa-asiakirja. TTKE ja laitoksen ohjeisto määrittelevät yhdessä ne rajat ja toimintatavat, joilla ydinlaitosta käytetään turvallisesti eri käyttötilanteissa. Posivan TTKE sisältää sekä kapselointilaitoksen että loppusijoituslaitoksen. STUK on hyväksynyt Posivan TTKE:n päätöksellä STUK 1/H42241/2026.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa on kuvattu hallinnolliset toimintaperiaatteet ja menettelytavat sekä vaatimukset käytön ja pelastustoimen organisaatioiden sekä turvahenkilöiden vahvuuksista eri käyttötiloissa. TTKE:ssa esitetään myös tekniset vaatimukset keskeisten ydin- tai säteilyturvallisuuteen vaikuttavien järjestelmien käyttökuntoisuudelle, koestuksille ja käyttörajoituksille. Käyttökuntoisuusvaatimusten tausta, vikatilanteiden käyttörajoitusajat sekä määräaikaiskokeiden ja -tarkastusten suoritusvälit on perusteltu vaatimuksittain TTKE:n perusteluosassa.

Posivan käyttöpäällikkö vastaa siitä, että laitosta käytetään TTKE:n mukaisesti. Turvallisuuden kannalta tärkeiden järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden käyttökuntoisuuteen liittyvien TTKE-vaatimusten täyttyminen todennetaan muun muassa määräaikaiskokein ja -tarkastuksin, jotka on määritelty kunkin vaatimuksen yhteydessä.

Mikäli jokin TTKE-vaatimus ei täyty, astuu siinä määritelty vikatilanne voimaan. Vikatilanteeseen liittyvät toimenpiteet on suoritettava niille asetettujen käyttörajoitusaikojen puitteissa. Mikäli vaadittua toimenpidettä ei suoriteta loppuun käyttörajoitusajan kuluessa, on laitoksen toiminta keskeytettävä turvalliseen tilaan tai pyrittävä siirtymään ohjeiden mukaisesti sellaiseen laitostilaan, jossa käyttöehtoa ei sovelleta.

Laitosten turvalliseen käyttöön vaikuttavista toimenpiteiden suorituksista ja niiden tuloksista laaditaan tallenteet, joiden avulla voidaan todeta laitoksen tilan vaatimustenmukaisuus ja suoritettujen toimenpiteiden asianmukaisuus. TTKE:sta voidaan poiketa vain hallitusti ja etukäteen tehdyn arvion perusteella. Ennen poikkeamista on arvioitava poikkeamisen vaikutukset laitoksen turvallisuuteen, eikä poikkeaminen saa heikentää turvallisuutta. Posivan TTKE:ssa kuvataan menettelyt ja vastuut TTKE-poikkeamisen hyväksyttävyyden selvittämiseksi ja luvan hakemiseksi STUKilta.

Johtopäätös (26 §)

STUK hyväksyi TTKE:n vaatimuksin päätöksellä STUK 1/H42241/2026. Päätöksen vaatimukset ovat kuitenkin sen luonteisia, etteivät ne eivät estä käyttöluvan myöntämistä. Päivitetty TTKE toimitetaan STUKille hyväksyttäväksi ennen laitoksen käytön aloittamista.

STUK toteaa, että Posivan kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen turvallisuustekniset käyttöehdot on toteutettu määräyksen 26 §:n tarkoittamalla tavalla.

6.5 27 § Kunnonvalvonta ja kunnossapito laitoksen turvallisuuden varmistamiseksi

1. Ydinlaitoksen käytön turvallisuuden kannalta tärkeiden järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden on oltava käyttökuntoisia suunnittelun perustana olevien vaatimusten mukaisesti.

2. Käyttökuntoisuutta ja käyttöympäristön vaikutuksia on valvottava tarkastusten, testien, mittausten ja analyysien avulla. Käyttökuntoisuus on ennakolta varmistettava säännöllisillä huolloilla. Kunnostamiseen ja korjauksiin on varauduttava käyttökuntoisuuden heikkenemisen varalta. Kunnonvalvonta ja kunnossapito on suunniteltava, ohjeistettava ja toteutettava niin, että järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden eheys ja toimintakyky säilyvät luotettavasti koko niiden käyttöiän ajan.

Määräyksen STUK Y/4/2018 27 §:n kunnonvalvontaan ja kunnossapitoon liittyvät yksityiskohtaiset vaatimukset esitetään muun muassa ohjeessa YVL A.8 sekä E-sarjan YVL-ohjeissa.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen turvallisuuden kannalta tärkeiden järjestelmien ja niihin kuuluvien rakenteiden ja laitteiden suunnitteluvaatimukset on esitetty lopullisen turvallisuusselosteen järjestelmäkuvauksissa. Turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa määritetään turvallisuuden kannalta tärkeiden laitososien käyttökuntoisuutta koskevat ehdot ja rajoitukset sekä määräaikaiskokeet suoritusväleineen. Ikääntymisen hallintaohjelmassa ja siihen kuuluvissa osa-aluekohtaisissa ohjelmissa kuvattujen menettelyjen perusteella Posivalla on edellytykset huolehtia järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden käyttökuntoisuudesta suunnitteluperusteissa vaadittuja

kriteerejä vastaan. Ikääntymisen hallintaohjelmassa ja sen alaisuudessa olevissa ohjelmissa ja ohjeissa määritelty kunnossapitotoiminta kattaa ennakoivan, korjaavan ja parantavan kunnossapidon sekä näitä koskevan suunnittelun ja toteutuksen, varaosahuollon ja laadunvalvonnan. Ennakoiva kunnossapito perustuu määräajoin tehtäviin huoltotoimenpiteisiin tai kunnonvalvonnan tuottamaan tietoon käyttökuntoisuudesta sekä tämän tiedon mukaiseen kunnostustarpeen arviointiin ja kunnossapitotyön ajoitukseen. Korjaavassa kunnossapidossa laitososa ei ole edellisten piirissä ja se korjataan tai vaihdetaan vasta, kun se on jo vikaantunut. Parantava kunnossapito on yleisempi periaate, joka pitää sisällään laitteiden ja järjestelmien muutos- ja perusparannustyöt.

Rinnan kunnossapitotoimien kanssa Posiva on edellä viitatuissa ohjelmissa ja ohjeissa määritellyt kunnonvalvontaan kuuluvat menettelyt ja toimenpiteet, joihin kuuluu määräaikaiskokeita ja -tarkastuksia. Loppusijoituslaitoksen kallio- ja lujitusrakenteiden käyttökuntoisuuteen vaikuttavia, ympäristössä tapahtuvia muutoksia seurataan Olkiluodon monitorointiohjelmassa määritellyillä mittauksilla.

Johtopäätös (27 §)

STUK toteaa, että Posivan kunnonvalvontaa ja kunnossapitoa koskevat suunnitelmat täyttävät määräyksen STUK Y/4/2018 27 §:n vaatimukset. STUK valvoo toiminnan vaatimustenmukaisuutta osana normaalia valvontaa ennen käytön aloittamista ja käytön aikana.

6.6 28 § Ydinlaitoksen säteilymittaukset ja radioaktiivisten aineiden päästöjen valvonta sekä väestön ja työntekijöiden säteilyannosten arviointi

1. Ydinlaitoksen huonetilojen säteilytasoja sekä huoneilman ja järjestelmissä olevien kaasujen ja nesteiden aktiivisuuspitoisuuksia on mitattava.

1a. Radioaktiivisten aineiden päästöjä laitokselta on valvottava ja pitoisuuksia ympäristössä tarkkailtava.

2. Ydinlaitoksen käytöstä aiheutuvia työntekijöiden ja ympäristön väestön säteilyannoksia on mitattava tai muuten arvioitava ottaen huomioon kehon ulkoinen ja sisäinen säteilyaltistus.

3. Väestön säteilyannosten osalta on määritettävä säteilyannos väestön eniten altistuvaa ryhmää edustavalle henkilölle. Säteilyaltistuksen määrityksessä on otettava huomioon merkittävät radioaktiivisten aineiden kulkeutumisreitit.

4. Säteilyannokset sekä radioaktiivisten aineiden päästöt ja pitoisuudet ympäristössä on raportoitava Säteilyturvakeskukselle.

Määräyksen STUK Y/4/2018 28 §:ään liittyvät yksityiskohtaiset vaatimukset esitetään ohjeissa YVL C.3, YVL C.4, YVL C.6, YVL C.7 ja YVL A.9.

Säteilymittausjärjestelmät

Posivan ydinlaitoksille on asennettu säteilymittausjärjestelmät, joilla seurataan kattavasti ydinlaitosten huonetilojen säteilytasoja sekä huoneilman ja järjestelmissä olevien kaasujen ja nesteiden aktiivisuuspitoisuuksia.

Käsittelykammion säteilymittausjärjestelmällä valvotaan polttoaineen käsittelykammion ja kuivausaseman ulkoisen gammasäteilyn annosnopeuksia. Polttoaineen käsittelykammion jäähdytys- ja suodatusjärjestelmän säteilymittausjärjestelmän tehtävänä on käsittelykammion poistoilman aktiivisuuden jatkuva valvonta.

Kapselointilaitoksen poistoilmapiipun säteilymittausjärjestelmä on toteutettu valvonta-alueen poistoilmastointijärjestelmän yhteyteen. Järjestelmän tehtävänä on ydinjätelaitoksen aktiivisten kaasumaisten radioaktiivisten aineiden päästöjen, eli kapselointilaitoksen poistoilmapiipun kautta laitosympäristöön johdettavan poistoilman, radioaktiivisuuden jatkuva valvonta.

Erillisten järjestelmien säteilymittausjärjestelmän tehtävänä on valvoa jatkuvasti valvonta-alueen viemärivesien keruujärjestelmän niin kutsutun ulospumppauslinjan kautta laitosympäristöön johdettavan (puhtaan tai puhdistetun) jäteveden aktiivisuutta. Huonetilojen säteilymittausjärjestelmällä valvotaan polttoaineen siirtoreitin tiloja sekä kapselointi- että loppusijoituslaitoksella. Säteilymittausjärjestelmän yksi kanava mittaa ilman beeta-aktiivisuutta kuljetussäiliön siirtokäytävällä ja muut kanavat mittaavat gamma-annosnopeuksia.

Kannettava säteilymittausjärjestelmä koostuu mittareista, joita käytetään kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen henkilöstön ja laitokselta poisvietävien esineiden säteily- ja aktiivisuusmittauksiin. Järjestelmän laitteita käytetään säteilyannoksen, annosnopeuden ja aktiivisuuden mittaamiseen laitoksen sisä- ja ulkopuolella normaaleissa ja epänormaaleissa käyttötilanteissa sekä onnettomuustilanteissa, siltä osin kuin tehtäviä ei voida suorittaa laitoksen kiinteällä säteilymittausjärjestelmällä.

Posiva hyödyntää lisäksi TVO:n ympäristön annosnopeuden mittauslaitteistoa sekä säämittausjärjestelmää. Säämittausjärjestelmää käytetään radioaktiivisten aineiden päästöjen leviämissuunnan ja kulkeutumisen laskennalliseen arviointiin normaalin käytön aikana ja mahdollisissa onnettomuustilanteissa.

Ympäristön annosnopeuden mittauslaitteiston ensisijaisena tehtävänä on kaikissa käyttö-, käyttöhäiriö- ja onnettomuustilanteissa antaa luotettavaa mittaustietoa laitosyksiköiltä tapahtuvista radioaktiivisten aineiden päästöistä sekä laitostietoa ja säämittausjärjestelmän meteorologisia mittauksia täydentävää tietoa radioaktiivisten aineiden päästöjen leviämisestä ja niiden määristä voimalaitoksen lähiympäristössä.

Päästöjen valvonnan menettelyt

Posivan ydinlaitoksilla on käytössä kaasumaisten ja nestemäisten päästöjen käsittelyjärjestelmät, joiden avulla laitosten huonetiloissa ja prosessijärjestelmissä olevat radioaktiiviset aineet kerätään talteen. Erillisiä viivästysjärjestelmiä ei ole, sillä lyhytikäiset radionuklidit ovat käytännössä puoliintuneet pois loppusijoitettavista polttoaine-elementeistä.

Radioaktiivisten aineiden päästöt tapahtuvat kapselointilaitokselta ja loppusijoituslaitoksen valvonta-alueelta kaasumaisina tai hiukkasmaisina päästöinä poistoilmapiipun kautta ilmakehään. Kapselointilaitokselta ja loppusijoituslaitoksen valvonta-alueelta poistoilmapiipun kautta ulosjohdettu ilma kulkee lähtökohtaisesti aina HEPA-suodatuksen kautta, millä varmistetaan se, että päästön merkitys ympäristön ja väestön säteilyturvallisuudelle on erittäin vähäinen. Loppusijoituslaitoksen valvomattomalta puolelta ilma johdetaan erilliseen poistoilmakuiluun. Loppusijoituslaitoksen valvomattomalta alueelta ei pitäisi normaalitoiminnan seurauksena aiheutua radioaktiivisten aineiden päästöjä.

Posivan ydinlaitoksilta ei ole suunniteltu tehtävän vesipäästöjä meriympäristöön. Posivan toiminnassa muodostuvat radioaktiiviset jätevedet on tarkoitus viedä Olkiluodon ydinvoimalaitoksille käsiteltäviksi.

Jatkuvatoimisten säteilymittausjärjestelmien avulla seurataan reaaliaikaisesti kapselointilaitoksen poistoilmapiipusta ulosmenevän ilman radioaktiivisuutta jalokaasu- ja aerosolimittauksin. Kapselointilaitoksen poistoilmapiipusta kerätyistä näytteistä määritetään radioaktiivisten jalokaasujen, jodin ja aerosolihiukkasiin sitoutuneiden radioaktiivisten aineiden pitoisuudet gammaspektrometrisesti. Poistoilmapiipussa on myös jatkuvatoiminen tritium-näytteenottokeräin, jonka käyttöönotto tehdään erillisellä muutostyöllä ja jonka käyttöönotto on vielä kesken. Loppusijoituslaitoksen valvomattoman alueen poistoilman säteilyvalvonta toteutetaan näyteilmasuotimeen perustuen. Alfa-aktiivisten aineiden kokonaisaktiivisuus (tarvittaessa myös nuklidikohtaiset pitoisuudet) sekä strontiumnuklidit strontium-89 ja strontium-90 määritetään ilman näyteilmasuotimista molempien ilmapäästöreittien osalta.

Posivan ydinlaitosten käytön aikaiset radioaktiivisten aineiden päästöjen määritykseen liittyvät suunnitteluratkaisut ja -periaatteet sekä niistä johdetut käytännön vaatimukset on esitetty lopullisessa turvallisuusselosteessa ja turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa. Radioaktiivisten aineiden päästöjen määritykseen käytettävät yksityiskohtaiset ohjeet ovat vielä viimeisteltävänä ja STUK varmistaa niiden asianmukaisuuden ennen käytön alkamista.

STUK toteaa, että päästöjen määritykseen liittyvät menetelmät soveltuvat käyttötarkoitukseensa ja mittaustulosten avulla voidaan seurata ydinenergia-asetuksen 22 d §:ssä asetetun raja-arvon toteutumista.

Työntekijöiden säteilyannosten valvonta

Henkilökontaminaatiomonitorointi sekä kapselointi- että loppusijoituslaitoksella on kaksivaiheinen. Posivalla on riittävät menettelyt ja tilat tarvittaessa puhdistaa työntekijät radioaktiivisesta liasta.

Posivan ydinlaitosten valvonta-alueella, sekä aktiivisen siirron aikaisella alueella työskentelevien henkilöiden perusvarustukseen kuuluu henkilökohtainen TL-dosimetri sekä elektroninen dosimetri. Posivan käyttöön valitut dosimetrit mittaavat myös neutroniannosta. Henkilöannosten määrittämisestä ja tulosten tallentamisesta vastaa STUKin hyväksymä annosmittauspalvelu.

Suoritettaessa aktiivisen materiaalin siirtoja valvonta-alueen ulkopuolella, siirtoja suorittavat henkilöt käyttävät TL-dosimetria ja elektronista dosimetria, jossa on neutronisäteilyä mittaava moduuli.

Tavanomaisten henkilökohtaisten annosmittarien lisäksi tullaan tarvittaessa käyttämään myös muita mittareita, esimerkiksi silmädosimetreja, jos epäillään, että kehon eri osat altistuvat epätasaisesti ja efektiivinen annos voi poiketa merkittävästi varsinaisen henkilöannosmittarin tuloksesta.

Posivalla on ohjeistetut menettelyt ja määritystavat poikkeavien annosten, esimerkiksi ihoannosten sekä sisäisen annoksen määrittämiseksi.

Ympäristön säteilyvalvonta

Posiva on toteuttanut ohjeen YVL C.7 mukaisen perustilaselvityksen keräämällä maa- ja meriympäristöstä näytteitä vuosien 2018–2020 aikana. Perustilaselvityksessä on arvioitu Olkiluodossa sijaitsevan kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen lähiympäristön ympäristönäytteiden radioaktiivisuuspitoisuuksia gammaspektrometristen ja radiokemiallisten analyysien avulla.

Olkiluodon ympäristössä toteutetaan STUKin hyväksymää ympäristön radioaktiivisuuden valvontaohjelmaa. Säteilyvalvontaa suorittaa luvanhaltija ohjeen YVL C.7 esittämässä laajuudessa sekä STUK riippumattomana viranomaisena. TVO-konserni toteuttaa samalla valvontaohjelmalla sekä Olkiluodon voimalaitosten että Posivan ydinlaitosten ympäristön säteilyvalvontatarpeet. Vuosille 2023–2027 hyväksyttyyn säteilyvalvontaohjelmaan on sisällytetty Posivan laitosten mittaus- ja näytteenottokohteet, ja tarvittavien lisälaitteiden hankinta ja asennukset on aikataulutettu.

Säteilyvalvontaohjelma on suunniteltu sellaiseksi, että sen avulla ylläpidetään riittävää valmiutta tehdä tarpeelliset säteilymittaukset ja näytteidenotto myös mahdollisessa onnettomuustilanteessa.

Olkiluodon ympäristön säteilyvalvontaohjelmassa analysoidaan vuosittain noin 300 näytettä muun muassa ulkoilmasta, laskeumasta, merivesistä ja talousvedestä. Näytteistä analysoidaan ihmisen säteilyaltistuksen kannalta tärkeimpiä gammanuklideja, kuten koboltti-60, jodi-131 ja cesium-137.

Edustavan henkilön valinta ja säteilyaltistuksen määritys

Posiva on arvioinut laitoksen normaalikäytön sekä mahdollisten käyttöhäiriöiden ja onnettomuustilanteiden aiheuttamaa säteilyaltistusta laitoksen ympäristön väestölle. Ohjeen YVL C.4 mukaisesti raportoitavat säteilyannokset arvioidaan pientä, iältään ja elintavoiltaan riittävän yhtenäistä eniten altistuvaa väestöryhmää edustavalle henkilölle. Posiva on valinnut edustavaksi henkilöksi laitoksen läheisyydessä asuvan runsaasti paikallista ravintoa nauttivan aikuisen henkilön. Edustava henkilö on aikuinen, mikä on perusteltua koska arvioidut säteilyannokset lapsille ovat tässä tapauksessa pienempiä kuin aikuiselle.

Raportointi

Posiva toteuttaa radioaktiivisten aineiden päästöjen sekä ympäristön säteilyvalvonnan tulosten raportoinnin yhdessä TVO-konsernin kanssa täyttäen ohjeiden YVL C.7 ja YVL A.9 vaatimukset.

Johtopäätös (28 §)

TVO-konsernin, johon Posiva ja sen laitokset kuuluvat, suorittama ympäristön säteilyvalvontaohjelma täyttää ohjeen YVL C.7 vaatimukset ja sisältää ulkoisen säteilyn mittauksia sekä ulkoilman, laskeuman, meriveden ja joidenkin ihmiseen johtavien ravintoketjujen eri vaiheita edustavien näytteiden radioaktiivisuuden määrityksiä. Ympäristön säteilyvalvonnasta saadut tulokset varmentavat Olkiluodon ja Posivan laitoksilta tehtyjen radioaktiivisten aineiden päästöjen valvontaa. Tulokset raportoidaan ohjeiden YVL A.9. ja YVL C.7 mukaisesti STUKille osana TVO-konsernin ympäristön säteilyvalvonnan raportointia.

STUK toteaa, että säteilyn annosnopeuksien ja radioaktiivisten aineiden kulkeutumisen valvonta laitoksella, radioaktiivisten aineiden päästöjen ja pitoisuuksien valvonta ympäristössä sekä väestön ja työntekijöiden säteilyannosten arviointi on suunniteltu Posivan ydinlaitoksilla määräyksen STUK Y/4/2018 28 §:n edellyttämällä tavalla. STUK varmistaa vielä jatkuvatoimisen tritium-näytteenottokeräimen käyttöönoton ja päästöjen määritykseen käytettävien ohjeiden vaatimuksenmukaisuuden ennen käytön aloittamista.

6.7 29 § Loppusijoitustoiminnot

1. Jätepakkausten siirrot loppusijoitustilaan on toteutettava siten, että onnettomuustapahtumien mahdollisuus on pieni ja että jätepakkaukset eivät vahingoitu käyttö- tai pitkäaikaisturvallisuuteen vaikuttavalla tavalla.

2. Jätepakkausten siirrot loppusijoitustilaan on toteutettava siten, että henkilöstö ei altistu tarpeettomasti säteilylle.

3. Loppusijoituslaitoksen louhinta- ja rakentamistyöt on eriytettävä loppusijoitustoiminnoista siten, että louhinta- ja rakentamistyöt eivät vaikuta haitallisesti laitoksen käyttöturvallisuuteen tai loppusijoitettujen jätteiden pitkäaikaisturvallisuuteen.

4. Luvanhaltijan on ylläpidettävä loppusijoitetuista jätteistä kirjanpitoa, johon sisältyy jätepakkauskohtaiset tiedot jätelajista, radioaktiivisista aineista, sijainnista loppusijoitustilassa sekä muut viranomaisen tarpeelliseksi katsomat tiedot. Jätekirjanpito on toimitettava Säteilyturvakeskukselle sen hyväksymässä muodossa. Säteilyturvakeskus järjestää loppusijoituslaitosta ja loppusijoitettuja jätteitä koskevien tietojen säilytyksen pysyvällä tavalla.

Yleensä kapseli siirretään hyväksytyn rakennetarkastuksen jälkeen kapselihissillä suoraan loppusijoituslaitoksen kapselivarastoon, jossa on varastopaikat kolmellekymmenelle kapselille. Kapseleita voidaan varastoida myös kapselointilaitoksella, jossa on tilaa 12 kapselille. Siirto tehdään kauko-ohjatusti kapselointilaitoksen ohjaamosta käsin.

Loppusijoitusreikä valmistellaan asennuksia varten puhdistamalla ja kuivaamalla hyväksytty reikä. Loppusijoitusreikään asennetaan puskurilohkoja sekä bentoniittigranulia siten, että kapseli voidaan laskea kapselin siirto- ja asennusajoneuvon avulla näiden keskelle suunnitteluvaatimusten mukaan. Kapselin asentamisen jälkeen reikään asennetaan loput puskurilohkot ja bentoniittigranuli. Puskurin ja kapselin asentamisen toteutettavuus varmistetaan menetelmäkokeilla, joita ei ole vielä toteutettu.

Loppusijoituslaitoksen kapselivarastosta kapseli nostetaan kapselin siirto- ja asennusajoneuvoon (KSAA) säteilysuojan sisälle. Säteilysuoja suojaa siirron aikana kapselia myös mitoituksen mukaisten kivilohkaresortumien varalta. KSAA toimii puoliautomaattisesti kauko-ohjatusti hyödyntäen sensoreita siirtyessään suunnitellun loppusijoitusreiän kohdalle. KSAAn ollessa suunnitellun loppusijoitusreiän kohdalla, se suorittaa kapselin asennuksen puskurin sisään automaatiosekvenssien mukaisesti. KSAA on vielä valmistuksessa ja Posivan esittämän suunnitelman mukaan valmistuksen rakennetarkastus ja käyttöönotto olisivat vuoden 2026 aikana. STUK ei ole voinut todentaa kapselin ja bentoniittipuskurin vaatimustenmukaista asentamista tuotantolaitteilla eikä määräyksen 29 §:n 1 kohdan täyttymistä. Posiva on toimittanut STUKille asentamistoimintaa kuvaavan rakennesuunnitelman kesäkuussa 2026, mutta aineiston arviointi on kesken. Rakennesuunnitelma sekä menetelmäkoe pitää olla STUKin hyväksymiä ennen käytön alkamista.

Työntekijöiden ei ole tarpeen lähestyä kapselia normaaleissa käyttötilanteissa loppusijoitusprosessin aikana. Mikäli sattuisi jokin poikkeava tilanne, on kapseli aina turvallisessa tilassa ja tilanteesta palautuminen voidaan Posivan mukaan suunnitella rauhassa säteilyolosuhteet huomioiden. Puskurin asentamisen jälkeen tunnelitasolle ei aiheudu merkittävää säteilyä kapselista, ja työntekijät voivat liikkua tunnelissa ilman rajoituksia.

Loppusijoitusjärjestelmän viimeisenä asennettava vapautumiseste on tunnelitäyttö. Tunnelitäyttö koostuu Posivan vaatimusten mukaan valmistetusta bentoniittigranulista, ja se asennetaan ruuvikuljettimiin perustuvalla asennuslaitteella. Tunnelitäytön asentamisen menetelmäkoe on tehty vuonna 2025. Menetelmäkokeen raportoinnissa on kuitenkin havaittu puutteita, joihin STUK on edellyttänyt selvennystä (STUK 4/H43451/2025). Puutteet ovat kuitenkin merkitykseltään vähäisiä eivätkä ole esteenä käyttöluvan myöntämiselle. Rakennesuunnitelma sekä menetelmäkoe pitää olla STUKin hyväksymiä ennen käytön alkamista.

Tunnelitäyttöjärjestelmä kattaa myös hylättyjen kalliotilojen täyttämisen. Hylättyjä kalliotiloja ovat avartamattomat loppusijoitustunnelin ja loppusijoitusreiän pilottireiät sekä hylätyt loppusijoitusreiät. Näiden osalta tunnelitäytön asentamiseen ja valmistamiseen liittyy epäselvyyksiä, joihin STUK kohdisti selvityspyynnön (STUK 3/H43451/2025). Epäselvyydet ovat kuitenkin merkitykseltään vähäisiä eivätkä ole esteenä käyttöluvan myöntämiselle.

Uusia loppusijoitustiloja louhitaan käytön aikana siten, että louhintatoiminta tapahtuu eri keskustunnelissa kuin käyttötoiminta. Louhintaa ei tehdä saman aikaisesti kuin kapselia siirretään tai asennetaan loppusijoitusreikään. Käytössä olevista loppusijoitustunneleista on turvaetäisyys louhittaviin tunneleihin. Näillä toimilla rakennustoiminnasta syntyvät riskit loppusijoitustoiminnalle ja jo loppusijoitetuille

kapseleille saadaan minimoitua. Louhintatöistä johtuva kapselin kiihtyvyys vastaa kapselin pudottamista 1 mm:n korkeudelta, joten polttoaineen tai kapselin vaurioituminen on käytännössä pois suljettu edellä mainituilla järjestelyillä.

Posivan jätehuoltosuunnitelman mukaisesti kapselointilaitoksen käytöstä syntyvien matala- ja keskiaktiivisten jätteiden loppusijoittamisesta ja sitä koskevasta kirjanpidosta vastaa TVO. Jätteitä koskevan huolehtimisvelvollisuuden siirtoa TVO:lle on käsitelty turvallisuusarvion luvussa 4.5. Posiva vastaa loppusijoitettua käytettyä ydinpolttoainetta koskevasta jätekirjanpidosta. Turvallisuusselosteen luvun Y.5 ”Rakentaminen ja käyttö” mukaan käytettyä ydinpolttoainetta koskeva jätekirjanpito hoidetaan polttoainetietokantaohjelmalla (Kaapo). Polttoainetietokannasta tiedot ovat toimitettavissa STUKille. STUK tarkastaa Posivan jätekirjanpitomenettelyiden riittävyyden ennen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käytön aloittamista.

Johtopäätös (29 §)

Posiva ei ole toistaiseksi osoittanut, että bentoniittipuskurin ja kapselin asennus loppusijoitusreikään voidaan toteuttaa varsinaisilla tuotantolaitteilla säteilyturvallisesti ja pitkäaikaisturvallisuudesta johdettujen suunnitteluvaatimusten mukaisesti. Posiva on kuitenkin tehnyt tuotantolaitteita vastaavilla demolaitteilla asennuskokeita, joiden perusteella asennustoiminnan voidaan arvioida olevan turvallista. Ennen käytön aloittamista STUK todentaa ohjeen YVL D.7 mukaisesti, että kapselin ja puskurin asennus on toteutettavissa suunnittelu- ja turvallisuusvaatimusten mukaisesti.

STUK toteaa, että Posiva täyttää määräyksen STUK Y/4/2018 29 §:n vaatimukset edellä esitetyin huomautuksin. STUK varmistaa valvonnalla vaatimuksen täyttymisen ennen käytön aloittamista.

7 Loppusijoitusjärjestelmä, STUK Y/4/2018, 7 luku

7.1 30 § Ydinjätteiden loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuus

1. Loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuden on perustuttava toisiaan täydentävien vapautumisesteiden aikaansaamiin pitkäaikaisturvallisuuden turvallisuustoimintoihin siten, että yhden tai useamman pitkäaikaisturvallisuuden turvallisuustoiminnon heikentyminen tai ennakoitavissa oleva kallioperässä tapahtuva tai ilmastollinen muutos ei vaaranna pitkäaikaisturvallisuutta.

Posivan loppusijoituslaitoksen suunnittelu perustuu KBS-3V-loppusijoitusratkaisuun, jossa käytetty ydinpolttoaine sijoitetaan kuparikapselin sisällä olevaan valurautaiseen tukirakenteeseen. Suljetut kuparikapselit sijoitetaan bentoniittisavella vuorattuihin loppusijoitusreikiin loppusijoituslaitoksessa. Posiva on kuvannut loppusijoitusratkaisun ja kullekin vapautumisesteelle on määritetty turvallisuustoimintoja ja toimintakykytavoitteita, joiden tarkoituksena on osaltaan varmistaa jätteiden eristäminen elollisesta luonnosta.

Matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoitustilan suunnittelu perustuu keskiaktiivisten jätepakkausten sijoittamiseen betonikaukaloon ja matala-aktiivisten jätteiden sijoittamiseen pakattuina tai pakkaamattomina niille varattuun loppusijoitustilaan. Loppusijoitustilat suljetaan laitoksen sulkemisen yhteydessä. Matala- ja keskiaktiivisen jätteen tilan vapautumisesteille on myös määritetty turvallisuustoimintoja sekä toimintakykytavoitteita mukaan lukien selkeät aikajaksotavoitteet.

Posivan määrittämät pitkäaikaisturvallisuuden turvallisuustoiminnot ja toimintakykytavoitteet käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukselle ovat laajoja ja kuvailevia. Posivan turvallisuustavoitteena on turvallisuustoimintojen toteutuminen satojen tuhansien vuosien ajan. Turvallisuustoimintojen ja toimintakykytavoitteiden täyttymistä perustellaan analyysein. Turvallisuuden arviointia helpottaisi tarkempi määrittely siitä, millä aikajaksoilla yksittäisten turvallisuustoimintojen ja toimintakykytavoitteiden on tarkoitus täyttyä ja mahdollista heikentyä.

Posiva on tarkastellut vapautumisesteiden heikkenemistä turvallisuustoimintojen menettämisen kautta. Turvallisuustoimintojen, toimintakykytavoitteiden ja suunnitteluvaatimusten sekä suunnitteluspesifikaatioiden väliset yhteydet eivät aina ole riittävän selkeitä. Niitä on pyrittävä selkiyttämään seuraavassa turvallisuusperustelussa.

Johtopäätös (30 §)

Posivan loppusijoituskonsepti perustuu toisiaan täydentävien vapautumisesteiden yhteistoimintaan erityisesti käytetylle ydinpolttoaineelle. Tehdyt analyysit osoittavat, että vapautumisesteet estävät tehokkaasti radioaktiivisten aineiden pääsyä maanalaisia loppusijoitustiloja ympäröivään kallioperään jätteiden sisältämien radioaktiivisten alkuaineiden puoliintumisaikaan nähden tarpeellisen ajan. Matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoituksessa toisiaan täydentäviä vapautumisesteitä on vähemmän, ja niiden rooli vähäisempi matala- ja keskiaktiivisen jätteen eristämiseksi kallioperästä ja ympäristöstä.

Posivan on pyrittävä jatkossa selkiyttämään käytetyn ydinpolttoaineen pitkäaikaisturvallisuuden turvallisuustoimintojen ja toimintakykytavoitteiden määrittelyitä siten, että ne olisivat yksikäsitteisempiä ja ajallisilta tavoitekestoiltaan selkeästi määriteltyjä kuvauksia. Tällöin ne tukisivat paremmin pitkäaikaisturvallisuuden osoittamista. Asiaa on käsitelty tarkemmin luvussa 8.1.

STUK toteaa, että Posiva täyttää määräyksen STUK Y/4/2018 30 §:n vaatimukset yllä olevin huomautuksin.

7.2 31 § Loppusijoituspaikka

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

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

3. Loppusijoituspaikalla ja sen läheisyydessä ei saa olla merkittävää tai poikkeuksellista määrää hyödyntämiskelpoisia luonnonvaroja.

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

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

6. Jos ydinenergialaissa tarkoitettua ydinjätettä loppusijoitetaan maaperään rakennettavaan tilaan, loppusijoitus on suunniteltava ja toteutettava tämän määräyksen vaatimusten mukaisesti ottaen huomioon jätteen rajoitettu aktiivisuus. Maaperään rakennettavaan tilaan saa sijoittaa vain hyvin matala-aktiivista jätettä, jonka kokonaisaktiivisuus ei ylitä ydinenergia-asetuksen 6 §:n 1 momentissa säädettyjä arvoja.

Ohje YVL D.5 tarkentaa määräyksen STUK Y/4/2018 31 §:ssä esitettyjä vaatimuksia loppusijoituspaikan kallioperästä. Kallioperällä on oltava riittävästi luonnollisen vapautumisesteen ominaisuuksia, kuten vakaus ja tiiviys, vähäinen pohjaveden virtaama sekä suotuisa pohjavesikemia. Lisäksi ohjeen mukaan paikan soveltumattomuutta osoittavat muun muassa kallion lujuuteen nähden liialliset kalliojännitykset, ennakoitavissa oleva poikkeuksellisen suuri seisminen tai tektoninen aktiivisuus, sekä pohjaveden epäedulliset ominaisuudet.

Olkiluodon olosuhteita ja kallioperän ominaisuuksia on kuvattu lyhyesti lopullisen turvallisuusselosteen luvuissa 3 ja 4. Lisäksi turvallisuusselosteen aihekohtaisiin raportteihin sisältyy Olkiluodon paikankuvausraportti. Tehtyihin tutkimuksiin perustuen Posiva esittää turvallisuusperustelun synteesiraportissa johtopäätöksenään, että Olkiluodon sijoituspaikka on geologisesti vakaa ja loppusijoitukseen suotuisa, ja että alueen tulevaisuuden kehityskulkuja kyetään ymmärtämään menneistä kehityskuluista saaduilla tiedoilla. Alueen kivilajit edustavat hyvin tyypillistä suomalaista kallioperää eikä Olkiluodossa ole myöskään sellaisia alueen muusta ympäristöstä poikkeavia luonnonvaroja, jotka houkuttaisivat ihmisen tunkeutumaan tahattomasti loppusijoitustiloihin. Posiva käsittelee Olkiluodon sijoituspaikan soveltuvuutta laajemmin paikankuvausraportin luvuissa 9 ja 10. Luonnonvarojen lisäksi muina mahdollisina epäedullisina ominaisuuksina Posiva tarkastelee Olkiluodon pohjaveden virtausolosuhteita, pohjavesikemiaa sekä kalliomekaanisia ja seismisiä olosuhteita ja toteaa, ettei Olkiluodossa voi havaita näiden tekijöiden suhteen ilmeisen epäedullisia ominaisuuksia. Posiva esittää loppusijoitussyvyyksien valinnat selkeästi. Perusteluissa esitetään, miksi valitulla syvyydellä kallio-ominaisuudet ovat loppusijoitukselle suotuisat ja täyttävät ohjeen YVL D.5 vaatimukset 415 ja 416 sekä määräyksen STUK Y/4/2018 31 §:n 5 kohdan vaatimuksen.

Maanpinta- ja maanalaisten tutkimusten tuloksena on varmistunut, että loppusijoituslaitos sijoittuu merkittävien koillislounaisten loiva-asentoisten geologisten rikkonaisuusvyöhykkeiden väliin (BFZ020 ja BFZ021/BFZ099). Lisäksi suunniteltuja tiloja halkovat vähäisemmät pystyasentoiset geologiset rikkonaisuusvyöhykkeet, jotka osaltaan voivat rajata loppusijoitustilojen maanalaista asemointia. Kalliorakentamisen näkökulmasta kallioperä on harvaan rakoillutta ja hyvälaatuista, eikä ennen rakentamisen alkamista ennakoituja huomattavia vesivuotoja ole huolellisen tiivistysinjektoinnin jälkeen juuri jäänyt. Tilat ovat olleet kalliomekaanisesti hyvin vakaat, ja vettä johtavat geologiset vyöhykkeet on saatu tehokkaasti tiivistettyä.

Loppusijoitukseen valittavien riittävän suurten ja ehyiden kalliotilavuuksien valintaan Posiva on kehittänyt kallion soveltuvuusluokittelun (Rock Suitability Classification, RSC). Kallioluokittelua tehdään vaiheittain rakentamisen etenemisen myötä. Esitettyjen ennuste-toteumatulosten perusteella Posivan esittämä kallioluokittelu toimii hyvin, mutta toistaiseksi luokittelusta saatuja kokemuksia ja niistä tehtyjä arviointeja on rajallisesti. Posiva on esittänyt työmaalla tehtävän soveltuvuusluokittelutyön tarpeisiin kriteerit, joiden avulla pystytään varsin yksiselitteisesti määrittämään soveltuvat paikat loppusijoitustiloille ja -rei'ille. STUK toteaa, että kallion soveltuvuusluokittelukriteerit ovat riittävän yksikäsitteiset työn toteutusta varten. Posivan tulee kuitenkin jatkaa soveltuvuusluokittelukriteerien kehittämistä ohjeen YVL D.7 vaatimuksen 809 mukaisesti ja varmistaa, että RSC-prosessi tuottaa pitkäaikaisturvallisuuden kannalta tarkoituksenmukaisia tuloksia.

STUK havaitsi tarkastuksessaan epäjohdonmukaisuutta esimerkiksi kallion soveltuvuuteen liittyvissä vaatimuksissa ja näiden perusteluissa. Joiltain osin kvantitatiivisten todennettavissa olevien kriteerien rinnalla tehdään esimerkiksi pohjavesikemian osalta myös mallinnuksiin perustuvia asiantuntija-arvioita parametrien ajallisesta muuttumisesta. Nämä tausta-arviot dokumentoidaan, mutta

kaikilta osin ei ole täysin läpinäkyvää, miten niiden perusteella päädyttäisiin esimerkiksi loppusijoitustunnelin tai -reiän hyväksymiseen tai hylkäämiseen. STUKin käsityksen mukaan hyväksymiskriteerien täyttyminen arvioidaan kuitenkin suorien havaintojen perusteella. STUKin arvion mukaan soveltuvuuskriteerien perustelut ja yhteydet pitkäaikaisturvallisuuden turvallisuustoimintoihin ja toimintakykytavoitteisiin tulisi kuvata selkeämmin. Asiaa koskeva vaatimus esitetään turvallisuusperustelua koskevassa päätöksessä. Maanalaisten tilojen sijoittaminen, rakentaminen ja sulkeminen toteutetaan tavalla, jonka tarkoitus on mahdollisimman pitkälti säilyttää pitkäaikaisturvallisuuden kannalta tärkeät kallio-ominaisuudet. Kallioperän ominaisuuksia ja niissä tapahtuvia muutoksia seurataan käytön aikana laajan seurantaohjelman mukaisesti ja mahdollisia haitallisia muutoksia varten on luotu toimintamenettelyt. Posiva kuvaa kalliotilat lopullisen turvallisuusselosteen järjestelmäkuvauksissa, jotka ovat kalliotilajärjestelmien osalta perusteellisia, vaikkakin toisiinsa nähden hieman epätasapainoisia.

Kallion soveltuvuusluokittelun lisäksi Posiva pyrkii loppusijoitustilojen louhinnassa hallitsemaan louhinnassa syntyvää rikkonaisuutta (louhinnan häiriövyöhyke eli Excavation Damage Zone, EDZ). Louhinnassa syntyvä rikkonaisuus voi toimia radionuklidien kulkeutumisreittinä tunnelimittakaavassa, ja joissakin tapauksissa vaikuttaa myös yksittäisten loppusijoitusreikien hyväksyttävyyteen. Posiva on osoittanut voivansa rajoittaa louhinnan häiriövyöhykettä tehokkaasti.

Posiva on käsitellyt loppusijoituslaitosten sulkemista laajemmin lopullisen turvallisuusselosteen yleisen osan luvussa 6 sekä aihekohtaisessa raportissa. Luonnollisen vapautumisesteen näkökulmasta tunnelien sulkemiseen tarvittavien tulppien paikan määrittäminen on tärkeä osa sulkemisen jälkeisen turvallisuuden varmistamista.

Johtopäätös (31 §)

STUK katsoo, että loppusijoituspaikan osalta ei ole ilmennyt loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuutta vaarantavia tekijöitä. Loppusijoituslaitoksen ja jätepakkausten yksityiskohtaisen asemoinnin, kallion soveltuvuusluokittelun sekä huolellisten rakentamistoimien avulla Posiva pyrkii varmistumaan siitä, että loppusijoituspaikan olosuhteet jokaisen jätepakkauksen osalta säilyisivät mahdollisimman suotuisina myös loppusijoituslaitoksen sulkemisen jälkeen. Posiva on osoittanut pystyvänsä korkeatasoiseen ja laadukkaaseen kalliorakennustyöhön, mikä myötävaikuttaa luonnollisen vapautumisesteen pitkäaikaisturvallisuusominaisuuksien säilymiseen. Kallion soveltuvuusluokittelun kehittämistä tulee jatkaa edelleen säännöstön edellyttämällä tavalla.

Loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuden arviointi sekä kallion soveltuvuusluokittelun toteuttaminen edellyttävät loppusijoituspaikan kallioperän ja pohjaveden ominaisuuksien jatkuvaa kartoittamista sekä ominaisuuksia kuvaavien mallien ylläpitoa ja kehittämistä loppusijoituslaitoksen käytön aikana.

STUK toteaa, että Posiva täyttää määräyksen STUK Y/4/2018 31 §:n vaatimukset. Loppusijoituspaikan soveltuvuutta koskevat perustelut ovat riittävät.

7.3 32 § Tekniset vapautumisesteet

1. Teknisten vapautumisesteiden on oltava ominaisuuksiltaan sellaisia, että ne estävät tehokkaasti radioaktiivisten aineiden pääsyä maanalaisia loppusijoitustiloja ympäröivään kallioperään jätteiden sisältämien radioaktiivisten alkuaineiden puoliintumisaikaan nähden tarpeellisen ajan. Hyvin matala-aktiivisen jätteen maaperäloppusijoituksessa radioaktiivisten aineiden pääsy elinympäristöön on estettävä tehokkaasti. Lyhytikäisillä jätteillä tämän ajanjakson on oltava vähintään usean sadan vuoden mittainen ja pitkäikäisillä jätteillä vähintään usean tuhannen vuoden mittainen.

1a. Teknisten vapautumisesteiden on hidastettava radionuklidien kulkeutumista.

1b. Tekniseksi vapautumisesteeksi ei saa valita materiaalia tai materiaalien yhdistelmää, jolla on pitkäaikaisturvallisuuden kannalta ilmeisen epäedullinen ominaisuus tai jonka toimintakyky voi heiketä loppusijoitustilojen olosuhteissa tavalla, joka vaarantaa loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuden.

2. Käytettyä ydinpolttoainetta sisältävän loppusijoituspakkauksen ominaisuuksien on estettävä tehokkaasti radioaktiivisten aineiden vapautumista.

3. Käytettyä ydinpolttoainetta sisältävä loppusijoituspakkaus on suunniteltava siten, että suurella varmuudella loppusijoitusolosuhteissa ei voi syntyä itseään ylläpitävää fissioiden ketjureaktiota.

Määräyksen STUK Y/4/2018 32 §:ään liittyvät yksityiskohtaiset vaatimukset esitetään ohjeissa YVL D.5 ja D.7.

Posiva on määräyksen 32 §:n 1 kohdan mukaisesti laatinut turvallisuusperustelunsa moniesteperiaatteelle, jossa käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituskapseli, bentoniittipuskuri, tunnelitäyttö ja sulkurakenteet sekä Olkiluodon kallioperä muodostavat toisiaan täydentävän vapautumisestejärjestelmän. Vapautumisesteille on määritelty turvallisuustoiminnot ja niitä tukevat toimintakykytavoitteet, joiden tarkoituksena on eristää jäte elinympäristöstä, säilyttää kapselin eheys sekä hidastaa ja rajoittaa radionuklidien kulkeutumista mahdollisissa kapseleiden eheyden menetystapauksissa. Vuonna 2018 turvallisuusperustelua varten kiinnitettyyn vapautumisesteiden suunnitteluun on tehty lukuisia muutoksia, jotka Posiva esittää kahdessa COMAN-täydennysmuistiossaan yksittäisinä muutoksina. Suunnitteluperusteiden kiinnityksen jälkeisten muutosten yhteisvaikutusta pitkäaikaisturvallisuuteen ei ole arvioitu yhtenäisen kokonaisarvion kautta (ks. luku 8.1).

Posiva on määräyksen 32 §:n 1a kohdan mukaisesti sisällyttänyt radionuklidien kulkeutumisen viivästämisen keskeiseksi tavoitteeksi. Tilanteissa, joissa loppusijoituskapselin eheys menetetään, tukeudutaan erityisesti bentoniittipuskurin sekä tunnelitäytön ja sulkurakenteiden ominaisuuksiin. Viivästysmekanismit perustuvat pohjaveden virtauksen rajoittamiseen, advektiivisen kulkeutumisen estämiseen ja diffuusioon perustuvaan hitaaseen massansiirtoon, jolloin radionuklidipitoisuudet pienenevät radioaktiivisen puoliintumisen ansiosta ennen

niiden siirtymistä kallioperään. Turvallisuusperustelu käsittelee hidastamista johdonmukaisena osana loppusijoitusjärjestelmää.

Posiva on määräyksen 32 §:n 1b kohdan mukaisesti tarkastellut teknisten vapautumisesteiden materiaalivalintojen pitkäaikaista soveltuvuutta osana vaatimushierarkiaa ja suunnitteluperusteita, joiden lähtökohtana on materiaalien kemiallinen ja mekaaninen vakaus sekä yhteensopivuus loppusijoitusolosuhteiden ja muiden teknisten vapautumisesteiden kanssa. Turvallisuusperustelussa kuparivaipan ja pallografiittivalurautaisen sisäosan valintaa perustellaan niiden oletetulla korroosiokestävyydellä ja mekaanisella toimintakyvyllä, kun taas bentoniittipuskurin ja tunnelitäytön osalta tukeudutaan montmorilloniittipitoisen bentoniitin pitkäaikaiseen vakauteen ja sille asetettuihin materiaalivaatimuksiin.

Loppusijoitustunnelien täyttömateriaali sekä kapselia ympäröivä puskuri ovat bentoniittisavea. Oleellinen osa loppusijoitusjärjestelmän toimintaa Olkiluodon loppusijoituslaitoksen olosuhteissa on bentoniittisaven toimintakyky. Olkiluodon kallioperän pohjavedessä on kuparin korroosiota aiheuttavia aineita, kuten sulfidia. Korroosiota aiheuttavat aineet eivät pääse kapselin pinnalle merkittävissä määrin niin kauan, kun bentoniittimateriaali toimii suunnitellusti. Jos sen toiminta heikkenee, kapselien korroosio voi kiihtyä. Posivan analyysien perusteella savimateriaalin pitkäaikainen toimintakyky säilyy hyvin pitkään loppusijoitusolosuhteissa. STUKin tarkastuksessa on arvioitu savimateriaalien toimintakykyä vertailevilla riippumattomilla arvioinneilla. Arvioinneissa todetaan, että pitkäaikaisen mineralogisen pysyvyyden mallinnus riippuu vahvasti tehdyistä oletuksista ja valituista lähtötiedoista ja asian selvittämistä on jatkettava seuraavassa turvallisuusperustelussa epävarmuuksien vähentämiseksi. Asian merkityksen selvittämiseksi STUK edellytti Posivaa arvioimaan loppusijoitusjärjestelmän toimintaa tilanteessa, jossa bentoniitin toimintakyvyn oletetaan heikkenevän mineralogisen koostumuksen muuntumisen myötä. Posiva arvioi vastauksessaan muuntumisen vaikutusta seurauksiin perustuen SC-OLA:ssa esitettyihin täydentäviin tarkasteluihin. Posivan arvion mukaan seuraukset pysyvät hyväksyttävällä tasolla.

Posiva on vaihtanut käyttölupahakemuksen käsittelyn aikana paljon tutkitun MX-80-bentoniittilaadun huomattavasti vähemmän tutkittuun georgialaiseen bentoniittisaveen. Georgialaisen bentoniitin toimivuutta arvioivaa tutkimusta on tehty vähän verrattuna Posivan aiempiin bentoniittilaatuihin. Käytettävien bentoniittimateriaalien toimintakyvyn ja pitkäaikaispysyvyyden tutkimuksia on jatkettava epävarmuuksien vähentämiseksi ja hallitsemiseksi.

Posiva on määräyksen 32 §:n 2 kohdan mukaisesti asettanut käytettyä ydinpolttoainetta sisältävän kuparikapselin ensisijaiseksi vapautumisesteeksi ja perustelemalla sen roolin erityisesti loppusijoituksen alku- ja keskipitkän aikavälin tehokkaana vapautumisen estäjänä ennen puskurin ja kallioperän täydentävän suojavaikutuksen korostumista. Radioaktiivisten aineiden vapautumisen estäminen perustuu kapselin rakenteeseen ja materiaalivalintoihin, joissa korroosiokestävän kuparivaipan oletetaan estävän pohjaveden pääsy kapseliin ja radioaktiivisten aineiden vapautumisen siitä, sekä pallografiittivalurautaisen sisäosan varmistavan mekaanisen eheyden ja polttoaineen geometrisen vakauden, mitä tukevat kapselille asetetut mitoitus-, laatu- ja kestävyysvaatimukset.

Kuparikapselin toimintakyky perustuu kuparin alhaiseen korroosionopeuteen loppusijoituskallion pohjavesissä. STUK teetti riippumattoman arvion Posivan toimintakykyarviosta. Kapselin pitkäaikaisen toimintakyvyn näkökulmasta pohjaveden sulfidien aiheuttama korroosio on merkittävin kapselia heikentävä prosessi kalliosiirrosten lisäksi. Riippumattoman arvion johtopäätökset kuparikapselin korroosiokestävyydestä ovat samansuuntaisia kuin Posivalla. Kalliosiirroksilta kapselia suojataan loppusijoitusreikien sijoitukseen käytettävillä loppusijoitusreikien hyväksymiskriteereillä. Niillä pyritään varmistamaan, että kapseleihin ei kohdistu niitä vaurioittavia kalliosiirroksia.

Posiva on määräyksen 32 §:n 3 kohdan mukaisesti käsitellyt kriittisyyden hallintaa keskeisenä loppusijoituspakkaukselle asetettuna turvallisuustavoitteena. Turvallisuusperustelun lähtökohtana on, että loppusijoituspakkaus on suunniteltu siten, ettei itseään ylläpitävän fissioiden ketjureaktion synty ole mahdollista missään loppusijoitusolosuhteissa, mukaan lukien häiriötilanteet ja pitkän aikavälin kehityskulut. Kriittisyysturvallisuus perustuu ensisijaisesti kapselin rakenteellisiin ja geometrisiin ratkaisuihin sekä polttoaineen ominaisuuksiin. Kapselin sisäosan mitoituksella ja polttoaine-elementtien sijoittelulla pyritään varmistamaan polttoainegeometrian säilyminen alikriittisenä, ja kriittisyyslaskelmissa otetaan huomioon polttoaineen väkevöinti, palama sekä ajan myötä tapahtuva radioaktiivinen hajoaminen. Kriittisyysturvallisuus osoitetaan konservatiivisilla laskelmilla erityisesti kapselin vedellä täyttymistä koskevissa epäedullisissa tilanteissa.

Vapautumisesteiden valmistus

Moniesteperiaatteen mukaisesti toimivien teknisten vapautumisesteiden asentaminen kuvataan turvallisuusarviossa määräyksen 29 §:n yhteydessä. Tässä kuvataan vapautumisesteiden valmistaminen.

Posiva on käyttölupahakemuksen käsittelyn aikana vaihtanut bentoniittipuskurin materiaalin georgialaiseen bentoniittiin. Alkuperäisen hakemuksen mukaan Posivan oli tarkoitus käyttää Wyoming-tyyppistä montmorilloniittia sisältävää bentoniittia loppusijoituksessa. Syyt muutokseen liittyivät epäselvyyksiin toimitusketjun laadunvarmistuksessa sekä laadulliset puutteet materiaalin prosessoinnissa, minkä takia lohkojen valmistus vaatimusten mukaisesti olisi ollut haastavaa.

Puskuri koostuu bentoniittilohkoista sekä granulaarisesta bentoniitista, jota käytetään täyttämään raot kapselin ja lohkojen sekä lohkojen ja kallion välissä. Lohkojen vaatimusten mukainen valmistus on osoitettu vuonna 2024 suoritetulla menetelmäkokeella.

Tunnelitäyttö koostuu granulaarisesta bentoniitista. Vaatimusten mukaisen granulaarisen bentoniitin valmistus on osoitettu vuonna 2024 toteutetulla menetelmäkokeella yhdessä puskurin kanssa. Menetelmäkokeessa oli epävarmuuksia materiaalin rakenteelliseen jäykkyyteen liittyen. Posiva on kehittänyt valmistusprosessia menetelmäkokeen jälkeen. STUK todentaa kehitystoimien onnistumisen ensimmäisten tunnelitäyttöjen asentamisen rakennetarkastuksen yhteydessä.

Loppusijoituskapseli koostuu useista komponenteista. Kuparisille komponenteille ja kannen sekä pohjan hitsaamiselle on vuosina 2024–2025 tehty ja raportoitu

menetelmäkokeita, joilla on osoitettu komponenttien vaatimusten mukainen valmistaminen. Kupariputken valmistus on osoitettu mahdolliseksi pursottamalla. Posiva on aloittanut pursotettujen kupariputkien valmistamisen vuonna 2025.

Kuparikansi ja -pohja valmistetaan takomalla. Kuparikansien ja pohjien vaatimusten mukainen valmistaminen on osoitettu menetelmäkokeella. Posiva on aloittanut kuparikansien ja -pohjien valmistamisen vuonna 2026. Kuparipohja hitsataan kupariputkeen käyttäen kitkatappihitsausta. Kuparipohjan hitsaaminen on pätevöity menetelmäkokeella. Kuparikansi hitsataan kapseliin Posivan kapselointilaitoksessa käyttäen kitkatappihitsausta. Myös kannen hitsaus on pätevöity menetelmäkokeella.

Kapselin valurautaisen sisäosan sekä teräskannen valmistus eivät edellytä menetelmäkokeita ennen valmistustoimintaa, sillä niiden valmistuksessa ei käytetä erikoisprosesseja. Posiva on valmistanut koekappaleita, joiden perusteella vaatimusten mukaisten komponenttien valmistamiseen voidaan todeta olevan edellytykset. Posiva on aloittanut valurautaisten sisäosien valmistamisen vuonna 2026.

Kapselikomponenttien suunnittelun ja pätevöinnin rinnalla Posiva on pätevöinyt komponenttien ainetta rikkomatonta tarkastusta (NDT). Pätevöinnissä on osoitettu käytettävien menetelmien ja laitteiden kykenevän luotettavasti havaitsemaan määritellyt viat. Posivalla on hyväksytty NDT-menetelmä sekä testauslaitos kuparikomponenteille ja valurautaiselle sisäosalle.

Posiva ei ole toimittanut ohjeen YVL D.7 mukaista kapselin kokoonpanon ja sulkemisen rakennesuunnitelmaa STUKille. Tältä osin STUK ei voi arvioida loppusijoituskapselin kokoonpanoa ja sulkemista. Posivan tulee toimittaa kyseinen rakennesuunnitelma STUKille, ja rakennesuunnitelman tulee olla STUKin hyväksymä ennen käytön alkamista. Tämä puute ei kuitenkaan ole esteenä käyttöluvan myöntämiselle, vaan vaatimustenmukaisuus voidaan todentaa ydinenergialain 20 §:n 2 momentin mukaisessa tarkastuksessa ennen käytön alkamista.

Loppusijoitustoiminnan alkaessa Posivalla on toimitusketju jokaisen vapautumisestekomponentin valmistamiseksi. Vuonna 2026 STUKin pitämässä teknisten vapautumisesteiden valmistuksen tarkastuksessa Posiva kertoi STUKille pyrkivänsä lisäämään mahdollisten toimittajien määrää ja pätevöivänsä uusia valmistusmenetelmiä tulevaisuudessa. Tämä vaikuttaa toimitusvarmuuteen sekä mahdollisesti myös kustannustehokkuuteen. Vaihtoehtoisten toimitusketjujen vaikutus turvallisuuteen on hyvin vähäinen, sillä jokainen uusi toimittaja arvioidaan samoin kriteerein kuin nykyiset toimittajat.

Kapselin valmistukseen liittyvät rakennesuunnitelmat ja menetelmäkokeet on tehty vain OL1- ja OL2-yksiköiden käytetylle ydinpolttoaineelle. Ennen kuin Posiva voi siirtyä loppusijoittamaan LO1- ja LO2-yksiköiden käytettyä ydinpolttoainetta, on Posivan pätevöitävä niiden valmistus ohjeen YVL D.7 mukaisesti.

Johtopäätös (32 §)

Posiva on STUKin arvionarvion mukaan kuvannut riittävästi loppusijoitusratkaisun, jossa käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituskapseli, bentoniittipuskuri, tunnelitäyttö ja

sulkurakenteet sekä Olkiluodon kallioperä muodostavat toisiaan täydentävän vapautumisestejärjestelmän.

STUKin arvion mukaan kapselin toimintakykyanalyysit osoittavat kapselin toimintakyvyn riittäväksi. Bentoniittimateriaalien toimintakykyyn liittyy kuitenkin epävarmuuksia, ja niiden pitkäaikaispysyvyyden tutkimuksia ja arviointia on jatkettava epävarmuuksien vähentämiseksi ja hallitsemiseksi.

Posiva on osoittanut pystyvänsä valmistamaan kapselikomponentteja vain OL1- ja OL2-yksiköiden käytetylle ydinpolttoaineelle. STUK valvoo kapselien suunnittelua ja valmistusta ohjeen YVL D.7 mukaisesti. LO1- ja LO2-yksiköiden käytettyä ydinpolttoainetta ei saa loppusijoittaa ennen STUKin hyväksyntää.

STUK toteaa, että Posiva täyttää määräyksen STUK Y/4/2018 32 §:n vaatimukset. STUK on kuitenkin edellä esittänyt havaintoja, joista osa huomioidaan ydinenergialain 20 §:n 2 momentin mukaisessa tarkastuksessa ennen käytön aloittamista ja osa Posivan tulee huomioida turvallisuusperustelun seuraavassa päivityksessä.

7.4 33 § Tutkimus- ja tarkkailuohjelma

1. Vapautumisesteiden toimintakyvyn varmentamiseksi on laadittava ja toteutettava loppusijoituslaitoksen käyttövaiheen aikainen tutkimus- ja tarkkailuohjelma.

Posiva on laatinut käytönaikaista toimintaa varten Olkiluodon monitorointiohjelman, joka on pääosin jatkumoa rakentamisen aikaisesta ohjelmasta ja siten varsin kattava. Geologia, hydrogeologia ja hydrogeokemia on pysynyt menetelmiltään ja monitoroitavilta suureiltaan ennallaan. Posiva täydentää ohjelmaa vuosittaisella suunnitelmalla, jossa huomioidaan toimintasuunnitelman mukainen tilanne loppusijoituslaitoksessa. Suunnitelman avulla voidaan näytteenottoa painottaa alueille, joilla on odotettavissa muutoksia esimerkiksi loppusijoitustunnelin sulkemisen tai uusien tilojen louhimisen vuoksi.

Monitorointiohjelma huomioi ensimmäistä kertaa myös tekniset vapautumisesteet. Teknisten vapautumisesteiden osalta tarkkailu perustuu epäsuoriin mittauksiin, sillä suorat mittaukset voisivat Posivan mukaan vaarantaa pitkäaikaisturvallisuutta sekä luoda pohjaveden virtausreittejä tunneleihin. Epäsuorissa mittauksissa on kuitenkin heikkoutena niiden tulkinnan haasteellisuus. Vuonna 2025 STUKin tekemän tarkastuksen perusteella Posiva tekee tutkimuksia, joilla se pyrkii löytämään monitoroinnissa korrelaatioita, joille voidaan asettaa raja-arvoja teknisten vapautumisesteiden monitorointiin. STUK seuraa kehitystyötä ja edellyttää Posivalta täydentäviä toimia tarvittaessa.

Posiva on julkaissut vuonna 2024 viimeisimmän tutkimus- ja kehitysohjelman. Lisäksi Posiva toimii kansallisessa tutkimusohjelmassa SAFER2028 sekä EURATOMin tutkimusohjelmissa.

Tutkimushankkeissa painottuvat aiheet, joilla pyritään hallitsemaan pitkäaikaisturvallisuuteen vaikuttavia epävarmuuksia. Lisäksi Posivalla on kehityshankkeita, joilla pyritään sujuvoittamaan tuotantoa sekä laajentamaan teknisten vapautumisesteiden komponenttien mahdollisten toimittajien määrää. Kaikkiin kehityshankkeisiin liittyy myös pitkäaikaisturvallisuusnäkökohtia.

Johtopäätös (33 §)

Kallioperän ja biosfäärin monitorointi jatkuu pääosin rakentamisvaiheen mukaisena, mutta käyttötoimintaan siirtymisen vuoksi näytteenotto ja mittaukset painottuvat alueellisesti eri tavalla. Monitoroinnissa painottuu uusien tilojen rakentamisen edellyttämät tutkimukset sekä olemassa oleviin tiloihin tehtävä loppusijoitustoiminta ja sen vaikutukset kallioperään.

Teknisten vapautumisesteiden monitorointi on lisätty ohjelmaan uutena osa-alueena. Posivalla on käynnissä teknisten vapautumisesteiden monitorointiin liittyviä kehitystoimenpiteitä, joita STUK seuraa osana valvontaa.

Posiva suorittaa tutkimuksia myös käytön aikana, joskin tutkimusten määrä ja laajuus vähenee rakentamisvaiheesta. Vaikka tutkimukset jakautuvat eri osa-alueisiin, palvelevat ne koko organisaatiota.

STUK toteaa, että määräyksen STUK Y/4/2018 33 §:n vaatimukset täyttyvät.

7.5 34 § Suoja-alue

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

Kapselointi- ja loppusijoituslaitos sijaitsee Eurajoen kunnassa asemakaavoitetulla Olkiluodon loppusijoitusalueella, johon hakijalla on hallintaoikeus. Alue kuuluu Olkiluodon ydinvoimalaitosalueeseen, jonka ympärille on muodostettu noin viiden kilometrin laajuinen suojavyöhyke. Tällä vyöhykkeellä maankäyttöä on rajoitettu siten, että muu kuin ydinenergiantuotantoon liittyvä toiminta ei ole sallittua, eikä alueella ole toimintoja tai väestömäärää, jotka estäisivät tehokkaat pelastustoimenpiteet. Laitoksen turvallisuutta mahdollisesti vaarantavat toiminnot on sijoitettu riittävän etäälle, ja alueella noudatetaan lisäksi sisäministeriön asetuksen mukaisia liikkumis- ja oleskelurajoituksia, joihin sisältyy kulun ja kuljetusten valvonta.

Maankäyttöä koskevat rajoitukset ja alueen hallinta perustelevat sitä, että Posivan ydinlaitoksen ympärille on varattu toiminnallisesti ja laajuudeltaan riittävä suoja-alue, joka vastaa ydinenergialain 63 §:n 1 momentin 6 kohdan edellyttämää toimenpidekieltoja varten tarvittavaa aluetta. Loppusijoituslaitoksen sulkemisen jälkeen, 2120-luvulla tai myöhemmin, STUK voi tämän säännöksen perusteella antaa kiinteistöä koskevia toimenpidekieltoja pitkäaikaisturvallisuuden varmistamiseksi. Nämä määräykset merkitään ydinenergia-asetuksen 85 §:n mukaisesti kiinteistörekisteriin, maarekisteriin tai tonttikirjaan.

Sijaintipaikkaa on käsitelty tarkemmin turvallisuusarvion 12 §:n yhteydessä.

Lisäksi Posivan ydinlaitokset sijaitsevat Olkiluodon voimalaitosalueella, jolle on sisäministeriön asetuksella 1104/2013 asetettu liikkumis- ja oleskelurajoitusalue. Turvahenkilöistä (ydinenergialain 7 m §) muodostuva turvaorganisaatio käyttää ydinenergialaissa säädettyjä toimivaltuuksia (ydinenergialain 7 n §) alueen turvaamiseksi ydin- tai säteilyturvallisuutta vaarantavalta toiminnalta (ydinenergialain 3 § 6).

Johtopäätös (34 §)

STUK toteaa, että Posiva täyttää määräyksen STUK Y/4/2018 34 §:n suoja-aluetta koskevan vaatimuksen.

Lisäksi Posiva täyttää määräyksen STUK Y/4/2018 34 §:n suoja-aluetta koskevan turvajärjestelyjen toteuttamiseksi tarkoitetun vaatimuksen, koska Posivan ydinlaitokset sijaitsevat sisäministeriön asetuksen mukaisella liikkumis- ja oleskelurajoitusalueella.

8 Pitkäaikaisturvallisuus, STUK Y/4/2018, 8 luku

8.1 35 § Pitkäaikaisturvallisuus

1. Pitkäaikaisturvallisuutta koskevien ydin- ja säteilyturvallisuusvaatimusten täyttyminen sekä loppusijoitusmenetelmän, teknisten vapautumisesteiden ja loppusijoituspaikan soveltuvuus on osoitettava turvallisuusperustelulla, jossa on tarkasteltava loppusijoitusjärjestelmän mahdollisia kehityskulkuja, mukaan lukien pitkäaikaisturvallisuutta heikentävistä harvinaisista tapahtumista aiheutuvat kehityskulut. Turvallisuusperusteluun kuuluu mm. kehityskulkuihin perustuva laskennallinen turvallisuusanalyysi sekä täydentävät tarkastelut.

2. Ydinenergia-asetuksessa tarkoitetun eniten altistuvien ihmisten säteilyaltistuksen raja-arvon noudattaminen on osoitettava tarkastelemalla sellaista loppusijoituspaikan lähiympäristöstä ravintonsa hankkivaa yhteisöä, johon kohdistuu suurin säteilyaltistus. Ihmisiin kohdistuvan säteilyaltistuksen lisäksi on arvioitava mahdollisia vaikutuksia eläin- ja kasvilajeihin.

3. Ydinenergia-asetuksen tarkoittamille tarkasteluajanjaksoille, joita koskevat loppusijoitetusta ydinjätteestä elinympäristöön vapautuvien radioaktiivisten aineiden määrien pitkän ajan keskiarvojen enimmäisarvot, on lisäksi arvioitava ihmisille aiheutuvaa säteilyaltistusta käyttäen yksinkertaistettuja maanpintaympäristön malleja, joissa huomioidaan maanpintaympäristön vaihtoehtoisia kehityskulkuja.

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 laatimisessa, dokumentoinnissa ja sen laadunhallinnassa noudatettavia periaatteita.

Posivalla on vahva ymmärrys pitkäaikaisturvallisuuden arvioimisesta. Posiva on laatinut turvallisuusperustelun pitkäaikaisturvallisuutta koskevien ydin- ja säteilyturvallisuusvaatimusten täyttymisen sekä loppusijoitusmenetelmän, teknisten vapautumisesteiden toimivuuden ja loppusijoituspaikan soveltuvuuden osoittamiseksi. Käyttölupahakemuksen turvallisuusperustelussa kuvataan loppusijoituskonsepti sekä loppusijoitusjärjestelmä vapautumisesteineen. Loppusijoituskonseptin turvallisuutta perustellaan turvallisuustoimintojen ja niille määriteltyjen toimintakykytavoitteiden avulla.

Loppusijoitusjärjestelmän kuvaus perustuu SC-OLA:ssa vuoden 2018 suunnittelutilanteeseen. Loppusijoitusjärjestelmän kuvauksessa esitetään sekä käytetyn ydinpolttoaineen että Posivan kapselointilaitokselta kertyvän matala- ja keskiaktiivisen ydinjätteen loppusijoitusratkaisut. Molemmat jätelajit on integroitu samaan turvallisuusperusteluun. Posiva on jatkanut käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitustilajärjestelmän kehittämistä SC-OLA:n lähtötietojen kiinnittämisen jälkeen. Posivalla on muutostenhallintaprosessi, joka arvioi yksittäisten muutosten vaikutusta loppusijoituksen turvallisuuteen. Posiva toimitti STUKille COMAN-muistion vuosien 2018–2022 välillä tehdyistä muutoksista. STUK edellytti Posivaa

toimittamaan suunnittelumuutosten kumulatiivisten vaikutusten tarkastelun selvityspyynnöllä vuonna 2024. Vastineena Posiva toimitti STUKille keväällä 2025 COMAN-2025-muistion, jossa esitetään arviot vuoden 2024 loppuun mennessä tehdyistä suunnittelumuutoksista ja siitä, aiheutuuko niistä mahdollisesti uusia radioaktiivisten aineiden päästöihin johtavia kehityskulkuja. Posivan näkemys on, että suunnittelumuutoksista huolimatta SC-OLA:n johtopäätökset ovat edelleen voimassa.

Turvallisuustoimintoja ja toimintakykytavoitteita käytetään turvallisuusperustelussa toimintakykyanalyysissä sekä loppusijoituslaitoksen sulkemisen jälkeisten loppusijoitusjärjestelmän kehityskulkujen muodostamisessa. Turvallisuusperustelussa kehityskulkuja on tarkasteltu skenaarioanalyysin avulla. Posiva on kuvannut skenaarioanalyysin ja valinnut skenaarioanalyysiksi viisivaiheisen skenaarioprosessin. Skenaarioiden systemaattiseen muodostamiseen on sovellettu morfologista analyysia. Turvallisuusperustelun aikajänne on hyvin pitkä ja tulevaisuuden epävarmuudet siten erittäin suuria. Posivan loppusijoitusjärjestelmän kehityskuluissa on valittu lähtökohdaksi mahdolliset kapselin vaurioitumiseen suoraan johtavat prosessit ja tapahtumat. Posivan määrittämien avaintekijöiden joukko koostuu kapselin ja puskurin toimintakykyyn liittyvistä avaintekijöistä sekä kalliosiirroksista, mutta ei esimerkiksi tunnelitäyttöön tai kallioperän toimintaan tai ominaisuuksiin liittyviä avaintekijöistä.

Posiva on tunnistanut suuren joukon loppusijoitusjärjestelmän toimintaa säätteleviä tekijöitä (Features, Events, Processes, FEPs), joita hyödynnetään skenaarioanalyysissä. Posivan tunnistamat FEPit on päivitetty rakentamislupahakemuksen turvallisuusperustelun jälkeen. FEP-kuvaukset ovat tiiviitä proosallisia kuvauksia tekijöistä. Skenaarioanalyysissa tarkasteltu FEP- ja toimintakykytavoitejoukko on rajattu suppeaksi määrittämällä 1) kaksi niin kutsuttua avaintekijää, jotka liittyvät loppusijoituskapselin eheyteen, 2) kaksi avaintekijää, jotka liittyvät puskurin toimintaan 3) yhden avaintekijän, joka liittyy kalliosiirroksiin ja 4) yhden avaintekijän, joka liittyy matala- ja keskiaktiivisen jätteen betonikaukalon toimintaan.

Kehityskulkuihin pohjautuen on määritetty perusskenaarioon, muunnelmaskenaarioihin ja häiriöskenaarioihin pohjautuvia laskentatapauksia, joiden perusteella arvioidaan loppusijoituslaitoksesta sulkemisen jälkeen mahdollisesti tapahtuvia radionuklidien päästöjä sekä niistä aiheutuvaa säteilyaltistusta tuleville sukupolville kehityskulkujen puitteissa. Lisäksi on arvioitu erilaisten ”entä jos”-tyyppisten, skenaarioiden ulkopuolisten tapahtumien seurausvaikutuksia täydentävillä laskennallisilla tarkasteluilla. Analyysit on tehty sekä loppusijoitettavalle matala- ja keskiaktiiviselle ydinjätteelle että käytetylle ydinpolttoaineelle. Posivan pitkäaikaisturvallisuutta koskeva turvallisuusperustelu kattaa miljoonan vuoden analyysiajan loppusijoituslaitoksen sulkemisen jälkeen. Posiva olettaa, että perusskenaariossa kaikki käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitosjärjestelmään liittyvät turvallisuustoiminnot ja toimintakykytavoitteet täyttyvät koko miljoonan vuoden analyysiajan, minkä seurauksena perusskenaariossa ei hajoa yhtään kapselia. Toimintakykytavoitteiden tarkempi kvantitatiivinen ja ajallinen käsittely lisäisi perusskenaarion uskottavuutta ja hyödyntämistä skenaarioiden muodostamisessa ja laskentatapausten parametrisoinnissa. Posiva on tukenut tähän liittyviä tehtyjä valintoja deterministisillä analyyseillä. Skenaarioista johdetut laskentatapaukset tuloksineen on kuvattu luvussa 3.2.

Posiva on arvioinut ilmaston kehittymistä kahteen hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin (IPCC) ilmastonlämpenemisskenaarioon pohjautuen ekstrapoloimalla niitä miljoonan vuoden aikajaksolle. Vaikka IPCC:n arviointiraportit koostavat yhteen parhaan tutkitun tiedon ilmastonkehittymisestä, pitkäaikaisturvallisuuden luotettavuuden arviointia lisäisi myös muunlaisten ilmastoskenaarioiden tarkastelut. Ilmaston kehittymisen mallinnusvalinnat ovat deterministisiä. Posivan analysoimat hyvin pitkien aikajänteiden ilmastoskenaariot tuottavat jääkausia aikaisintaan noin 60 000 vuoden kuluttua. Skenaarioissa ei ole muun muassa arvioitu aikaisia jääkausia. Posiva ei ole muodostanut skenaarioita matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoitustilajärjestelmälle. Myöskään maanpintaympäristön kehittymistä ei ole käsitelty skenaarioina vaan deterministisinä mallilaskuina.

Posiva määrittelee loppusijoitusjärjestelmän alkutilan kunkin vapautumisesteen osalta siihen vaiheeseen, jossa vapautumiseste on asennettu ja johon ei voi enää vaikuttaa eikä sitä suoraan tarkkailla. Alkutilapoikkeamat ja alkuviat on arvioitu FMEA-prosessilla, joka tuottaa kullekin vapautumisesteelle vikaantumisten määrät. STUK pitää laatupoikkeamien systemaattista arviointia hyvänä vapautumisteiden laadunhallinnan lähtökohtana. STUKin näkemyksen mukaan seuraavissa turvallisuusperusteluissa on edelleen jatkettava alkutilan ja alkuvikojen arviointia systemaattisesti koko loppusijoitusjärjestelmälle.

Posiva on arvioinut Olkiluodon saaren ympäristön kehittymistä mallintamalla maankohoamisen vaikutuksia ja ekosysteemimuutoksia 10 000 vuoden aikajaksolle. Pidemmille aikajaksoille on kehitetty tyyppibiosfäärejä altistuksen arvioimiseksi. STUK on arvioinut biosfääri- ja annoslaskentaa ja arvioi, että Posivan mallinnus on tarkoitukseensa soveltuvaa. Altistusanalyyseihin päätyneitä tapauksia on varsin vähän, koska Posivan skenaarioanalyysin perusteella ensimmäisen 10 000 vuoden aikana tapahtuu vain vähän päästöjä aiheuttavia tapahtumia. Posiva on olettanut, että geosfääristä biosfääriin päätyvä aktiivisuus jakautuu tasaisesti elinympäristön laskentaobjektiin. Aktiivisuuspitoisuus ympäristössä riippuu tällöin objektin koosta, ja eniten altistuvan ryhmän saama säteilyaltistus riippuu mainituista aktiivisuuspitoisuuksista. Posivan pitkän aikavälin yksinkertaistetut mallit vaikuttavat tuottavan korkeampia altistusarvioita kuin lyhyemmillä aikaväleillä käytettävät yksityiskohtaisemmat mallit. Altistusmallien kehittämisessä on pyrittävä lyhyiden ja pitkien aikajänteiden mallien tulosten johdonmukaisuuteen.

Posiva on tarkastellut skenaarioanalyysistä johdettujen laskentatapausten lisäksi täydentävinä tarkasteluina sekä laskennallisia herkkyystarkastelutapauksia että luonnonanalogioista saatavaa näyttöä lähinnä vapautumisesteiden pitkäaikaispysyvyydestä. Posivan johtopäätös on, että loppusijoituslaitos pysyy turvallisena myös miljoonan vuoden laskenta-ajan jälkeen.

STUK teki turvallisuusperustelun tarkastamisen yhteydessä Posivalle selvityspyyntöjä, joissa selvitettiin muun muassa

- puskurin pitkäaikaisstabiilisuutta
- vapautumisestemateriaalien ominaisuuksia ja toimintakykyä, koskien erityisesti georgialaista bentoniittisavea
- puskurin oletettua heikomman toiminnan vaikutusta turvallisuusanalyysin tuloksiin

- pohjaveden virtausmallien toimintaa
- laimeiden pohjavesien tunkeutumisen vaikutusta tunnelitäyttö- ja puskurimateriaalien toimintakykyyn
- loppusijoituspaikan kallioperän ominaisuuksien arvioimista
- vaihtoehtoisia ajoituksia ja oletuksia tulevia jääkausia koskien
- turvallisuusanalyysilaskennan valintoja ja lähtötietoja
- skenaarionmuodostusprosessin toteutusta
- loppusijoituksen turvallisuutta useiden miljoonieni vuosien aikajaksolle
- suunnittelumuutosten kokonaisvaikutusten arviointia.

Posiva toimitti kaikkiin selvityspyyntöihin vastineet, jotka STUK on arvioinut.

Johtopäätös (35 §)

Posiva toimitti osana käyttölupahakemusta STUKille hyväksyttäväksi määräyksen 4 §:n mukaisen pitkäaikaisturvallisuusperustelun raporttikokonaisuuden (SC-OLA). Loppusijoitusjärjestelmän kuvaus perustuu SC-OLA:ssa vuoden 2018 suunnittelutilanteeseen. Sen jälkeen on Posiva on tehnyt lukuisia muutoksia loppusijoitusjärjestelmään.

Posiva on arvioinut yksittäisten suunnittelumuutosten vaikutuksia pitkäaikaisturvallisuuteen ja muutosten kokonaisvaikutukset SC-OLA:n johtopäätöksiin. STUK on arvioinut Posivan toimittamat selvitykset. Suurin epävarmuus liittyy savimateriaalin vaihtamiseen toiseen, minkä vaikutuksia STUK edellytti arvioimaan laskennallisilla seurausanalyyseillä. Posivan arvion mukaan seuraukset pysyvät hyväksyttävällä tasolla. STUKin johtopäätös on se, että yksittäisillä muutoksilla ei ole seurausanalyysien perusteella vaikutusta sulkemisen jälkeiseen turvallisuuteen. STUKin arvion mukaan turvallisuusperustelu on riittävä käytön aloittamiseksi, mutta se on kokonaisuudessaan päivitettävä vastaamaan loppusijoituksen käyttöönotettavaa loppusijoitusjärjestelmää. Lisäksi savimateriaalien pitkäaikaispysyvyyden tutkimuksia ja arviointia on jatkettava savimateriaalin toimintakyvyn luotettavuuden kasvattamiseksi. Tarkoituksena on, että Posivalla on päivityksen jälkeen käytössään kokonaisvaltainen turvallisuusperustelu, johon vertautuen voidaan arvioida vastaisuudessa käytön aikana tehtävien suunnittelumuutosten ja mahdollisten poikkeamien vaikutuksia pitkäaikaisturvallisuuteen.

Skenaarioanalyysissa korostuu kapselin eheyteen keskittyvä tarkastelu. Tarkasteltu skenaarioavaruus voisi olla kattavampi, jos avaintekijäjoukko olisi valittu laajemmin. Tämä heikentää turvallisuusperustelun systemaattisuutta ja jäljitettävyyttä, minkä vuoksi skenaarioanalyysia on STUKin mukaan kehitettävä kokonaisvaltaiseen suuntaan siten, että siihen kytkettäisiin myös muut kuin kapselin eheyteen läheisesti vaikuttavat tekijät sekä ilmiöt, kuten maanpintaympäristön evoluutio ja ilmastonmuutokset.

Posiva on skenaarioiden lisäksi tehnyt laajan joukon yksittäisiä herkkyystarkasteluita, joilla on arvioitu vapautumisesteiden toimintakyvyn menetyksiä sekä tarkastellut turvallisuusperustelun muissa osissa monia sellaisia ilmiöitä ja epävarmuuksia, jotka voitaisiin vaihtoehtoisesti käsitellä myös osana skenaarioanalyysiä. Tarkasteluilla on

lisätty luottamusta tehtyihin analyyseihin ja niiden tuloksiin, ja tämän lisäksi turvallisuusperustelun eri osa-alueet tukevat toisiaan.

Turvallisuusperustelussa esitetyt toimintakykyanalyysit, laskennalliset tarkastelut ja täydentävät analyysit antavat kokonaisuutena riittävän näytön loppusijoitusjärjestelmän ja sen eri vapautumisesteiden toimintakyvystä. STUK on tämän kokonaisnäytön perusteella arvioinut, että moniesteperiaatteen toteutumisesta on riittävä varmuus.

Turvallisuusperustelun kehittämistä on jatkettava FEPien ja vaatimustenhallinnan selkeyden saavuttamiseksi ja toimintakykytavoitteiden selkiyttämiseksi. Erityisesti pitkän aikavälin altistusmalleja on kehitettävä.

Laskennallisen turvallisuusanalyysin lopputulokset ja hyväksyttävyys käsitellään luvussa 3.2.

Turvallisuusperusteluaineiston tulosten perusteella on arvioitu, että laitoksesta ei aiheudu sulkemiseen jälkeen suurempaa säteilyaltistusta kuin mitä ydinenergia-asetuksen 22 d §:ssä säädetään.

STUK toteaa, että Posiva täyttää STUK Y/4/2018 35 §:n vaatimukset. Arviointi osoittaa, että turvallisuusperustelua on edelleen tarve kehittää selkeyttämällä turvallisuusperustelua koskevassa päätöksessä esitettyjä osa-alueita turvallisuusperustelun luotettavuuden parantamiseksi.

8.2 36 § Turvallisuusperustelun luotettavuus

1. Turvallisuusperustelun ja siinä käytettävien menetelmien, lähtötietojen ja mallien on pohjauduttava korkealaatuiseen tutkimustietoon ja asiantuntija-arviointiin ja ne on dokumentoitava jäljitettävästi. Lähtötietojen ja mallien on oltava tarkoituksenmukaisia sekä loppusijoituspaikalla ja -järjestelmässä kunakin tarkasteluajanjaksona ennakoituja olosuhteita vastaavia.

2. Laskennallisissa analyyseissä lähtökohtana on pidettävä, että vapautuvien radioaktiivisten aineiden todellisten määrien ja todellisen säteilyaltistuksen tulee suurella varmuudella olla pienempiä kuin turvallisuusanalyysien antamat tulokset. Turvallisuusperustelussa on erikseen arvioitava lähtötietoihin, malleihin ja analyyseihin sisältyviä epävarmuuksia ja niiden merkitystä.

Posiva käyttää systemaattisia menetelmiä hallinnoida lähtötietoja niiden edustavuuden ja ristiriidattomuuden varmistamiseksi. Posiva on dokumentoinut mallien ja lähtötietojen hallinnassa käytettyjä menetelmiä, kuvaus keskittyy mallien yleispiirteiden ja toteutuksen kuvaamiseen sekä menetelmiin, joilla kerätään ja hallinnoidaan lähtötietoja. Turvallisuusperustelun taustaraporteissa on yksityiskohtaisempia kuvauksia malleista. STUK teetti arvion parametrien osajoukosta, ja tarkastettujen parametrien on todettu olevan tarkoitukseensa soveltuvia ja ristiriidattomia. Lähtötiedot on tallennettu ”Safety Assessment” -tietokantaan (SAdb), johon STUKilla ei ole ollut pääsyä. STUK on saanut Posivalta vertailevassa laskennassa tarvittavia laskentatapauskohtaisia lähtötietoja.

Posivan turvallisuusperustelu on hyvin laaja kokonaisuus, joka on ensimmäistä kertaa toteutettu tietoverkkopohjaisena ratkaisuna (Contents Management System, CMS) painettujen raporttien sijaan. Ratkaisulla on mahdollista parantaa turvallisuusperustelun luettavuutta aineistojen sisäisillä linkityksillä. Posivan CMS:ssä on toimiva linkitys turvallisuusperusteluraporttien välillä sekä hyödyllisiä hakutoimintoja. Turvallisuusperustelu nojaa paikoitellen suurelta osin taustaraportteihin ja Posivan sisäisiin muistioihin, joihin ei ole CMS:ssä linkityksiä. Tämä heikentää turvallisuusperustelun tarkastettavuutta ja luettavuutta. Turvallisuusperustelun tulisi olla mahdollisimman itsenäinen kokonaisuus ja turvallisuusargumentoinnin kannalta tärkeiden tietojen pitäisi sisältyä turvallisuusperusteluun.

Turvallisuusperustelun skenaarioprosessin arviointi on kuvattu luvussa 8.1.

Posiva on tehnyt loppusijoitusjärjestelmään suunnittelumuutoksia, joista erityisesti puskuri- ja tunnelitäyttömateriaalin vaihtamiseen liittyvä muutos on heikentänyt turvallisuusperustelun luotettavuutta. Suunnittelumuutosten merkittävimpiä vaikutuksia on käsitelty luvussa 8.1.

Johtopäätös (36 §)

Posiva esittää mallien ja lähtötietojen hallintaa kuvaavat prosessit sekä yleisesti mallinnusvaiheet. Mallien toteutuksia kuvataan turvallisuusperustelun taustaraporteissa ja muissa tausta-aineistoissa. Turvallisuusperustelussa käytetyt lähtötiedot on koottu tietokantaan. Aineistojen rajaaminen turvallisuusperusteluraporttien ulkopuolelle ja tietokantaan heikentää turvallisuusperustelun tarkastettavuutta. Posiva toimitti STUKin selvityspyyntöjen perusteella lähtötietoja, joiden perusteella STUK teki vertailevaa laskentaa. Vertailevan laskennan tulokset olivat saman suuntaisia Posivan tulosten kanssa. Seuraavassa turvallisuusperustelussa mallien ja lähtötietojen kuvauksen läpinäkyvyyttä ja tarkastettavuutta on parannettava.

STUK toteaa, että Posiva täyttää STUK Y/4/2018 36 §:n vaatimukset.

8.3 37 § Turvallisuusperustelun esittäminen ja päivitys

1. *Turvallisuusperustelu on esitettävä, kun haetaan loppusijoituslaitoksen rakentamislupaa ja käyttölupaa sekä tehtäessä merkittäviä laitosmuutoksia. Turvallisuusperustelu on saatettava ajan tasalle loppusijoituslaitoksen määräaikaisten turvallisuusarvioiden yhteydessä, ellei lupaehdoissa toisin määrätä. Turvallisuusperustelun päivitystarve on arvioitava ennen loppusijoitusjärjestelmää koskevien muutoksien tekemistä. Turvallisuusperustelu on saatettava ajan tasalle myös ennen laitoksen lopullista sulkemista.*

Turvallisuusperustelu perustuu loppusijoitusjärjestelmän suunnittelutilanteeseen vuonna 2018. Turvallisuusperustelu toimitettiin STUKille vuoden 2021 lopussa. Posiva on jatkanut loppusijoitusjärjestelmän kehittämistä käyttölupahakemuksen toimittamisen jälkeen ja jokaisen vapautumisesteen suunnittelu on muuttunut käyttölupahakemuksen käsittelyn aikana. Posivalla on järjestelmällinen muutostenhallintaprosessi, mutta STUKin havaintojen mukaan sitä on kehitettävä siten, että sen avulla pystytään paremmin arvioimaan useiden samanaikaisten

muutosten yhteisvaikutukset pitkäaikaisturvallisuuteen ja turvallisuusperusteluun. Loppusijoitusjärjestelmän laaja-alainen muuttaminen kesken käyttölupahakemuksen käsittelyä on ollut pitkäaikaisturvallisuuden osoittamisen ja sen arvioinnin näkökulmasta ongelmallista.

Käyttöluvan myöntämisen jälkeen seuraava turvallisuusperustelu esitetään määräyksen STUK Y/4/2018 37 §:n mukaisesti määräaikaisten turvallisuusarviointien yhteydessä. Turvallisuusperustelu on pidettävä ajan tasalla ja tarvittaessa päivitettävä uuden turvallisuustutkimuksen niin edellyttäessä, sekä ennen loppusijoituslaitoksen sulkemista. STUKin näkemys on, että käyttöön otettavaa loppusijoitusjärjestelmää vastaava pitkäaikaisturvallisuuden arviointi tulee tehdä, kun loppusijoitustoiminnasta on saatu riittävästi kokemuksia. Luvussa 7.1 ja 8.1 esitetyn perusteella STUK esittää Posivan käyttöluvan ehdoksi, että turvallisuusperustelu on kokonaisuudessaan päivitettävä vastaamaan loppusijoituksen käyttöönotettavaa loppusijoitusjärjestelmää.

Johtopäätös (37 §)

Posiva toimitti turvallisuusperustelun kokonaisuutena käyttölupahakemuksen yhteydessä. Posiva toimitti turvallisuusperustelua koskevan korjausaineiston kesällä 2022 ja suunnittelumuutoksia arvioivat erilliset muistiot vuosina 2023 ja 2025. STUKin arvion mukaan turvallisuusperustelu on riittävä käytön aloittamiseksi, mutta huomioiden, että se on kokonaisuudessaan päivitettävä vastaamaan loppusijoituksen käyttöönotettavaa loppusijoitusjärjestelmää. Päivityksen tarkoitus on, että Posivalla on päivityksen jälkeen kokonaisvaltainen turvallisuusperustelu, johon vertautuen voidaan arvioida käytön aikana vastaisuudessa tehtävien suunnittelumuutosten ja mahdollisten poikkeamien vaikutuksia pitkäaikaisturvallisuuteen.

STUK toteaa, että Posiva täyttää määräyksen STUK Y/4/2018 37 §:n vaatimukset edellä mainituin huomautuksin.

9 Organisaatio ja henkilöstö, STUK Y/4/2018, 9 luku

9.1 38 § Ydinlaitoksen johtaminen, organisaatio ja henkilöstö: turvallisuuden varmistaminen

Turvallisuuskulttuuri ja johtaminen

1. Ydinlaitosta suunniteltaessa, rakennettaessa, käytettäessä ja käytöstä poistettaessa tai loppusijoituslaitosta lopullisesti suljettaessa on ylläpidettävä hyvää turvallisuuskulttuuria. Turvallisuus on asetettava etusijalle kaikessa toiminnassa. Kaikkien edellä mainittuun toimintaan osallistuvien organisaatioiden johdon on osoitettava päätöksillään ja toiminnallaan sitoutumisensa turvallisuutta edistäviin toimintatapoihin ja ratkaisuihin. Henkilöstöä on kannustettava vastuuntuntoiseen työskentelyyn ja turvallisuutta vaarantavien tekijöiden tunnistamiseen, raportointiin ja poistamiseen. Henkilöstöllä on oltava mahdollisuus osallistua turvallisuuden jatkuvaan kehittämiseen.

5. Luvanhaltijan on sitoutettava ja velvoitettava henkilöstönsä sekä toimittajat ja alihankkijat, joiden toiminnalla on vaikutusta ydinlaitoksen turvallisuuteen, turvallisuuden ja laadun järjestelmälliseen hallintaan.

9. Luvanhaltijalla on oltava vastuullisen johtajan tukena toimiva, muusta organisaatiosta riippumaton asiantuntijaryhmä, joka kokoontuu säännöllisesti käsittelemään turvallisuutta koskevia asioita ja antaa tarvittaessa niistä suosituksia.

Posivan johto on TVO-konsernin turvallisuuspolitiikassa sitoutunut korkeatasoiseen turvallisuuskulttuuriin, jossa ydinlaitoksen turvallisuuteen vaikuttavat tekijät saavat kukin tärkeytensä edellyttämän huomion ja ovat etusijalla päätöksiä tehtäessä. Posiva sitoutuu toimintapolitiikkansa mukaisesti turvallisuuden, ympäristöasioiden hallinnan ja laadun jatkuvaan parantamiseen, ja toiminnan turvallisuuden hallinta on kokonaisvaltaista ja suunnitelmallista. Johtamiskäsikirjansa mukaan Posiva pyrkii ylläpitämään kulttuuria, jossa johto päätöksillään ja esimerkillään kannustaa organisaatiota turvallisuustietoiseen toimintaan, motivoi henkilöstöä vastuuntuntoiseen työskentelyyn, edistää avointa ilmapiiriä, joka kannustaa puutteiden raportointiin ja jossa henkilöstöllä on mahdollisuus osallistua turvallisuuden jatkuvaan parantamiseen.

Nämä periaatteet sisältyvät Olkiluodon ydinlaitoksilla pitkälti "Ydinalan ammattilaisuus” -ajattelutapaan. Ydinalan ammattilaisuuden mukaisia käyttäytymisodotuksia konkretisoidaan Posivan henkilöstölle muun muassa tehtäväkohtaisten koulutussisältöjen kautta. Vuoden 2025 aikana turvallisuuskulttuuriin ja ydinalan ammattilaisuuteen liittyviä odotuksia on käsitelty myös esihenkilöiden ja alaisten välisissä navigointikeskusteluissa ja koko henkilöstölle suunnatuissa tilaisuuksissa.

Rakentamisprojektin aikana laitospaikalla toimivien urakoitsijoiden henkilöstölle on järjestetty turvallisuuskulttuurikoulutuksia, työmaan turvallisuuskulttuurin kyselyitä ja palautetilaisuuksia. Posivalla on myös käytössään turvallisuushavaintojen ja poikkeamien raportointiin kanavat, joiden käyttöön Posivan johto kannustaa oman organisaation ja toimittajien henkilöstöä.

Posiva noudattelee osittain TVO:n periaatteita ja menettelyitä turvallisuuskulttuurin ja johtajuuden arvioinnissa ja kehittämisessä. Posivan johto ja määritellyt esihenkilöt käyvät TVO-konsernin ”Nuclear Professional Leader” -koulutusohjelman. Posiva osallistuu myös esimerkiksi TVO-konsernin ”Corrective Action Programme” -toimintaan, jossa käsitellään säännöllisesti toiminnasta tehtyjä, turvallisuutta koskevia havaintoja. Posivan turvallisuuden tilaa käsitellään myös osana TVO:n turvallisuustoiminnon laatimaa turvallisuuden valvontaraporttia. STUKin havaintojen perusteella Posivan toimintaa koskevien havaintojen käsittely edellä mainituissa foorumeissa ja näiden tuottamissa raporteissa jää melko vähäiseksi.

TVO:n yleisten käytäntöjen lisäksi Posivalla toimii turvallisuuskulttuuriryhmä. Se laatii vuosittain päivittyvän turvallisuuskulttuurin toimenpideohjelman, joka kokoaa turvallisuuskulttuurin kehittämisen ja arvioinnin toimenpiteet Posivalla. Toimenpiteisiin sisältyy sekä toistuvaluonteisia tehtäviä että arviointien pohjalta päätettyjä kehitystoimia.

Turvallisuuskulttuurin tilaa Posiva seuraa jatkuvasti muun muassa havaintojen perusteella, toimenpideohjelman toimenpiteiden toteuman kautta, ja noin kahden vuoden välein tehtävän turvallisuuskulttuurikyselyn avulla. Turvallisuustoiminto raportoi edellä mainittujen perusteella turvallisuuskulttuurin tilannekuvaa johtoryhmän kokouksissa. Tämän lisäksi turvallisuuskulttuuriryhmä kiteyttää vuosittain turvallisuuskulttuurin tilasta yhteenvedon. Posiva on toteuttanut johtamisjärjestelmän ja turvallisuuskulttuurin perusteellisemman arvioinnin noin neljän vuoden välein. Viimeksi arviointi on tehty alkuvuodesta 2025.

Vastuullisen johtajan tukena turvallisuusasioita käsittelee riippumaton turvallisuusryhmä. Sen puheenjohtajana toimii Posivan turvallisuuspäällikkö. Ryhmässä on myös yhtiön ulkopuolisia asiantuntijoita. Turvallisuusryhmä kokoontuu säännöllisesti käsittelemään ja antamaan suosituksia ydinturvallisuuteen liittyvistä asioista. Turvallisuusryhmä käsittelee muun muassa loppusijoituksen turvallisuuteen sekä laitosten suunnitteluun ja tuotantovalmiuteen liittyviä asioita. Lisäksi se käsittelee muun muassa Posivan organisointia, kyvykkyyttä, osaamista ja turvallisuuskulttuuria.

Posivan johto on kehittänyt kriteerit ja mittariston seuratakseen yhtiön valmiutta tuotannon aloittamiseen. Mittaristoon sisältyy myös organisaation valmiuteen liittyviä osa-alueita. Yksi osa-alueista on turvallisuuden osaaminen ja turvallisuuskulttuuri. Posiva on tunnistanut käyttövaiheen tarkoittavan yhtiössä kulttuurin muutosta, mutta STUKin näkemyksen mukaan Posivalta on käyttöönottovaiheen alkaessa puuttunut selkeä kuva siitä, mitä heidän toimintakulttuurissaan pitää konkreettisesti muuttaa tai parantaa käyttövaihetta ajatellen. Posiva on omien arviointiensa ja STUKin valvonnan perusteella käynnistänyt vuosina 2024 ja 2025 toimenpiteitä muun muassa turvallisuuden eri osa-alueiden osaamisen kehittämiseksi, laitostuntemuksen lisäämiseksi, turvallisuushavaintojen nopeaksi käsittelemiseksi, esihenkilötyön yhtenäistämiseksi ja turvallisuuskulttuurin periaatteiden tutuksi tekemiseksi.

STUK valvoo turvallisuuskulttuuria ja johtamista muun muassa tarkastusten, Posivan itsensä tekemien arviointien ja suunnitelmien, sekä muun valvonnan aikana tekemiensä havaintojen kautta. STUK tilasi myös riippumattoman turvallisuuskulttuurin arvioinnin VTT:ltä vuonna 2023 turvallisuusarviota

valmistellessaan. VTT:n arvioinnin ajankohtana käyttövaiheen organisointi ja toimintatavat olivat vielä suunnitteluasteella. Toiminta ja suunnitelmat täyttivät yleisellä tasolla odotukset hyvälle turvallisuuskulttuurille. VTT antoi suosituksia muun muassa toimittajien hyvään turvallisuuskulttuuriin liittyvien menettelyjen parantamiseen, käyttövaiheen turvallisuuskulttuurimuutoksen selkeyttämiseen ja yhteistoimintakokeen hyödyntämiseen turvallisuuskulttuurin kehittämisessä. Valvonnan perusteella Posiva huomioi VTT:n suosituksista vain pienen osan. Toimittajien ohjaaminen ja valvonta sekä rakentamisprojektin kulttuurin poisoppiminen ovatkin STUKin mukaan jatkuneet haasteena Posivan toiminnassa.

STUKin valvonnan perusteella Posivan monikymmenvuotinen tausta yhtiönä, joka on tutkinut ja kehittänyt ydinjätteen loppusijoitusratkaisua, näkyy siinä, että Posivan johto ja henkilöstö tunnistavat turvallisuuden (mukaan lukien pitkäaikaisturvallisuus) yhtiön menestyksen keskeiseksi kulmakiveksi. Tämä heijastuu johtamisjärjestelmän turvallisuutta varmentavissa tarkastus-, todentamis-, arviointi- ja päätöksentekomenettelyissä sekä henkilöstön sisältöosaamisessa.

STUK on kuitenkin valvonnassa havainnut, että Posivan tapa arvioida toimintaansa, korjata poikkeamien juurisyitä ja ottaa huomioon ratkaisujensa välillisiä turvallisuusvaikutuksia, esimerkiksi vaikutuksia turvallisuuden osoittamiseen tai turvallisuuskulttuuriin, on ollut puutteellista. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnitteluaineiston laatu sekä toiminnan vaatimuksenmukaisuuden valvonta ovat olleet STUKin näkemyksen mukaan kehityskohteita, joihin Posiva on tarttunut hitaasti. Projektiaikataulun noudattaminen on korostunut käyttölupa-aineiston valmistelussa ja käyttöönottovaiheessa toisinaan laadun kustannuksella.

Tehokas linja- ja projektiorganisaatiosta riippumaton turvallisuuden valvonta on oleellista toiminnan haastamisessa ja turvallisuuskulttuurin parantamisessa. Tämä toiminta resursoitiin Posivan rakentamisen ja käyttöönoton aikana ohuesti. Lisäksi inhimillisten ja organisatoristen näkökulmien erityisosaamista ei käytetty systemaattisesti hyödyksi, joten organisaation toimintaa ja turvallisuuskulttuuria koskevat huomiot ja opit ovat STUKin mukaan jääneet osittain saamatta.

STUK on puuttunut edellä mainittuihin puutteisiin valvonnassaan. Posivan kyky tarttua kyseisiin havaintoihin on oleellista, koska käyttövaihe edellyttää vaatimusten tinkimätöntä noudattamista, kyseenalaistavaa asennetta ja tehokasta poikkeamista ja tapahtumista oppimista. Posivan johto on käynnistänyt toimenpiteitä johtamisen kehittämiseksi ja hyvän turvallisuuskulttuurin ydinasioiden varmistamiseksi. Nämä toimet ovat edenneet vuoden 2025 jälkipuoliskolla. Johto on korostanut henkilöstölle turvallisuuden etusijaa muihin tavoitteisiin nähden. Posiva on myös täsmentänyt päätöksenteko- ja riskitarkastelumenettelyitään ja kehittänyt kokemuksista oppimista. Lisäksi Posiva on ottanut selkeämmin vastuuta toimittajien ohjaamisesta ja muun muassa lisännyt teknisten vapautumisesteiden valmistuksen valvontaa.

Posivan johdossa on tapahtunut henkilövaihdoksia käyttövaiheen lähestyessä. Tuotantojohtaja, joka on työskennellyt yhtiössä vuodesta 2020, on hyväksytty ydinenergialain edellyttämäksi käytöstä vastuulliseksi johtajaksi. Nykyinen toimitusjohtaja aloitti tehtävässään 2023. Posiva on panostanut viime vuosina esihenkilötyön ja johtamisen kehittämiseen sekä henkilöstön osallistamiseen. Posivan henkilöstötyytyväisyys on hyvällä tasolla.

STUK toteaa, että kokonaisuutena arvioiden Posiva täyttää säännöstön vaatimukset hyvälle turvallisuuskulttuurille, vaikka ydinlaitoksen käyttövaiheessa oleelliset arvot, toimintatavat, asenteet ja osaaminen tarvitsevat edelleen huomiota juurtuakseen Posivan johtamiseen ja toimintakulttuuriin läpi organisaation. Kehitystarpeita, kuten turvallisuusnäkökohtien ja riskien huomioimista arkisessa päätöksenteossa ja poikkeamien perussyihin tarttumista, seurataan valvonnassa.

Johtamisjärjestelmä

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

3. Johtamisjärjestelmän on katettava kaikki ydinlaitoksen turvallisuuteen vaikuttavat organisaation toiminnot. Kunkin toiminnon osalta on tunnistettava turvallisuuden kannalta merkittävät vaatimukset ja kuvattava suunnitellut toimenpiteet sen varmistamiseksi, että vaatimukset täytetään. Organisaation prosessien ja toimintatapojen on oltava järjestelmällisiä ja ohjeistettuja.

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

4a. Mikäli hyväksyttyihin suunnitelmiin joudutaan tekemään muutoksia, ne on toteutettava suunnitelmallisesti ja hallitusti.

6. Luvanhaltijan organisaation johtosuhteet sekä henkilöiden tehtävät ja niihin liittyvät vastuut on määriteltävä ja dokumentoitava. Organisaation toimintaa on arvioitava ja kehitettävä ja organisaation toimintaan liittyviä riskejä arvioitava säännöllisesti. Merkittävien organisaatiomuutosten turvallisuusvaikutukset on arvioitava ennakkoon.

Posiva kuuluu TVO-konserniin, ja Posivan toiminnan ylätason ohjaava politiikka on sama kuin TVO:n konsernipolitiikka. Posivan johtamisjärjestelmässä myös hyödynnetään niitä TVO-konsernin menettelyjä, joita Posiva voi soveltaa omassa toiminnassaan. TVO-konsernin ohjeistuksessa huomioidaan tarvittavilta osin Posivan erityispiirteet. Posivan johtamisjärjestelmä koostuu useista käsikirjoista, jotka kokoavat aihealueen ohjeiston. Posivan käyttötoiminnan kannalta oleelliset prosessit on kuvattu johtamiskäsikirjassa ja sitä tarkentavissa ohjeistuksissa. STUK on hyväksynyt Posivan johtosäännön ja laadunhallintaohjelman osana käyttölupahakemusaineistoa.

Posiva on määrittänyt organisaationsa johtosuhteet, merkittävien tehtävien tehtävänkuvat ja niihin liittyvät vastuut johtamisjärjestelmässään. Organisaatiota on laajemmin kuvattu Posivan organisaatiokäsikirjassa. Ydinlaitoksen rakentamisen aikana Posiva on kehittänyt toimintaansa ohjelmien ja niiden yhteydessä toimivien projektien puitteissa.

Posivan johtamisjärjestelmässä on kuvattu organisaation prosessit, turvallisuuteen vaikuttavat organisaation toiminnot, niihin kohdistuvat vaatimukset sekä turvallisuuden varmistamiseksi tehtävät toimenpiteet. Posivalla on kuusi pääprosessia: johtaminen, loppusijoitustilojen rakentaminen, tekniset vapautumisesteet, loppusijoitus, laitosten ylläpito ja kehitys sekä pitkäaikaisturvallisuuden hallinta. Lisäksi Posivalla on useita tukiprosesseja, joista osa on TVO-konsernin kanssa yhteisiä.

Posivalla on järjestelmälliset menettelyt organisaation toiminnan arvioimiseksi. Organisaation toimintaa ja kyvykkyyttä arvioidaan muun muassa itsearvioinneilla, turvallisuuskulttuuriryhmän vuosiarvioinnissa, sekä ulkoisilla (riippumattomilla) ja sisäisillä auditoinneilla. Suoritettavat arvioinnit ja niiden painopisteet suunnitellaan vuosittain ja niitä toteutetaan määrävälein. Posivan johtamisen vuosikellon mukaisessa arviointien suunnittelussa huomioidaan hankkeen kulloinenkin vaihe ja sen tulevat aktiviteetit. Posiva toteutti organisaatiomuutoksen riippumattoman arvioinnin siirtyessään tuotanto-organisaatioon kesällä 2024.

STUK on valvonnassa todennut, että Posivan tulisi arvioida organisaationsa toimintaa ja selvittää tapahtumia nykyistä matalammalla kynnyksellä sekä hyödyntää rakentamisen aikana saatuja kokemuksia nykyistä tehokkaammin. Posiva on määrittänyt riippumattoman käytönvalvonnan menettelyt ja harjoitellut sen mukaista toimintaa kapselointilaitoksen yhteistoimintakokeessa.

Posivalla on määritellyt menettelyt poikkeamien tunnistamiseksi ja korjaamiseksi ja niissä huomioidaan turvallisuusmerkitys. STUK on valvonnassaan puuttunut Posivan poikkeamankäsittelyyn ja ohjeiden sekä suunnitelmien noudattamatta jättämiseen. STUK on korostanut suunnitelmien ja menettelyiden järjestelmällisen noudattamisen tärkeyttä ja rohkaissut Posivaa tekemään herkemmin omasta toiminnastaan havaintoja ja poikkeamia. STUK on myös vaatinut Posivalta syvällisempää inhimillisten organisatoristen tekijöiden huomiointia osana poikkeamien käsittelyä.

STUKin käsittelemissä aineistoissa on havaittu toistuvia puutteita Posivan aineistojen valmistelussa ja laadunhallinnan menettelyissä. STUK on useaan otteeseen kiinnittänyt huomiota asiakirjojen puutteisiin ja asettanut vaatimuksia, mutta Posivan toimenpiteet eivät ole olleet riittävän vaikuttavia.

Posivan muutosten hallinnan prosessi on kuvattu ja käytössä. STUKin huolenaiheena on ollut kumuloituvien suunnittelumuutosten turvallisuusvaikutusten arviointi ja niiden kokonaisvaltainen hallinta. Eri järjestelmien valmistuksessa ja rakentamisessa on käytetty toisistaan poikkeavia muutostenhallinnan menettelyjä, joihin STUK on puuttunut. STUKin näkemyksen mukaan Posivan tulisi kokonaisuutena kehittää muutosten hallintaa, niiden vaikutusten arviointia sekä kokonaisuuden koordinointia.

Johtamisjärjestelmällä on tarkoitus huolehtia turvallisuuden ja laadun hallinnasta. STUK on havainnut, ettei Posiva ole rakentamis- ja käyttöönottovaiheen aikana systemaattisesti noudattanut omia ohjeitaan tai suunnitelmiaan kaikilta osin. STUKin näkemyksen mukaan Posivan on jatkossa huolehdittava siitä, että tuotantotoiminnan aikana noudatetaan ohjeita ja suunnitelmia turvallisuuden ja laadun varmistamiseksi.

STUK on valvonnassa todennut, että Posivan on kehitettävä menettelyitään erityisesti tilanteisiin, joissa se toimii itse järjestelmän tai laitteen tilaajana ja valmistajana.

Rakentamisvaiheen aikana esimerkiksi kapselin siirto- ja asennusajoneuvon valmistuksessa ja kelpoistamisessa on havaittu merkittäviä puutteita, koska hyväksyttyjä suunnitelmia ja ohjeita ei valmistuksen aikana ole kaikilta osin noudatettu. Havaitut puutteet näyttävät osittain johtuneen siitä, että valmistuksen valvontaa ei toteutettu Posivan suunnitelmien mukaisesti. Lisäksi STUKin havaintojen perusteella sekä osaamisessa että YVL-ohjeiden vaatimusten soveltamisessa on ilmennyt puutteita.

Posiva seuraa ja mittaa toimintaansa muun muassa prosessimittareilla ja erilaisilla indikaattoreilla esimerkiksi turvallisuuden tunnusluvuilla. Turvallisuuden tunnusluvut ovat niin sanottuja aihepiirikohtaisia (esimerkiksi ydinturvallisuus), kun taas prosessimittarit ovat prosessikohtaisia. Posiva raportoi hallitukselleen aihepiirikohtaisista indikaattoreista tuotantoon valmistautumisessaan.

Posivalla on määritellyt päätöksentekomenettelyt, jotka ohjaavat käyttölinjassa vaihtoehtojen ja riskien arviointia sekä päätösten perustelua. Posivan päätöksentekomenettelyt ohjaavat vaihtoehtojen ja riskien tarkasteluun sekä päätösten perustelemiseen, mutta Posivan toiminnassa riskien tarkastelu on ollut paikoin suppeaa eikä sen avulla ole silloin muodostunut riittävän kattavaa kuvaa päätösten turvallisuusvaikutuksista.

Posiva on valmistautunut käyttövaihetta varten erillisissä ohjelmissa, joihin kuuluu projekteja. ”Tuotantoon valmistautuminen” -ohjelmassa Posiva on kehittänyt muun muassa käytön aikaisia käsikirjojaan ja ohjeitaan. Käyttöohjeiden valmistelu on Posivalla edelleen osittain kesken. Kaikkia ohjeita ei ole vielä voitu laatia lopulliseen muotoon, koska laitosten käyttöönotto on yhä käynnissä. Käyttöohjeita on tarkemmin käsitelty turvallisuusarviossa määräyksen 24 §:n yhteydessä.

Posivalla on menettelyt toimittajien arvioimiseksi ja hyväksymiseksi, ja se auditoi merkittävimpiä toimittajiaan. STUK on valvonnassaan todennut Posivan toimittaja-auditointien olevan suunnitelmallisia ja asianmukaisia. STUKin näkemyksen mukaan Posivan tulee kuitenkin edelleen vahvistaa toimittajien ohjausta ja valmistuksen laadunhallinnan varmistamista, jotta luvanhaltijan vastuu toimittajien vaatimustenmukaisesta toiminnasta toteutuu kaikilta osin jatkossa.

Posiva täyttää 38 §:n johtamisjärjestelmän sekä turvallisuuden ja laadunhallinnan vaatimukset. Posivan johtamisjärjestelmä, johtosääntö ja toimintaan liittyvät käsikirjat ovat pääosin ajan tasalla ja riittäviä käytön aloittamiseksi. Laadun hallinta, poikkeamien ja muutosten hallinta sekä organisaation vastuut ja menettelyt on määritelty ja toteutettu riittävällä tavalla. Posivan prosessit ja menettelyt ovat järjestelmällisiä ja ohjeistettuja. Posiva arvioi ja kehittää toimintaansa säännöllisesti.

Henkilöresurssit ja osaaminen

7. Turvallisuuden kannalta merkittävät tehtävät on nimettävä. Näissä tehtävissä toimivien henkilöiden osaamisesta on varmistuttava.

8. Luvanhaltijalla on oltava riittävä ja tehtäviinsä soveltuva ammattitaitoinen henkilöstö ydinlaitoksen turvallisuudesta huolehtimiseksi. Luvanhaltijan käytettävissä on oltava ydinlaitoksen turvalliseen rakentamiseen, käyttöön ja käytöstäpoistoon sekä turvallisuuden kannalta tärkeiden laitteiden kunnossapitoon ja onnettomuustilanteiden

hallintaan ja ydinjätteiden loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuteen ja loppusijoituslaitosten sulkemiseen liittyvä tarvittava ammatillinen osaaminen ja tekninen tieto.

Posivalla on käytössään TVO-konsernin osaamisen hallinnan menettelyt, ja se hyödyntää myös konsernin koulutuspalveluja, joiden avulla Posiva huolehtii henkilöstön järjestelmällisestä kouluttamisesta. Posivalla on käytössään systemaattiset henkilöstö- ja resurssisuunnittelun, rekrytoinnin, perehdyttämisen sekä osaamisen kehittämisen ja varmistamisen menettelyt. Posiva hyödyntää osaamiskartoituksia, joiden avulla tunnistetaan osaamisen vahvuudet ja kehitystarpeet myös pitkäaikaisturvallisuuden osalta.

TVO:n osaamista ja asiantuntemusta hyödynnetään Posivan ydinlaitoksen käytön aikana esimerkiksi ennalta määritellyissä käyttö- ja kunnossapitotoiminnoissa sekä tukipalvelutoiminnoissa. Posiva ja TVO solmivat tätä varten palvelusopimuksia. Sopimukset tehdään vuodeksi kerrallaan ja tarpeita on mahdollista täydentää tai muokata sopimuskauden aikana. Riippuvuus TVO:n osaamisesta voi luoda riskejä, esimerkiksi TVO:n organisaatiomuutosten seurauksena.

Posiva on nimennyt ja STUK on hyväksynyt erillishyväksyttävät henkilöt, kuten vastuullisen johtajan, turvajärjestelyjen, valmiusjärjestelyjen ja ydinmateriaalivalvonnan vastuuhenkilöt ja heidän varahenkilönsä sekä säteilyturvallisuusvastaavan (STV) ja hänen varahenkilönsä. Posiva käyttää lisäksi toiminnassaan säteilyturvallisuusasiantuntijoita (STA) työntekijöiden ja väestön säteilysuojelun suunnittelussa, toteutuksessa ja seurannassa säteilylain ja ydinenergialain vaatimusten mukaisesti. Turvallisuuden kannalta merkittävät tehtävät ja vastuut on kuvattu Posivan johtosäännössä ja tehtäviin nimettyjen henkilöiden osaamisesta on varmistuttu erilaisin menettelyin ja STUKin tekemissä arvioinneissa ja hyväksynnöissä.

Posivalla laitosten ohjaajina toimivat operaattorit. Posivan laitosten operaattorit ovat perehtyneet laitoksiin ja niiden järjestelmiin jo rakentamisen sekä koekäyttöjen aikana. Operaattorien perehtyminen on käynnissä ja jatkuu Posivan laitosten koekäyttöjen edetessä. Operaattorit osallistuvat koekäyttöihin ja käyttöönoton aikaisiin tehtäviin osana Posivan käyttöorganisaatiota, mikä tukee heidän käytännön osaamisensa kehittymistä ja ymmärrystä laitteiden ja järjestelmien toimintaperiaatteista. Posivan tulee hakea operaattoreille hyväksyntää ydinenergialain 7 i §:n mukaisesti ennen kuin laitosten varsinainen käyttö voidaan aloittaa. STUK on Posivan hakemuksesta hyväksynyt menettelyt Posivan ydinlaitoksen ohjaajien pätevöimiseen ja osaamisen varmistamiseen. STUK arvioi hyväksymismenettelyn yhteydessä, että operaattorit ovat suorittaneet ennalta laaditun koulutusohjelman. Posivan operaattorien koulutusohjelman tavoitteena on varmistaa, että operaattoreilla on tehtäviensä edellyttämä teoreettinen osaaminen sekä riittävä käytännön kokemus laitosten käytöstä, mukaan lukien häiriö- ja poikkeustilanteista.

Operaattorien osaamisen varmistamisen osalta STUKin vaatimukset ovat painottuneet hätä- ja häiriötilanteiden harjoitteluun sekä operointitoimenpiteiden kertaamisena yhteistoimintakokeiden ja tuotannon välisenä aikana.

Kokonaisuutena STUK katsoo, että Posiva tekee toiminto- ja organisaatiotason osaamisen- ja resurssien määrittelyä ja suunnittelua järjestelmällisin menettelyin. Posiva arvioi organisaationsa nykytilaa ja tulevia resurssi- ja osaamistarpeita johdonmukaisesti. Arvioinnissa huomioidaan lähitulevaisuus ja pidemmän aikavälin tarpeet. Posivalla on menettelyt ja olemassa oleva tapa hyödyntää aiempaa enemmän inhimillistä ja organisatorista osaamista. STUK tulee valvonnassaan seuraamaan asian kehittymistä.

Johtopäätös (38 §)

STUK toteaa, että kokonaisuutena arvioiden Posiva täyttää käytön aloittamiseksi määräyksen 38 §:n vaatimukset hyvälle turvallisuuskulttuurille, johtamisjärjestelmälle sekä henkilöresursseille ja osaamiselle. STUK seuraa valvonnassaan Posivan tunnistettuja kehitystarpeita, kuten turvallisuusnäkökohtien sekä riskien huomioimista arkisessa päätöksenteossa ja poikkeamien perussyihin tarttumista sekä ohjeiden ja suunnitelmien noudattamista. Lisäksi STUK seuraa Posivan osaamisen riippuvuutta TVO:sta ja siihen liittyvien riskien tunnistamista sekä hallintaa. STUK valvoo, että Posiva varmistaa, että ydinlaitoksen käyttövaiheessa oleelliset arvot, määritellyt toimintatavat, asenteet ja osaaminen juurtuvat Posivan johtamiseen ja toimintakulttuuriin läpi organisaation. STUK saa lisätietoa henkilöresurssien riittävyydestä ja osaamisesta sekä käyttöohjeistuksen kattavuudesta kapselointilaitoksen täydentävästä laitostason kokeesta sekä loppusijoituslaitoksen yhteistoimintakokeesta. Näitä arvioidaan vielä ydinenergialain 20 §:n 2 momentin mukaisessa STUKin tarkastuksessa.

10 Turvajärjestelyt, STUK Y/3/2020

10.1 Säännöstö ja sen nojalla asetetut vaatimukset

Ydinenergialain 7 §:n mukaisesti *ydinenergian käytön edellytyksenä on, että turvajärjestelyt ja valmiusjärjestelyt sekä muut järjestelyt ydinvahinkojen rajoittamiseksi ja ydinenergian käytön turvaamiseksi ydin- tai säteilyturvallisuutta vaarantavalta toiminnalta ovat riittävät.* Ydinenergian käyttöä valvovana viranomaisena STUK valvoo turvajärjestelyjen riittävyyttä (ydinenergialaki 55 §).

Ydin- tai säteilyturvallisuutta vaarantava toiminta voi johtua lainvastaisesta toiminnasta tai esimerkiksi turvallisuuden varmistamiseksi annettujen määräysten ja ohjeiden noudattamatta jättämisestä. Ydinenergialain 7 l §:n mukaisesti *luvanhaltijalla on oltava turvajärjestelyt ydinenergian käytön turvaamiseksi ydinlaitoksessa ja sen alueella. Luvanhaltijalla on oltava turvajärjestelyt myös muussa paikassa tai kulkuvälineessä, jossa ydinenergian käyttöä harjoitetaan. Turvajärjestelyjen ja niihin tehtävien muutosten on oltava Säteilyturvakeskuksen hyväksymät. Turvajärjestelyjen on oltava riittävät suhteessa ydinenergian käyttöön kohdistuviin uhkiin ja suojaustarpeisiin. Luvanhaltijan on tiedotettava turvajärjestelyistä alueella työskenteleville ja asioiville.*

Turvajärjestelyjä koskevat säädökset esitetään ydinenergialaissa ja -asetuksessa sekä määräyksessä STUK Y/3/2020. Vaatimusten yksityiskohtaiset soveltamisohjeet ja STUKin valvontamenettelyt kuvataan ohjeissa YVL A.11, YVL A.12 ja YVL D.2. Myös eräissä muissa YVL-ohjeissa esitetään lähtökohtia, joissa on otettu huomioon tarve varautua myös lainvastaisen toiminnan havaitsemiseen ja estämiseen. A/CPPNM (Amendment to the Convention on the Physical Protection of Nuclear Material) toimii kansainvälisenä, oikeudellisesti sitovana viitekehyksenä turvajärjestelyille (valtiosopimukset SopS 72/1989, SopS 19/2016).

10.2 Luvanhaltijan turvajärjestelyt ja niiden arviointi

Ydinenergialain 7 m § edellyttää, että luvanhaltijalla on riittävästi turvahenkilöitä. Posiva on kuvannut STUKin hyväksymässä Posivan ja TVO:n yhteisessä turvaohjesäännössä turvahenkilöiden käytön ydinenergialain 7 §:n mukaisen toiminnan varmistamiseksi. Turvaorganisaatiolla on myös luvanhaltijan määrittämät ohjeet, joiden mukaisesti turvahenkilöt työskentelevät ydin- ja säteilyturvallisuuden varmistamiseksi.

STUK on määritellyt suojelupoliisin laatiman uhkakuvan mukaisesti (ydinenergia-asetus 146 §) suunnitteluperusteuhkan, jota luvanhaltijan on käytettävä turvajärjestelyjen suunnittelun ja toteutuksen perusteena. Suunnitteluperusteuhka sisältää turvajärjestelyjen suunnitteluperusteena käytettävät määrittelyt lainvastaiseen tai muuhun ydin- tai säteilyturvallisuutta vaarantavaan toimintaan mahdollisesti ryhtyvien henkilöiden tai ryhmien toimintakyvystä. Suunnitteluperusteuhka sisältää vakavuudeltaan eritasoisia uhkia.

Posiva on toimittanut arvionsa suunnitteluperusteuhkan täyttymisestä. STUK on suunnitteluperusteuhkan täytäntöönpanopäätöksellään arvioinut Posivan suunnittelemat turvajärjestelyt riittäviksi.

Käyttölupahakemuksen yhteydessä on käsitelty ydinenergia-asetuksen 36 §:n edellyttämät turvajärjestelyasiakirjat: TVO:n ja Posivan yhteinen turvaohjesääntö, Posivan turvasuunnitelma, Posivan kuljetusten turvasuunnitelma sekä TVO:n ja Posivan yhteinen tietoturvasuunnitelma.

Posiva on toimittanut STUKille käyttölupahakemuksen yhteydessä säännöstön edellyttämät muutkin turvajärjestelyasiakirjat. Keskeiset asiakirjat ovat turvaorganisaation vartio-ohjeet, turvavalvontajärjestelmien ja rakenteellisen suojauksen järjestelmäkuvaukset sekä tietoturvallisuusaineistot.

STUK näkee, että toimitetut turvajärjestelyihin liittyvät aineistot ovat riittävät.

Posiva on myös toimittanut ohjeiden YVL A.11 ja YVL A.12 täyttymisarviot. STUK esitti täytäntöönpanopäätöksissä vaatimuksia, joiden määräaika on sidottu käytön aloittamiseen. Vaatimuksia ei ole turvallisuusarvion laatimisen aikaan kyetty sulkemaan. Myös tietyt turvajärjestelyiden käyttöönottoon liittyvät menettelyt ovat vielä kesken.

Johtopäätös (STUK Y/3/2020)

STUK on valvontatyössään käsitellyt ja hyväksynyt Posivan turvajärjestelysuunnitelmat. STUK pyysi ydinenergia-asetuksen 37 §:n mukaisesti sisäministeriöltä lausunnon turvasuunnitelmasta, kuljetusten turvasuunnitelmasta sekä tietoturvasuunnitelmasta. Sisäministeriön lausunto on otettu huomioon turvasuunnitelmaa ja kuljetusten turvasuunnitelmaa koskevassa päätöksessä.

STUK toteaa, että Posivan ydinlaitosten turvajärjestelyt täyttävät ydinenergialain ja ydinenergia-asetuksen sekä määräyksen STUK Y/3/2020 vaatimukset edellä esitetyin huomautuksin. Turvajärjestelyjen ja niiden käyttöönottoon liittyvät avoimet asiat ovat luonteeltaan sellaisia, etteivät ne estä käyttöluvan myöntämistä. Posivan on kuitenkin saatettava avoinna olevat toimenpiteet loppuun ennen ydinlaitosten käytön aloittamista, jotta tosiasiallinen havaitseminen, viivytys ja vaste kyetään toteuttamaan riittävällä tavalla.

11 Valmiusjärjestelyt, STUK Y/2/2024

11.1 Säännöstö ja sen nojalla asetetut vaatimukset

Ydinenergialain 7 p §:n mukaisesti *ydinenergian käytön valmiusjärjestelyjen suunnittelun tulee perustua häiriö- ja onnettomuustilanteita koskeviin analyyseihin sekä niiden perusteella arvioituihin seurauksiin. Ydinlaitoksen valmiusjärjestelyjen suunnittelussa on varauduttava siihen, että laitokselta voi päästä ulos merkittävä määrä radioaktiivisia aineita. Ydinlaitoksella on oltava valmiusjärjestelyjen suunnitteluun ja valmiustilanteisiin koulutettuja henkilöitä (valmiusorganisaatio), joiden tehtävät on määriteltävä ja joilla on oltava tehtävien mukaiset tilat, varusteet ja viestintäjärjestelmät. Valmiusjärjestelyt on sovitettava yhteen viranomaisten laatimien pelastus- ja valmiussuunnitelmien kanssa ottaen huomioon, mitä pelastuslain 379/2011 9 §:n 2 momentissa säädetään.*

Valmiusjärjestelyjä koskevat säädökset esitetään ydinenergialaissa ja -asetuksessa sekä Säteilyturvakeskuksen määräyksessä ydinvoimalaitoksen valmiusjärjestelyistä (STUK Y/2/2024). Posivan ydinlaitoksien valmiusjärjestelyihin sovelletaan STUKin määräystä ydinvoimalaitoksen valmiusjärjestelyistä (STUK Y/2/2024 1 §). Vaatimusten yksityiskohtaiset soveltamisohjeet ja STUKin valvontamenettelyt kuvataan ohjeessa YVL C.5. Myös eräissä muissa YVL-ohjeissa esitetään valmiusjärjestelyjä koskevia vaatimuksia koskien ympäristön säteilytilanteen arviointia, säteily- ja päästömittauksia sekä meteorologisia mittauksia.

Valmiusjärjestelyjen suunnittelu (3–6 §)

Määräyksen STUK Y/2/2024 3 §:n mukaisesti

1. Valmiusjärjestelyt on suunniteltava siten, että valmiustilanteet saadaan tehokkaasti hallintaan, voimalaitosalueella olevien ihmisten turvallisuudesta huolehditaan ja toimenpiteet varautumisalueen väestön säteilyaltistuksen ehkäisemiseksi tai rajoittamiseksi käynnistetään nopeasti.

2. Suunnittelussa on otettava huomioon kaikkien voimalaitosalueella olevien ydinlaitosten ydinturvallisuuden samanaikainen vaarantuminen ja sen mahdollisiksi arvioidut seuraukset, erityisesti säteilytilanne laitospaikalla ja sen ympäristössä ja pääsymahdollisuudet alueelle.

3. Suunnittelussa on otettava huomioon, että valmiustilanne voi olla pitkäkestoinen.

4. Suunnittelun on perustuttava analyyseihin, joilla selvitetään mahdolliseen päästöön johtavien onnettomuuksien ajallista etenemistä. Tällöin on otettava huomioon laitoksen tilaa, tapahtumien ajallista kehittymistä, säteilytilannetta laitoksella, päästöjä, päästöreittejä ja säätilannetta koskevat vaihtelut. Suojavyöhykkeen ja varautumisalueen määrittelyssä voidaan käyttää yleispäteviä analyysejä, jos niiden voidaan osoittaa kattavan laitos- ja laitospaikkakohtaiset eroavaisuudet.

5. Suunnittelussa on otettava huomioon turvallisuutta heikentävät tapahtumat, niiden hallittavuus ja seurausten vakavuus sekä lainvastaiseen toimintaan liittyvät uhkatilanteet ja niiden mahdollisiksi arvioidut seuraukset.

6. Valmiusjärjestelyt on sovitettava yhteen ydinvoimalaitoksen käyttötoiminnan, palontorjunnan sekä turvajärjestelyjen kanssa.

7. Valmiusjärjestelyt on sovitettava yhteen viranomaisten laatimien erityistilanne-, valmius- ja pelastussuunnitelmien kanssa.7a. Valmiusjärjestelyjen suunnittelussa on varauduttava ulkoisen avun vastaanottamiseen valmiustilanteen aikana.

7a. Valmiusjärjestelyjen suunnittelussa on varauduttava ulkoisen avun vastaanottamiseen valmiustilanteen aikana.

8. Suunnitteluperusteet on arvioitava säännöllisesti ja aina tarvittaessa.

Posiva on analysoinut onnettomuustilanteita ja turvallisuutta heikentäviä tapahtumia. Analyysien tiedot ja tulokset on esitetty Posivan ydinlaitosten turvallisuusselosteessa yleisen osan luvussa 9.3 sekä Posivan ja TVO:n yhteisessä Olkiluodon valmiussuunnitelmassa. Olkiluodon valmiussuunnitelmaa on kehitetty vastaamaan kaikkien Olkiluodon ydinlaitosten alueella syntyvään valmiustilanteeseen. Kehitykseen on vaikuttanut erityisesti OL3-laitosyksikön siirtyminen tuotantokäyttöön ja Posivan kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käyttövaiheeseen valmistautuminen. Posivan osalta vaikutus valmiusjärjestelyihin on Posivan liittäminen valmiusjärjestelyihin ydinlaitoksena, eikä vain suojattavana kohteena. Posiva voi onnettomuusanalyysien perusteella jatkossa olla myös valmiustilanteen aiheuttaja. Valmiustilanteet on luokiteltu ja kuvattu Olkiluodon valmiussuunnitelmassa ja turvallisuusselosteissa. Valmiussuunnitelmassa on kuvattu eri valmiustilanneluokkien edellyttämät ilmoitukset ja hälytykset laitosten henkilöstölle ja viranomaisille sekä tilanteen mukainen valmiusorganisaation toimintalaajuus.

Valmiussuunnittelussa ja ohjeistuksessa on huolehdittu henkilöstön turvallisuudesta suunnittelemalla henkilöstön varoittaminen ja hälyttäminen sekä valmiustilanteen hoitamisen kannalta ylimääräisen henkilöstön evakuoiminen ydinlaitosten alueelta. Olkiluodon valmiussuunnitelmaa on kehitetty jatkuvasti muun muassa henkilökunnan säteilyturvallisuuden sekä evakuointijärjestelyiden osalta.

Olkiluodon ydinlaitosten käytöstä ja turvajärjestelyistä vastaavat yksiköt, laitospalokunta sekä säteily- ja laitosturvallisuudesta vastaavat yksiköt ovat osallistuneet valmiussuunnitelman laadintaan siten, että laajennukset ja erityisesti Posivaan liittyvät osuudet ovat tulleet asiamukaisesti käsitellyiksi. Tällä on taattu järjestelyiden sisäinen yhteensopivuus. Pelastustoiminnan SOTE-järjestelyistä ja hätäkeskustoiminnan käynnistämisestä aiheutuneet muutokset on päivitetty valmiussuunnitelmaan. TVO-konserni mukaan lukien Posiva on osallistunut Satakunnan pelastuslaitoksen laatiman ulkoisen pelastussuunnitelman laadintaan ja päivitykseen.

Valmiusorganisaation operatiivisiin ohjeisiin kuuluu organisaation hälytysjärjestelyjen kuvaus; valmiustilanneluokat vaikuttavat hälytyslaajuuteen. Varautumistilanteessa valmiustoiminnasta huolehtii valmiusorganisaation johto ja tilanteen mukaan tarpeelliseksi katsottu muu miehitys. Laitoshätätilanteessa Posivan valmiustilanteisiin nimitetty valmiusorganisaatio hälytetään kokonaisuudessaan. Analyyseissä Posivan ydinlaitoksien osalta ei ole tunnistettu yleishätätilannetta, mutta Olkiluodon valmiusorganisaatiolla on järjestelyt yleishätätilanteiden varalle johtuen muiden ydinlaitosten ominaisuuksista.

Olkiluodon operatiivisessa valmiustoiminnassa on huomioitu ulkoisen avun vastaanottamiseen liittyvät käytännöt.

Määräyksen STUK Y/2/2024 3 a §:n mukaan

1. Ydinvoimalaitoksella on oltava suojavyöhyke ja varautumisalue, jotka on määritettävä osana ydinenergia-asetuksen (161/1988) 35 ja 36 §:ssä tarkoitettuja valmiusjärjestelyjä koskevia suunnitelmia.

2. Suojavyöhyke määritetään siten, että suurella todennäköisyydellä onnettomuustilanteessa ei aiheudu väestön evakuoimistarvetta suojavyöhykkeen ulkopuolella ja että suojavyöhykkeen sisällä tarvittavat evakuoimistoimet voidaan toteuttaa tehokkaasti ionisoivan säteilyn vakavien deterministisen haittavaikutusten estämiseksi tai rajoittamiseksi. Tehokkaan evakuoinnin mahdollistamiseksi suojavyöhykkeeseen kohdistuu maankäytön rajoituksia.

3. Suojavyöhykkeen kokoa määritettäessä on osoitettava, että onnettomuustilanteessa suojavyöhykkeen ulkopuolella suojautumattoman henkilön säteilyannos ei 10 tunnin kuluessa altistuksen alusta ylitä arvoa 1 Sv.

4. Varautumisalue määritetään siten, että suurella todennäköisyydellä onnettomuustilanteessa ei aiheudu tarvetta väestön sisälle suojautumiselle varautumisalueen ulkopuolella.

5. Varautumisalueen kokoa määritettäessä on osoitettava, että onnettomuustilanteessa varautumisalueen ulkopuolella suojautumattoman henkilön säteilyannos ei 48 tunnin kuluessa altistuksen alusta ylitä arvoa 10 mSv. Varautumisalue voidaan rajoittaa ulottumaan enintään noin 20 km:n etäisyydelle.

Posiva on osoittanut onnettomuusanalyyseissä, että sen ydinlaitosten aiheuttamissa pahimmissa onnettomuuksissa suojelutoimia voidaan tarvita vain noin yhden kilometrin päässä kapselointilaitoksesta. Posiva haki ydinlaitoksilleen samaa suojavyöhykettä ja varautumisaluetta kuin Olkiluodon muille ydinlaitoksille on määritelty. Olkiluodon ydinvoimalaitosten suojavyöhyke ja varautumisalue ulottuvat kauemmas Posivan laitoksista kuin mitä analyysien mukainen tarve olisi. Olkiluodon valmiusorganisaation kannalta saman suojavyöhykkeen ja varautumisalueen käyttäminen kaikkien ydinlaitosten osalta on kuitenkin toiminnan kannalta selkeää. STUK hyväksyi Posivan ehdotuksen suojavyöhykkeeksi ja varautumisalueeksi tammikuussa 2024 päätöksellä STUK 1/H41501/2024. Hyväksyntä tehtiin ennen STUK Y/2/2024 3 a §:n lisäystä määräykseen 2024 helmikuussa. Määräyksen 14 §:ssä voimaantulosta todetaan, että olemassa olevien suojavyöhykkeiden ja varautumisalueiden käyttöä voidaan jatkaa.

Määräyksen STUK Y/2/2024 4 §:n mukaan

1. Luvanhaltijan on varauduttava valmiustilanteiden edellyttämiin toimenpiteisiin, valmiustilanteiden ja niiden seurausten analysointiin, valmiustilanteiden odotettavissa olevan kehittymisen arviointiin, onnettomuuden hallitsemiseen ja rajoittamiseen tarvittaviin korjaaviin toimenpiteisiin, jatkuvaan ja tehokkaaseen tiedonvaihtoon viranomaisten kanssa sekä tiedottamiseen tiedotusvälineille ja väestölle.

2. Tilannetta analysoitaessa on arvioitava laitoksen teknistä tilaa ja radioaktiivisten aineiden päästöä tai sen uhkaa sekä säteilytilannetta laitoksen sisätiloissa, voimalaitosalueella ja varautumisalueella.

3. Luvanhaltijan on varauduttava tekemään valmiustilanteessa säteilymittauksia voimalaitosalueella ja suojavyöhykkeellä. Lisäksi luvanhaltijan on tehtävä meteorologisia mittauksia sekä pystyttävä valmiustilanteessa arvioimaan radioaktiivisten aineiden leviämistä ja päästöistä väestölle aiheutuvaa säteilyaltistusta varautumisalueella.

4. Valmiustilanteen varalle on luvanhaltijalla oltava asianmukaiset henkilöstön hälytysjärjestelyt, kokoontumispaikat voimalaitosalueella, evakuointijärjestelyt, tarvittavat henkilöstön suojavarusteet ja säteilymittauslaitteet sekä joditabletit. Järjestelyissä on otettava huomioon voimalaitosalueella vakituisesti ja tilapäisesti työskentelevän henkilöstön lisäksi myös kaikki valmiustilanteessa sinne saapuvat säteilyvaaratyöntekijät ja –avustajat.

5. Luvanhaltijan on järjestettävä mahdollisuus henkilöstön kontaminaatiomittauksiin ja puhdistamiseen.

6. Valmiustoiminnan johtamista varten on oltava valmiuskeskus, jossa voidaan ylläpitää asianmukaiset työskentelyolosuhteet valmiustilanteen aikana ja joka on käytettävissä myös pitkäaikaisen sähkönmenetyksen yhteydessä.

7. Voimalaitosalueen ulkopuolella on oltava tila, josta laitoksen valmiustoimintaa johdetaan, mikäli valmiuskeskus ei ole käytettävissä.

8. Valmiustoiminnan johtamista varten on oltava luotettavat viesti- ja hälytysjärjestelmät ydinvoimalaitoksen sisäistä ja ulkoista yhteydenpitoa varten.

9. Luvanhaltijan on järjestettävä automaattinen tiedonsiirto valmiustoiminnan kannalta olennaisen tiedon välittämiseksi Säteilyturvakeskuksen valmiuskeskukseen.

10. Valmiusjärjestelyjen ylläpitoa ja kehittämistä varten on oltava johtamisjärjestelyt ja organisaatio.

Olkiluodon valmiusorganisaatio on varautunut tekemään valmiustilanteen edellyttämät toimenpiteet sekä analysoimaan tilanteessa sen vaikutuksia ja arvioimaan sen kehittymistä. Valmiusorganisaation toiminta on ohjeistettu valmiussuunnitelmaan kuuluvissa toimintaohjeissa. Valmiusorganisaatiolla on käytettävissä kaikki järjestelmät, tietoaineistot ja muu varustelu, joita se tarvitsee tehtäviensä toteuttamiseen. Varustus on sijoitettu toiminnan kannalta tehokkaasti Olkiluodon valmiusorganisaation tiloihin. Laitosten tilatiedot ovat käytettävissä useilla päätteillä, joista nähdään reaaliaikaisesti laitosten prosessi- ja säteilytilanne. Posivan ydinlaitosten tilatietojen välitys sekä luvanhaltijan että STUKin valmiusorganisaatioille valmistui vuoden 2025 syksyllä. Tiedonvälitysyhteyksien varmentamiseksi Olkiluodosta ulospäin valmiusorganisaatiolle on hankittu lisää VIRVE- ja satelliittipuhelimia Posivan ydinlaitosten valmiustiloihin. Tiedottaminen tiedotusvälineille ja yleisölle on suunniteltu ja ohjeistettu etukäteen valmiussuunnitelmassa ja sitä harjoitellaan säännöllisesti valmiusharjoituksissa.

Olkiluodon ydinlaitoksilla on varauduttu arvioimaan säteilytilannetta ja radioaktiivisten aineiden leviämistä onnettomuustilanteessa. Ulkoisensäteilyn mittausverkko on ollut uudistettavana vuosina 2024–2025. Posivaa varten järjestelmää on laajennettu kahdella mittausasemalla Posivan kapselointilaitoksen läheisyydessä. Säteilymittausverkko käsittää 19 mittausasemaa kahdessa sisäkkäisessä ydinlaitoksia ympäröivässä kehässä. Järjestelmän käyttöönotto on edelleen käynnissä, mutta sen käyttöönotto valmistuu ennen kuin kapselointilaitoksella aloitetaan käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi. Olkiluodon valmiusorganisaation kannettavilla mittalaitteilla tekemien säteilymittausten suunnitelmat on laajennettu ja päivitetty ottamaan huomioon Posivan ydinlaitokset.

Radioaktiivisten aineiden leviäminen ilmakehässä lasketaan lähialueelle paikallisen säämaston tuottamien tietojen perusteella. Olkiluotoon on rakennettu uusi säämasto, joka otettiin käyttöön vuonna 2025. Vanhaa säämittausjärjestelmää on pidetty käytössä uuden mittausjärjestelmän käyttöönoton jälkeen vertailutietojen saamiseksi. Mastojen tuottamia säätietoja tullaan vertailemaan vuoden 2025 aikana, jotta uuden ja vanhan maston asennuspaikkojen välinen ero leviämislaskennassa saadaan verifioitua. Päästöjen leviämisen laskennassa ja ympäristön säteilyannoksien laskennassa varautumisalueella käytetään ensisijaisesti ROSA-ohjelmaa.

Olkiluodon ydinlaitosten valmiusorganisaation hälytysjärjestelyitä on kehitetty jatkuvasti. Valmiusorganisaation hälyttäminen on kahdennettu siten, että TVO:n ja Posivan yhteisen hälytysjärjestelmän lisäksi hätäkeskuslaitos lähettää hälytysviestit Olkiluodon valmiusorganisaatiolle. Hälyttämistä ja henkilöstön tavoitettavuutta testataan säännöllisesti. Henkilöstön ja lähialueen asukkaiden hälyttämiseen on ulkoalueilla käytettävissä suurtehoväestöhälytin, ydinlaitosten sisätiloissa hälyttäminen tehdään kaiutin- ja puhelinjärjestelmillä ja meluisissa tiloissa valohälyttimillä. Henkilökunta on harjoitellut kokoontumista eri laajuisissa harjoituksissa.

Voimalaitoksella on kokoontumispaikat henkilöstölle, suojavarusteet valmiustilanteiden varalle sekä tilat henkilöstön kontaminaatiomittauksia ja puhdistusta varten. Olkiluodon valmiusorganisaation henkilökunnan evakuointiin liittyvät käytännöt ja ohjeet on uudistettu huomioimaan Posivan laitosten käyttöluvan mukainen toiminta. Valmiussuunnitelmasta on karsittu henkilökunnan kokoontumispaikkojen lukumäärää toiminnan selkeyttämiseksi. TVO ja Posiva ovat varanneet joditabletteja kaikkia voimalaitosalueella valmiustilanteen aikana olevia henkilöitä varten.

Olkiluodon jokaisella ydinvoimalaitosyksiköllä on oma valmiuskeskuksensa, josta valmiustilanteita voidaan johtaa. Olkiluodon toimintatavan mukaan valmiusorganisaation johto kokoontuu ensisijaisesti OL2- tai OL3-yksiköiden valmiuskeskuksiin valmiustilanteen alkaessa. Muiden laitosyksiköiden valmiuskeskukset toimivat varavalmiuskeskuksina. Olkiluodon valmiusorganisaatiolla on käytössään valmisteltu varajohtopaikka Satakunnan pelastuslaitoksen Rauman aluepalokunnan yhteydessä. Rauman varajohtopaikassa Olkiluodon valmiusorganisaatiolla on käytettävissään riittävä määrä järjestelmiä ja tietoaineistoja tilanteen johtamiseksi sellaisessa tilanteessa, jossa laitokselle ei esimerkiksi poikkeuksellisten sääolosuhteiden takia päästä. Varajohtopaikan käyttöä on harjoiteltu valmiusharjoituksessa vuonna 2024. Posivan kapselointilaitoksen

yhteyteen on rakennettu ja varusteltu valmiustilat, joissa toimii Posivan ydinlaitokset parhaiten tunteva osa Olkiluodon valmiusorganisaatiosta.

Olkiluodon valmiusorganisaatio lähettää tilanteen arvioimisessa tarvittavat keskeiset tiedot automaattisen tiedonsiirtoyhteyden välityksellä STUKin valmiuskeskukseen. Järjestelmää on laajennettu kattamaan myös Posivan ydinlaitokset.

Määräyksen STUK Y/2/2024 5 §:n mukaan

1. Sen lisäksi, mitä ydinenergia-asetuksen (161/1988) 35 ja 36 §:ssä säädetään valmiussuunnitelmasta ja pelastuslain 48 §:ssä pelastussuunnitelmasta, luvanhaltijan on laadittava valmiusorganisaation toiminnan kannalta tarvittavat valmiusohjeet.

Olkiluodon valmiussuunnitelma on STUKin hyväksymä ja vastaa YVL-ohjeissa esitettyä vaatimustasoa. Olkiluodon valmiussuunnitelmaa on kehitetty vastaamaan toiminnan ja varusteiden kehittymistä sekä OL3-laitosyksikön ja Posivan ydinlaitosten käyttöönottoa. Valmiussuunnitelman päivityksiä TVO ja Posiva ovat toimittaneet STUKiin tyypillisesti muutaman kerran vuodessa.

Määräyksen STUK Y/2/2024 6 §:n mukaan

1. Valmiustilanteen aikaista toimintaa varten luvanhaltijalla on oltava johtamisjärjestelyt ja organisaatio. Valmiustilanteissa toimintaa toteuttavan henkilöstön tehtävät on määriteltävä etukäteen.

2. Luvanhaltijan on huolehdittava, että valmiustilanteissa tarvittava henkilöstö on nopeasti tavoitettavissa. Henkilöstöä on oltava riittävästi myös pitkäaikaisen valmiustilanteen hallintaan.

TVO:n ja Posivan valmiusjärjestelyistä huolehtii ydinenergialain 7 i §:n edellyttämä valmiusjärjestelyistä huolehtiva henkilö ja kaksi varahenkilöä. Kaikki henkilöt ovat vaatimusten mukaisesti STUKin hyväksymiä. Olkiluodon valmiusorganisaatio on nimetty Olkiluodon valmiussuunnitelmassa. Valmiusorganisaatiota on kasvatettu siten, että Posivaan liittyvä osaaminen on edustettuna tarvittavassa laajuudessa valmiustilanteiden hoitamisen kannalta. Posiva ja TVO arvioivat jatkuvasti valmiusorganisaation soveltuvuutta erilaisiin valmiustilanteesiin ja siihen tehdään tarpeellisia muutoksia. Valmiusorganisaatiota päivitetään normaalisti tarpeen mukaan, tyypillisesti muutaman kerran vuodessa. Valmiusorganisaatioon on nimetty riittävästi koulutettuja henkilöitä huolehtimaan erilaisista valmiustilanteista riippumatta niiden kestosta.

Toimintavalmius (7–8 §)

Määräyksen STUK Y/2/2024 7 §:n mukaan

1. Luvanhaltijan on huolehdittava, että käyttöön otettavalla ydinvoimalaitosyksiköllä on riittävät valmiusjärjestelyt ennen ydinpolttoaineen tuomista laitosyksikölle.

2. Ennen polttoaineen siirtämistä reaktoriin valmiusjärjestelyjen on oltava valmiussuunnitelman mukaiset. Valmiusjärjestelyjen toimivuus on osoitettava valmiusharjoituksella, joka järjestetään ennen polttoaineen siirtämistä reaktoriin.

Posivan kapselointilaitoksen ja loppusijoituslaitoksen edellyttämät muutokset on toteutettu valmiussuunnitelmassa ja valmiustilanteissa tarvittavissa järjestelmissä. Posivan osalta polttoaineen siirtämistä reaktoriin vastaava vaihe laitoksella on siirtosäiliön kannen avaus kapselointilaitoksella. Posivan valmiustilanteita varten järjestettiin täysimittakaavainen valmiusharjoitus syyskuussa 2025. Harjoituksen perusteella todettiin, että valmiusjärjestelyiden toimivuuden osoittamiseksi tarvitaan uusi harjoitus. Uusi harjoitus järjestettiin tammikuussa 2026. Harjoituksen perusteella Olkiluodon valmiusorganisaation toiminta on saatu sellaiselle tasolle, että sen voi katsoa olevan toimintakykyinen mahdollisissa Posivan ydinlaitoksilla tapahtuvissa valmiustilanteissa.

Määräyksen STUK Y/2/2024 8 §:n mukaan

1. Luvanhaltijan on järjestettävä valmiuskoulutusta kaikille ydinvoimalaitoksen henkilöstöön kuuluville ja muille voimalaitosalueella vakituisesti tai tilapäisesti työskenteleville.

2. Luvanhaltijan on järjestettävä vuosittain valmiusharjoituksia. Vähintään joka kolmas vuosi valmiusharjoitus on järjestettävä yhteistoimintaharjoituksena viranomaisten kanssa. Valmiusharjoitukset on arvioitava valmiustoiminnalle asetettujen tavoitteiden perusteella.

3. Luvanhaltijan on laadittava vähintään kolmivuotinen koulutussuunnitelma, jolla varmistetaan, että kaikilla toimintavalmiuden osa-alueilla annetaan koulutusta säännöllisin väliajoin.

4. Valmiusjärjestelyt on arvioitava säännöllisesti. Valmiusjärjestelyjen kehittämisessä on otettava huomioon kokemukset ja johtopäätökset valmiustilanteiden hallinnasta, harjoituksista saadut kokemukset sekä tutkimus ja tekninen kehitys.

5. Valmiustilanteita varten varatut tilat ja välineet on pidettävä jatkuvasti käytettävissä ja toimintakuntoisina.

6. Valmiussuunnitelma ja -ohjeet on pidettävä ajan tasalla.

7. Luvanhaltijan on huolehdittava voimalaitosalueella vakituisesti ja tilapäisesti työskentelevän henkilöstön lisäksi myös kaikkien valmiustilanteessa sinne saapuvien säteilyvaaratyöntekijöiden ja säteilyvaara-avustajien opastuksesta valmiustilanteen edellyttämällä tavalla ja laadittava ennakolta aineistot valmiustilanteen aikana annettavaa opastusta varten.

Olkiluodon valmiusorganisaatiolle järjestetään vuosittain valmiuskoulutusta ja -harjoituksia. Valmiusjärjestelyistä vastaavat yksiköt laativat vuosittaiset valmiuskoulutussuunnitelmat monivuotisen suunnitelman pohjalta. Suunnitelmat on toimitettu STUKiin vaatimusten mukaisesti. Valmiuskoulutus on sisältänyt koko valmiusorganisaatiolle yhteistä sekä toimintaryhmäkohtaista koulutusta. Koulutusmuotoina on ollut sekä luokkahuonekoulutusta, sähköisissä koulutusympäristöissä itsenäisesti tehtäviä harjoitteita sekä käytännön harjoittelua. STUK on käytön tarkastusohjelmassa tarkistanut vuosittain koulutuksien toteutumisen.

YVL-ohjeiden vaatimustason mukaisia valmiusharjoituksia on järjestetty vuosittain, minkä lisäksi Olkiluodon valmiusorganisaatiolle on järjestetty suppeampia harjoituksia. Vuosittaisissa valmiusharjoituksissa osallistujina ovat olleet Olkiluodon valmiusorganisaation lisäksi muut keskeiset valmiustilanteen toimijat: STUK, poliisi ja Satakunnan pelastuslaitos, nykyään Satakunnan hyvinvointialue. Harjoituksiin ovat osallistuneet myös muun muassa Porin sairaanhoitopiiri ennen kuin Satakunnan hyvinvointialue perustettiin. Kerran kolmessa vuodessa järjestettävissä yhteistoimintaharjoituksessa osallistuvia organisaatioita on ollut vaihtelevasti joitain kymmeniä. Edellinen yhteistoimintaharjoitus oli joulukuussa 2023 järjestetty OLKI23. Valmiusharjoitusten tilanteet ovat vaihdelleet varautumistilanteeksi luokiteltavista laitostapahtumista vakaviin reaktorionnettomuuksiin ydinvoimalaitosyksiköillä. Harjoitusten suunnittelussa on käytetty hyväksi aiemmin pidettyjen harjoitusten palautetta, jota kerätään sekä harjoittelijoilta, että harjoitusten arvioitsijoilta. STUK on sekä valvonut valmiusharjoitussuunnittelua että osallistunut siihen. Olkiluodon valmiusorganisaatioon nimettyjen tulee osallistua harjoituksiin säännöllisesti. Harjoitusten palautetta arvioidaan myös STUKin käytöntarkastusohjelman tarkastuksissa.

Valmiustilojen ja laitteiden jatkuva toimintakuntoisuus on varmistettu ennakkohuoltojärjestelmällä. STUK tarkastaa valmiustoiminnan tiloja ja laitteita käytön tarkastusohjelmassa ja osana säännöllistä valvontatyötä. Posivan ydinlaitosten valmiustoiminnassa tarvittavat tilat ja laitteet on lisätty ennakkohuolto-ohjelmiin.

Olkiluodon valmiussuunnitelmaa on päivitetty useita kertoja vuodessa. Muita valmiustoiminnan ohjeita päivitetään muutostarpeen perusteella. Suurin osa muutoksista on liittynyt Posivan ydinlaitosten ja OL3-laitosyksikön tarpeisiin.

Olkiluodon valmiussuunnitelmassa on käytännöt ja ohjeistus säteilyvaaratyöntekijöiden ja säteilyvaara-avustajien varalle. Valmiusorganisaation kykyä käyttää säteilyvaara-avustajia on testattu harjoituksissa ja palautetta on käytetty kehittämään toimintaa ja ohjeita edelleen.

Toiminta valmiustilanteessa (9–12 §)

Vaatimukset koskien toimintaa valmiustilanteessa on esitetty määräyksen STUK Y/2/2024 9–12 §:ssä.

9 § Toiminta valmiustilanteessa

1. Luvanhaltijan on valmiustilanteessa viipymättä ryhdyttävä valmiussuunnitelman mukaisiin ja muihin tarvittaviin toimenpiteisiin tilanteen hallitsemiseksi ja säteilyaltistuksen ehkäisemiseksi tai rajoittamiseksi.

Valmiusohjeissa on kuvaus valmiusorganisaation toiminnan käynnistymisestä ja valmiusorganisaatiosta tehtäväkuvauksineen ja valmiusroolien mukaisine toimintaohjeineen. Posivalla ei ole tämänhetkisten suunnitelmien mukaan tarkoitus tehdä työtä niin sanotun virka-ajan ulkopuolella. Kapselointilaitoksella kapseloinnin ollessa käynnissä paikalla on aina riittävästi toimintavaltaisia henkilöitä, jotka voivat aloittaa valmiustoiminnan ja hälyttää muun muassa valmiusorganisaation tarvittavassa laajuudessa. Posivan käyttöpäällikkö vastaa Posivan ydinlaitosten

valmiustoiminnasta, kunnes Olkiluodon valmiusorganisaation nimetty valmiuspäällikkö ottaa vastuun tilanteen hoitamisesta.

10 § Tiedonkulku valmiustilanteessa

1. Luvanhaltijan on välittömästi ilmoitettava valmiustilanteeseen siirtymisestä ja 2 §:n kohdan 2 mukainen valmiustilanteen luokka Säteilyturvakeskukselle ja asianomaiselle hätäkeskukselle.

2. Luvanhaltijan on toimitettava pelastuslain 34 §:n mukaiselle pelastustoiminnan johtajalle ja asianomaiselle pelastuslaitokselle sekä Säteilyturvakeskukselle ajantasaista tilannekuvaa tapahtumasta sekä merkittävät ydinvoimalaitosta koskevat päätökset ja niiden perusteet valmiustilanteen aikana.

Olkiluodon valmiusorganisaation ilmoitus- ja hälytysmenettelyt viranomaisille on ohjeistettu ja toimintaa on harjoiteltu valmiusharjoituksissa. Tilannekuvan välittämistä valmiustilanteessa on kehitetty keskeisten viranomaisten pitämiseksi tilanteen tasalla.

11§ Toiminnan johtaminen valmiustilanteessa

1. Pelastustoiminnan johtovastuista säädetään ydinenergia-asetuksen 148 §:ssä ja turvajärjestelyihin liittyvien uhkatilanteiden johtovastuun siirtymisestä poliisille säädetään ydinenergialain 7 n §:ssä.

2. Ydin- ja säteilyturvallisuuteen liittyvistä asioista ydinvoimalaitoksella huolehtii luvanhaltija. Ydinvoimalaitoksen valmiussuunnitelman mukainen valmiuspäällikkö käynnistää ja johtaa voimalaitoksen valmiusorganisaation toimintaa valmiustilanteessa.

3. Ydinvoimalaitoksen valmiuspäällikkö antaa väestön suojelutoimia koskevia suosituksia pelastustoiminnan johtajalle, kunnes Säteilyturvakeskus ottaa vastuun kyseisten suositusten antamisesta.

4. Ydinvoimalaitoksen valmiuspäällikön on huolehdittava siitä, että pelastustoiminnan johtajan avuksi asetetaan ydin- ja säteilyturvallisuuden asiantuntemusta.

Valmiuspäällikön ohje sisältää toimintaohjeet suojelutoimenpiteitä koskevien suositusten antamisesta pelastustoiminnan johtajalle, kunnes STUK ottaa suositustenantovastuun.

Olkiluodon valmiusorganisaatiossa on nimettynä yhdyshenkilöitä, joita se lähettää pelastustoiminnan tai poliisin johtokeskuksiin antamaan ydintekniikkaan ja säteilysuojeluun liittyvää asiantuntija-apua. Yhdyshenkilöiden tekninen asiantuntemus on riittävää myös Posivan ydinlaitosten erityispiirteet huomioiden.

12 § Valmiustilanteen purkaminen

1. Valmiussuunnitelmassa on määriteltävä kriteerit valmiustilanteen aiheuttamien toimenpiteiden purkamiselle tai lieventämiselle. Valmiustilanteen purkamisen edellytyksenä on, että ydinvoimalaitos on saatettu turvalliseen tilaan, radioaktiivisten

aineiden päästöt eivät ylitä normaalitoiminnalle asetettuja rajoja ja tarpeelliset jälkitoimet on käynnistetty.

2. Jos pelastustoiminta jatkuu valmiustilanteen päätyttyä, luvanhaltijan on varauduttava vastaavaan yhteistoimintaan kuin valmiustilanteen aikana.

Olkiluodon valmiussuunnitelmassa on kriteerit valmiustilanteiden luokittelulle, valmiusluokan laskemiselle ja valmiustilanteen purkamiselle. Vuoden 2020 joulukuussa OL2-laitosyksiköllä tapahtuneessa valmiustilanteessa valmiusorganisaatio käytännössä toteutti onnistuneesti valmiustilanteen purkamiseen edellytetyt toimenpiteet valmiussuunnitelman ohjaamana. Tilanteesta saadut opit on analysoitu ja valmiussuunnitelmaa on kehitetty tältä osin edelleen.

Pelastustoimintaan liittyvät toimenpiteet (13 §)

13 § Pelastustoimintaan liittyvät toimenpiteet

1. Luvanhaltijan velvollisuudesta osallistua ulkoisen pelastussuunnitelman laatimiseen ydinvoimalaitoksessa sattuvan onnettomuuden varalta säädetään pelastuslain 48 §:ssä ja sen nojalla.

2. Luvanhaltijan on laadittava yhteistyössä alueen pelastuslaitoksen ja Säteilyturvakeskuksen kanssa ennakolta varautumisalueen väestölle toimintaohjeet valmiustilanteen varalle sekä huolehdittava ohjeiden julkaisusta ja jakelusta. Luvanhaltijan on jaettava ennakolta joditabletit suojavyöhykkeen väestölle ja valmiustilanteessa osallistuttava suojavyöhykkeellä olevan väestön varoittamiseen.

3. Luvanhaltijan on pidettävä jatkuvasti yllä valmiutta avustaa pelastustoimintaa valmiustilanteessa. Näitä toimenpiteitä on harjoiteltava yhteistyössä asianomaisten viranomaisten kanssa. Suunnitelmat pelastustoimintaan liittyvistä toimenpiteistä on esitettävä valmiussuunnitelmassa.

Pelastuslain (379/2011) 48 § velvoittaa ydinvoimalaitosta osallistumaan erityistä vaaraa aiheuttavien kohteiden ulkoisen pelastussuunnitelman laadintaan. Tarkemmin suunnitelmasta säädetään Sisäministeriön asetuksessa ulkoisista pelastussuunnitelmista (1286/2019).

Satakunnan pelastuslaitos on laatinut ulkoisen pelastussuunnitelman Olkiluodon voimalaitokselle. Ulkoista pelastussuunnitelmaa on päivitetty huomioimaan Posivan ydinlaitokset. TVO ja Posiva ovat avustaneet suunnitelman laadinnassa vaatimusten mukaisesti. Suunnitelmaan on koottu muun muassa kaikkien keskeisten toimijoiden tehtävät ja yhteistoiminnan organisoiminen. Valmiusharjoitusten yhtenä tavoitteena on yhteistoiminnan harjoittelu organisaatioiden kesken, mihin kuuluu osaltaan ulkoisen pelastussuunnitelman testaus. Olkiluodon valmiusorganisaatio on varautunut avustamaan pelastuslaitosta tarvittavassa laajuudessa sekä valmiustilanteen aikana että sen jälkeen.

Varautumisalueen väestölle on jaettu ennakolta toimintaohjeet valmiustilanteiden varalle. Joditabletit jaettiin varautumisalueen väestölle 2024.

Posivan edustajat ovat osallistuneet Satakunnan alueen SVP-ryhmän toimintaan. Ryhmään kuuluvat organisaatiot (TVO, Posiva, Satakunnan pelastuslaitos, Lounais-Suomen poliisilaitos, STUK, Satakunnan hyvinvointialueen ensihoito ja SM:n pelastusosasto) koordinoivat yhdessä harjoitusten suunnittelua ja keräävät harjoitusten palautteen sekä koordinoivat kehityskohteiden toteuttamista ja yhteisiä koulutustilaisuuksia.

Johtopäätös (STUK Y/2/2024)

Posivan ydinlaitosten valmiusjärjestelyjen ajantasaisuutta ja riittävyyttä on arvioitu ydinenergialain ja -asetuksen sekä määräyksen STUK Y/2/2024 ja ohjeen YVL C.5 pohjalta. STUKin arvion perusteella Posivan ydinlaitoksia koskevat valmiusjärjestelyt ovat ajan tasalla ja riittävät, ja Posiva kehittää niitä aktiivisesti osana Olkiluodon valmiusorganisaatiota.

Posivan osalta Olkiluodon valmiussuunnitelmasta on erotettavissa osuudet, jotka vastaavat sen osalta ydinenergia-asetuksen (161/1988) 36 §:n 7 kohdan suunnitelmia luvanhakijan valmiusjärjestelyiksi. STUK pyysi ydinenergia-asetuksen 37 §:n mukaisesti sisäministeriöltä lausunnon Posivan valmiussuunnitelmasta. Sisäministeriöllä ei ollut huomautettavaa Posivan valmiussuunnitelmaan.

Johtopäätöksenä on, että Posivan ydinlaitosten valmiusjärjestelyt on toteutettu ydinenergialaissa ja -asetuksessa sekä määräyksessä STUK Y/2/2024 tarkoitetulla tavalla.

12 Ydinmateriaalivalvonta (ydinenergia-asetus 118 ja 118 b §)

12.1 Säännöstö ja sen nojalla asetetut vaatimukset

Ydinmateriaalivalvonta perustuu kansainvälisiin sopimuksiin:

- Ydinsulkusopimus (INFCIRC/140)
- Valvontasopimus (INFCIRC/193)
- Valvontasopimuksen lisäpöytäkirja (INFCIRC/193a8)
- Euratom Treaty
- EU:n ja Suomen solmimat kahdenväliset ydinalan yhteistyösopimukset.

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 118 §:n mukaisesti STUK ylläpitää ydinmateriaalien valvontajärjestelmää, jonka tarkoituksena on huolehtia ydinaseiden leviämisen estämiseksi tarpeellisesta ydinenergian käytön valvonnasta sekä sellaisiin ydinenergia-alan kansainvälisiin sopimuksiin, joissa Suomi on sopimuspuolena, liittyvästä valvonnasta. STUK valvoo, että luvanhaltijalla on tarpeellinen asiantuntemus ja valmiudet valvonnan järjestämiseksi ja että luvanhaltija omalta osaltaan toteuttaa edellä tarkoitettua valvontaa annettujen määräysten mukaisesti.

Ydinenergia-asetuksen 118 §:n 1 momentissa tarkoitettua valvontajärjestelmää ylläpitäessään STUKin tulee ottaa huomioon Euratomin ydinmateriaalivalvonnan täytäntöönpanosta annetun komission asetuksen (Euratom) N:o 302/2005 (korvattu asetuksella 2025/974, 26.5.2025) mukaiset velvoitteet. Asetuksessa tarkoitettuna laitosalueen edustajana kaikille laitosalueille toimii STUK.

Ydinenergia-asetuksen 118 b §:n mukaisesti ydinenergian käyttö on suunniteltava ja toteutettava siten, että ydinenergialaissa ja sen nojalla säädetyt sekä Euroopan atomienergiayhteisön (Euratom) perustamissopimuksessa ja sen nojalla määrätyt ydinmateriaalivalvontaa koskevat velvoitteet täytetään. Ydinlaitoksessa tai muussa ydinenergian käyttöpaikassa ei saa olla ilmoitettuihin tietoihin sisältymättömiä ydinmateriaalivalvonnan kannalta merkityksellisiä tiloja, materiaaleja eikä toimintoja. Luvanhaltijalla tai muulla ydinenergian käyttäjällä on oltava ydinaineen ja muun ydinmateriaalin kirjanpito- ja raportointijärjestelmä, jolla varmistetaan tietojen oikeellisuus, kattavuus ja jatkuvuus ydinaseiden leviämisen estämiseksi tarpeellisen valvonnan toteuttamiseksi. Lisäksi komissio on valmistellut Posivan laitoksille asetuksen mukaiset erityiset valvontasäännökset, joiden mukaan Posivan tulee toimia.

Ydinenergia-asetuksen 36 §:n 8 kohdan ja ohjeen YVL A.1 vaatimusten mukaisesti selvityksen ydinaseiden leviämisen estämiseksi tarpeellisen valvonnan järjestämisestä on sisällettävä ydinmateriaalivalvonnan käsikirjan.

Tämän lisäksi ohjeessa YVL D.1 on esitetty vaatimukset, joiden täyttyminen on osa arviota siitä, kuinka toiminnanharjoittaja huolehtii sitä koskevista velvoitteistaan ja mahdollistaa STUKin, IAEA:n ja EC:n ydinenergialain 63 §:n mukaisen valvonnan

ydinmateriaalivalvonnan osalta. Arvioitaessa käyttölupaa tarkastellaan myös toiminnanharjoittajan rakentamisen aikaisen ydinmateriaalivalvonnan toimintaa.

12.2 Ydinmateriaalivalvonta tutkimustilan ja kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamisen ja käytön aikana

STUK on valvonut tutkimustila Onkalon, kapselointilaitoksen ja loppusijoituslaitoksen rakentamista alusta asti samojen periaatteiden mukaisesti kuin ydinlaitoksen rakentamista. Posiva toimitti ydinsulkukäsikirjansa mukaisesti STUKille valvonnan edellyttämät tiedot, jotka STUK tarkasti säännöllisesti. Samalla on varmistuttu erityisesti siitä, että Onkalossa ei ole ydinaseiden leviämisen kannalta merkityksellisiä ilmoittamattomia maanalaisia 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. Teknisiä perustietoja Posiva on päivittänyt useaan otteeseen, jotta ne tukisivat tarkoituksenmukaisesti EC:n ja IAEA:n valvontatarpeita. IAEA ja EC ovat tarkastaneet Posivan laitosalueen, kapselointilaitoksen ja loppusijoituslaitoksen, ja antaneet tarkastuksista vuosittain lausunnot, joissa ei ole ollut huomautuksia Suomelle tai Posivalle.

Posiva on käyttölupahakemuksen yhteydessä toimittanut STUKille selvityksen ydinaseiden leviämisen estämiseksi tarpeellisen valvonnan järjestämisestä. Selvityksessä on kuvattu suunniteltu loppusijoitustoiminta ja polttoaineen käsittely sekä kirjanpito käytetyn polttoaineen varastosta aina loppusijoituspaikkaan asti sekä polttoaineelle suunniteltua IAEA:n ja komission valvontaa. Selvityksessä on tunnistettu IAEA:n ja komission valvontasuunnitelmassa viimeistelyä ja sopimista edellyttäviä asioita. Selvitys ei vielä kaikilta osin vastaa ohjeen YVL A.1 vaatimusta kirjanpito- ja valvontajärjestelmän käsikirjasta. Posiva on myöhemmin päivittänyt ydinmateriaalivalvonnan käsikirjan kuvaamaan ja ohjeistamaan Posivan käytön aikaista ydinmateriaalivalvonnan toimintaa ja STUK on hyväksynyt päivitetyn käsikirjan (STUK 1/H47102/2026).

Kapselointi- ja loppusijoitustoiminnan kansainvälinen ydinmateriaalivalvonta perustuu pitkälti kahdennettuun tekniseen valvontaan, jolla varmistetaan ydinainetiedon jatkuvuus ja eheys loppusijoitusprosessissa. Tätä varten kansainvälisen valvonnan periaatteista sekä käytännöistä on sovittu IAEA:n, Euroopan komission ja STUKin välillä. IAEA ja Euroopan komissio aloittivat keväällä 2023 teknisten valvontalaitteiden asennukset Posivan laitoksiin. Tekninen valvonta on laitoksella toiminnassa ja laiteasennukset viimeistelyä vaille valmiit. Valvonta perustuu vahvasti etävalvontaan, joskin paikan päällä tehtävä ydinmateriaalivalvonnan kansainvälinen ja kansallinen tarkastustoiminta tulee jatkumaan. Posiva on valmistautunut etävalvontaa mahdollistavaan raportointiin IAEA:n ja komission kanssa sovitun ohjeistuksen mukaisesti. Toiminnan alkuvaiheessa ydinmateriaalivalvonta tullaan tarpeen mukaan, niin STUKin kuin Euroopan komission ja IAEA:n osalta, toteuttamaan myös perinteisemmin tarkastajien läsnäoloon perustuen.

12.3 Loppusijoituslaitoksen sulkemisen jälkeinen ydinmateriaalivalvonta

Posivan hakemus ei ota kantaa loppusijoituslaitoksen sulkemisen jälkeiseen valvontaan. Ydinsulkusopimuksen mukaisen valvontasopimuksen (INFCIRC/193)

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 IAEA:n ydinmateriaalivalvonta jatkuu ainakin niin kauan kuin valvontasopimus on voimassa. Ydinenergialain mukaisten ydinjätehuoltovelvollisten huolehtimisvelvollisuus lakkaa laitoksen käytöstä poiston ja sulkemisen jälkeen, kun valtiolle on suoritettu kertamaksu loppusijoitettujen ydinjätteiden tarkkailusta ja valvonnasta. Tämän jälkeen valtio huolehtii laitokseen tai kapseloituun ydinpolttoaineeseen mahdollisesti kohdistuvista ydinmateriaalivalvonnan velvoitteista.

Johtopäätös (ydinmateriaalivalvonta)

Posivan selvityksessä on huomioitu tiedossa tai odotettavissa olevat valvontatarpeet ja niiden mahdollistaminen. Posivan selvityksessä ei ole havaittu asioita, jotka estäisivät ydinmateriaalivalvonnan toteuttamisen Posivan kapselointi- ja loppusijoituslaitoksessa.

Ennen käytön aloittamista Posivan ydinmateriaalivalvonnan käsikirjassa ja muissa ohjeissa kuvatut ydinmateriaalien kirjanpito-, raportointi- ja ilmoitusmenettelyt tulee olla testattu ja niiden pitää olla STUKin todentamia. Ydinmateriaalivalvonnan käsikirja on pidettävä aina ajantasaisena.

Valtion on varauduttava käytettyyn ydinpolttoaineeseen kohdistuvan IAEA:n ydinmateriaalivalvonnan mahdollistamiseen vielä loppusijoituslaitoksen sulkemisen ja kapselointilaitoksen käytöstäpoiston jälkeen.

Posivan ydinlaitosten ydinmateriaalivalvonnan menettelyt ovat ajan tasalla ja riittävät, ja Posiva kehittää menettelyitä aktiivisesti. Johtopäätöksenä on, että Posivan ydinlaitosten ydinmateriaalivalvontajärjestelyt on toteutettu ydinenergialaissa ja ydinenergia-asetuksen 118 §:ssä ja 118 b §:ssä tarkoitetulla tavalla ja ydinenergialain 63 §:n mukainen valvonta mahdollistettu.

13 Kuljetukset

Vaarallisten aineiden kuljetuksissa on noudatettava lakia vaarallisten aineiden kuljetuksesta (541/2023), valtioneuvoston asetusta vaarallisten aineiden kuljetuksesta (925/2023) sekä TRAFICOMin kuljetusmuotokohtaisia määräyksiä. Lisäksi käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukset ovat ydinenergialain tarkoittamaa ydinenergian käyttöä, joita koskee ydinenergialaki (990/1987) ja -asetus (161/1988). Edellä mainittujen lisäksi käytetyn polttoaineen kuljetuksia koskevia vaatimuksia on esitetty ohjeessa YVL D.2.

Posiva on käyttölupahakemusaineissa toimittanut STUKille hyväksyttäväksi selvityksen kuljetusjärjestelyistä (Kuljetuksen toteutustapaselvitys, ydinenergia-asetuksen 36 §:n 3 momentin mukainen muu viranomaisen tarpeelliseksi katsoma selvitys) ja suunnitelman kuljetuksen turvajärjestelyistä (Turvasuunnitelma, ydinenergia-asetuksen 36 §:n ja ohjeen YVL A.11 vaatimuksen 710 edellyttämä suunnitelma). STUK on hyväksynyt edellä mainitut asiakirjat päätöksillään STUK 16/H42213/2023, 18.8.2023 ja STUK 3/H42217/2023, 22.11.2023. STUK toteaa, että käytetyn ydinpolttoaineen kuljettaminen Loviisasta Olkiluotoon Posivan laatimien suunnitelmien mukaisesti on mahdollista toteuttaa siten, että kuljetuksen turvallisuutta ja turvajärjestelyjä koskevat vaatimukset täyttyvät.

Johtopäätös (kuljetukset)

Posiva täyttää käyttölupavaihetta koskevat käytetyn ydinpolttoaineen kuljetuksia koskevat vaatimukset.

Kuljetukseen saa ryhtyä vasta, kun STUK on antanut kuljetuksia koskevan hyväksynnän.

14 Muita vaatimuksia

STUKin määräyksiin kirjattujen turvallisuusvaatimusten lisäksi ydinenergialaki asettaa joitakin ydinlaitoksen turvallisuuteen liittyviä vaatimuksia. Tässä luvussa käsitellään hakijan taloudellisia ja muita edellytyksiä harjoittaa toimintaa turvallisesti ja Suomen kansainvälisten sopimusvelvoitteiden mukaisesti (ydinenergialain 20 §:n 1 momentin kohta 4) siltä osin kuin aihe kuuluu STUKin toimialaan. Lisäksi tarkastellaan Posivan ydinlaitosten rakentamislupaan liitettyjen ehtojen toteutumista.

14.1 Luvanhaltijan taloudelliset edellytykset harjoittaa toimintaa

Ydinlaitoksen käyttöluvan myöntäminen edellyttää, että hakijalla harkitaan olevan taloudelliset ja muut tarpeelliset edellytykset harjoittaa toimintaa turvallisesti (ydinenergialain 20 §:n 1 momentin kohta 4). Taloudellisten edellytysten arvioinnin suorittavat ensi sijassa muut viranomaiset kuin STUK (lähinnä TEM). Luvanhaltijalla on taloudellisia velvoitteita muun muassa ydinjätehuollon kustannuksiin varautumiseksi (aiheeseen liittyvät tekniset näkökohdat esitetty tässä turvallisuusarviossa) ja ydinvastuun (luku 14.2) kattamiseksi. Luvanhaltijan taloudella ja taloudellisella toimintaympäristöllä saattaa olla vaikutusta myös laitosten turvallisuuteen, minkä takia STUK seuraa muun muassa suomalaisilla ydinlaitoksilla turvallisuuden parantamiseksi tehtäviä investointeja ja organisaatiomuutoksia sekä henkilöstön määrää ja pätevyyttä.

STUK arvioi lausunnossaan ja sen liitteissä vain luvanhaltijan edellytyksiä harjoittaa toimintaa turvallisesti ja niiltä osin Suomen kansainvälisten sopimusvelvoitteiden mukaisesti.

Posivan hankkeen turvallisen toteuttamisen ja toiminnan harjoittamisen kannalta riittävistä taloudellisista edellytyksistä vastaavat sen omistajat Teollisuuden Voima Oyj (TVO) ja Fortum Power and Heat Oy (Fortum). Omistajien välisen sopimuksen mukaisesti Posiva perii käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitushankkeen kustannukset omistajiltaan. TVO ja Fortum säilyvät ydinenergialain mukaisina jätehuoltovelvollisina ja vastaavat siten ydinjätehuollon kustannuksista.

Ydinenergialain mukaisesti TVO ja Fortum ovat varautuneet ennakolta ydinjätehuollon kustannuksiin maksamalla valtion ydinjätehuoltorahastoon vahvistetut rahasto-osuudet. Posiva on toiminut vuoden 2026 alusta alkaen jätehuoltovelvollisena, vastaten muun muassa kapselointilaitoksen purkamisesta sekä loppusijoituslaitoksen sulkemisesta. Rahastoon on kerätty tarvittavat varat tällä hetkellä olemassa olevien ydinjätteiden käsittelyä ja loppusijoittamista varten. Tältä osin taloudellisia edellytyksiä voidaan pitää riittävinä.

14.2 Kansainväliset sopimukset

STUKin toimialaan kuuluvat kansainväliset sopimukset, jotka käsittelevät ydinmateriaalivalvontaa sekä ydinvastuu-, ydinturvallisuus- ja ydinjäteasioita. Lisäksi Suomea koskevat Euroopan atomienergiayhteisön (Euratom) perustamissopimus ja sen nojalla annettujen asetusten ja direktiivien velvoitteet. Lisäksi Suomen valtiota ja ydinenergian käyttöä Suomessa koskee Ydinsulkusopimus ja sen perusteella laadittu

valvontasopimus ja tämän lisäpöytäkirja. Nämä sopimukset on viety kansalliseen lainsäädäntöön.

Ydinvastuusta, eli ydinvahingosta aiheutuvista vastuista ja velvoitteista, säädetään ydinvastuulaissa (484/1972). Ydinvastuulaissa on otettu huomioon Suomea koskevat kansainväliset sopimukset, jotka asettavat minimirajat korvausvastuille ydinvahingoissa. Kansallisesti voidaan säätää korkeammista vastuista. Ydinvastuulaissa asetetaan luvanhaltijalle rajoittamaton vastuu korvata ydinvahinkoja Suomessa tapahtuvan onnettomuuden seurauksena. Ydinvastuulain 18 §:n mukaan Suomessa sijaitsevan, muun kuin energiantuotannossa käytettävän ydinlaitoksen haltijanvastuun enimmäismäärä samasta ydintapahtumasta johtuneista, muualla kuin Suomessa syntyneistä ydinvahingoista on 250 miljoonaa euroa. Vastuun enimmäismäärä ydinpolttoaineen ja muun ydinaineen kuljetuksen aikana muualla kuin Suomessa syntyneistä ydinvahingoista on 80 miljoonaa euroa. Ydinvastuulain 23 §:n mukaan ydinlaitoksen haltijalla tulee olla Finanssivalvonnan hyväksymä vakuutus ydinvastuun enimmäismäärän kattamiseksi. Ydinvastuulaissa ydinlaitoksen haltijalla tarkoitetaan Suomessa olevan laitoksen osalta sitä, jolla on säädetty lupa ydinlaitoksen hallintaa tai käyttöä varten taikka joka muutoin hallitsee tai käyttää laitosta. Ydinenergialain 20 §:n 2 momentin mukaan ydinlaitoksen käytön edellytys on, että ydinlaitoksen haltijan vahingonkorvausvastuu ydinvahingon varalta on järjestetty siitä säädetyllä tavalla. STUK tarkastaa ennen kapselointi- ja loppusijoituslaitosten käytön aloittamista, että Posiva on järjestänyt vahingonkorvausvastuun ydinvahingon varalta säädetyllä tavalla.

Käytetyn polttoaineen kuljetukseen ei saa ryhtyä ennen kuin kuljetuksella on ydinvastuuvakuutus. Kuljetuksiin liittyvät ydinvastuuvakuutukset STUK todentaa kuljetuksen hyväksymisen yhteydessä tai viimeistään ennen kunkin kuljetuksen suorittamista.

Vuonna 1994 on tehty kansainvälinen ydinturvallisuutta koskeva yleissopimus, SopS 74/1996 (INFCIRC/449), joka on sopimukseen liittyneitä valtioita juridisesti sitova kokoelma ylimmän tason ydinturvallisuusperiaatteita. Suomi on liittynyt sopimukseen alusta alkaen ja sopimus on ollut voimassa vuodesta 1996.

Vastaavasti vuonna 1997 on tehty kansainvälinen Polttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon turvallisuutta koskeva yleissopimus, SopS 36/2001 (INFCIRC/546), joka on sopimukseen liittyneitä valtioita juridisesti sitova kokoelma ydinjätteen käsittelyä koskevia periaatteita. Suomi on liittynyt sopimukseen alusta alkaen ja sopimus on ollut voimassa vuodesta 2001.

Kansainvälisessä ydinturvallisuussopimuksessa ja kansainvälisessä ydinjätesopimuksessa säädellyt asiat on katettu Suomen lainsäädännössä, valtioneuvoston päätöksissä ja määräyksissä. Sopimusten toteutumista arvioidaan kolmen vuoden välein Kansainvälisen atomienergiajärjestön (IAEA) järjestämissä arviointikokouksissa, joita varten kukin jäsenmaa laatii toimistaan raportin.

STUKin arvion mukaan Posiva täyttää STUKin toimialaan kuuluvien kansainvälisten sopimuksien velvoitteet ydinenergialain 20 §:n mukaisesti.

14.3 Rakentamislupaan liitettyjen ehtojen toteutuminen

Valtioneuvosto myönsi rakentamisluvan Posivan kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle 12.11.2015. Rakentamislupa myönnettiin käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle, jonka mitoitus vastaa enintään 6 500 tonnia uraania vastaavan käytetyn polttoaineen loppusijoittamista. Lupa kattaa myös matala- ja keskiaktiivisen käyttö- ja käytöstäpoistojätteen loppusijoitustilat, joihin voidaan sijoittaa enintään 1 500 m³ jätettä, sekä laitoksen toiminnassa tarvittavat rakenteet, aputilat ja joko pysty- tai vaakasuuntaiseen tunneliratkaisuun perustuvan perusratkaisun. Lisäksi luvassa edellytetään, että käyttölupahakemuksen yhteydessä toimitetaan päivitetyt selvitykset ympäristövaikutuksista, polttoaineen palautettavuudesta, kuljetusriskeistä sekä hankkeeseen tehdyistä muutoksista.

Rakentaminen aloitettiin määrätyssä ajassa, ja vaikka suunnitteluun on tehty rakentamisluvan jälkeen muutoksia, yleispiirteiltään ja perusratkaisuiltaan Posivan kapselointi- ja loppusijoituslaitokset vastaavat rakentamislupahakemuksessa esitettyä. Posiva on valinnut loppusijoituksen perusratkaisukseen KBS-3V pystysuuntaiset loppusijoitusreiät, eikä kehitä tällä hetkellä vaakasuuntaista ratkaisua. Posiva ei ole kuitenkaan aloittanut matala- ja keskiaktiivisen käyttö- ja käytöstäpoistojätteen loppusijoitustilojen suunnittelemista eikä rakentamista käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen yhteyteen.

Posiva on käyttölupahakemuksessa hakenut lupaa pitää hallussaan, tuottaa, käsitellä, varastoida ja loppusijoittaa kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen sekä tarvittaessa Posivan osakkeenomistajien ydinlaitoksien toiminnasta syntyviä matala- ja keskiaktiivisia käytöstä ja käytöstäpoistosta syntyneitä ydinlaitosjätteitä niin, ettei ydinlaitosjätteen kokonaismäärä ylitä missään tilanteessa 3 000 m^3. Käyttölupahakemuksessa haettu matala- ja keskiaktiivisten jätteiden määrä on kaksinkertainen verrattuna rakentamisluvassa myönnettyyn määrään.

Posiva on toimittanut rakentamisluvan ehtojen mukaisen selvityksen käytetyn ydinpolttoaineen palautettavuudesta. Selvitys osoittaa, että palauttaminen on teknisesti mahdollista loppusijoituksen eri vaiheissa, joskin palauttamisen vaikeus ja kustannukset kasvavat merkittävästi loppusijoituksen edetessä. Lisäksi Posiva on toimittanut käyttölupahakemusaineiston mukana päivitetyn selvityksen käytetyn polttoaineen kuljetuksia koskevista riskeistä. Hankkeeseen tehtyjä muutoksia on kuvattu toimitetussa käyttölupa-aineistossa.

STUK toteaa, että rakentamisluvan ehdot täyttyvät.

15 Yhteenveto (ydinenergialaki 20 § Ydinlaitoksen käyttäminen)

Ydinenergian käytön turvallisuudesta on säädetty ydinenergialain (990/1987) 5–7 §:ssä seuraavaa:

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,

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

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

Ydinenergian käyttäminen edellyttää lupaa (ydinenergialaki 8 §). Ydinenergialain 20 §:n mukaan käyttöluvan myöntäminen edellyttää seuraavien ehtojen täyttämistä:

1) ydinlaitos ja sen käyttäminen täyttävät tämän lain mukaiset turvallisuutta koskevat vaatimukset ja työntekijöiden ja väestön turvallisuus sekä ympäristönsuojelu on otettu asianmukaisesti huomioon; (23.5.2008/342)

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

3) hakijalla on käytettävänään tarpeellinen asiantuntemus ja erityisesti ydinlaitoksen käyttöhenkilökunnan kelpoisuus sekä ydinlaitoksen käyttöorganisaatio ovat asianmukaiset;

4) hakijalla harkitaan olevan taloudelliset ja muut tarpeelliset edellytykset harjoittaa toimintaa turvallisesti ja Suomen kansainvälisten sopimusvelvoitteiden mukaisesti; ja

ydinlaitos ja sen käyttäminen muutoinkin täyttävät 5–7 §:ssä säädetyt periaatteet.

Ydinlaitoksen käyttämiseen ei saa ryhtyä siihen myönnetyn luvan perusteella ennen kuin:

1) säteilyturvakeskus on todennut, että ydinlaitos täyttää asetetut turvallisuusvaatimukset ja että turvajärjestelyt sekä valmiusjärjestelyt ovat riittävät, että ydinaseiden leviämisen estämiseksi tarpeellinen valvonta on asianmukaisesti järjestetty ja että ydinlaitoksen haltijan vahingonkorvausvastuu ydinvahingon varalta on järjestetty siitä säädetyllä tavalla; ja

2) kauppa- ja teollisuusministeriö (nykyisin työ- ja elinkeinoministeriö) on todennut, että varautuminen ydinjätehuollon kustannuksiin on järjestetty 7 luvun säännösten mukaisesti.

STUK on tässä turvallisuusarviossa arvioinut toimialaansa kuuluvien kohtien toteutumisen osana Posivan ydinlaitosten käyttölupahakemuksen turvallisuusarviointia.

Ydinenergialain 20 §:n 1 momentin 1–3 kohtien osalta Posivan ydinlaitosten järjestelyt ovat turvallisuuden kannalta riittävät ja asianmukaiset.

Ydinenergialain 20 §:n 1 momentin 4 kohdan osalta STUK toteaa, että sillä ei ole toimivaltaa ja osaamista arvioida luvanhaltijan taloudellisia edellytyksiä toiminnan

harjoittamiseksi kokonaisuutena. STUK on kuitenkin omalta osaltaan arvioinut Posivan taloudellista varautumista siltä osin kuin se liittyy toiminnan turvalliseen harjoittamiseen ja STUKin valvontatehtäviin. Vastuu luvanhaltijan taloudellisten edellytysten kokonaisarvioinnista kuuluu työ- ja elinkeinoministeriölle sekä Valtion ydinjätehuoltorahastolle. STUK on tässä lausunnossa ja sen liitteissä arvioinut erityisesti luvanhaltijan edellytyksiä harjoittaa toimintaa turvallisesti ja STUKin valvonnassa olevien asioiden osalta Suomen kansainvälisten sopimusvelvoitteiden mukaisesti.

Säteilyturvakeskuksen valvontatyössä ei ole tullut ilmi seikkoja, joiden nojalla Posivan ydinlaitosten luvanhaltija ei täyttäisi ydinenergialain 5–7 §:ssä säädettyjä periaatteita.

Ydinenergialain 20 §:n 2 momentin 1 kohdan osalta STUK toteaa, että se tulee tekemään ennen käytön aloittamista tarkastuksen, jossa todennetaan järjestelyjen riittävyys ja loppuunsaattaminen niiltä osin, kun käytön valmistelut ovat vielä olleet kesken turvallisuusarvion laatimisen hetkellä.

Hakemuksessa on haettu lupaa radioaktiivisten jätteiden hallussapitoon, tuottamiseen, käsittelyyn, varastointiin ja loppusijoitukseen. STUKin näkemyksen mukaan Posivalla on edellytykset järjestää tällainen toiminta asianmukaisesti, mutta toteaa sen olevan säteilylaissa tarkoitettua säteilyn käyttöä, johon tarvitaan myös säteilylaissa tarkoitettu turvallisuuslupa.

15.1 Johtopäätös

STUK esittää kokonaisarvionaan, että sen toimialan osalta ydinenergialain (990/1987) pykälien 5, 6, 6 a, 7, 7 e ja 7 h:n sekä 20 §:n 1 momentin edellytykset Posivan ydinlaitosten käyttöluvan myöntämiselle täyttyvät, alla olevin huomautuksin.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen laitteiden ja järjestelmien koekäytöt ovat osittain edelleen kesken. STUK ei ole voinut vielä kaikilta osin arvioida käyttöönoton vaatimuksenmukaisuutta eikä toteutuksen toimivuutta käytännössä, erityisesti turvallisuusluokiteltujen järjestelmien toiminnan osalta häiriö- ja onnettomuustilanteissa. Osa laitteista, järjestelmistä ja rakenteista on jo otettu käyttöön, mutta kokonaisuuden toimivuutta käytännössä ei ole voitu kaikilta osin vielä arvioida.

Kapselointilaitoksen yhteistoimintakokeessa Posiva osoitti, että kapselointiprosessi on teknisesti mahdollista. Yhteistoimintakokeessa ei kuitenkaan testattu suoja-automaation toimintaa häiriö- ja onnettomuustilanteissa. Tällainen toiminta tullaan testaamaan kapselointilaitoksen täydentävässä laitostason kokeessa. Loppusijoituslaitoksen yhteistoimintakokeen aikana STUK tulee seuraamaan ja arvioimaan Posivan teknistä ja organisatorista onnistumista ja turvallista toimintaa. STUK edellyttää, että Posiva saattaa käyttöönottoon kuuluvat kokeet ja muut toimenpiteet asianmukaisesti loppuun ennen käytön aloittamista. Ennen käytön aloittamista Posivan on osoitettava STUKille, että ydinlaitosten järjestelmät ja laitokset kokonaisuudessaan toimivat käytännössä turvallisuusvaatimusten mukaisesti ja että organisaation toiminta on riittävää kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen turvallisen käytön varmistamiseksi.

Posivan on osoitettava loppusijoitusjärjestelmää koskevilla menetelmäkokeilla, että suunniteltujen radioaktiivisten aineiden vapautumisesteiden valmistus-, asennus-, rakentamis- ja käyttömenetelmät soveltuvat suunniteltuun käyttötarkoitukseen ja täyttävät vaaditut laatu- ja turvallisuusvaatimukset. Suurin osa menetelmäkokeista on saatu suoritetuiksi, mutta osa asentamisen menetelmäkokeista on suorittamatta. Tämän vuoksi STUK ei ole saanut kokonaisuudessaan osoitusta siitä, että loppusijoitusjärjestelmä voidaan toteuttaa käyttölupahakemusaineistoissa esitettyjen suunnitelmien mukaisesti ja että käytön aloittaminen perustuu ratkaisuun, joka vastaa pitkäaikaisturvallisuutta koskevassa turvallisuusperustelussa sekä sitä myöhemmin täydentäneissä muutoksia koskevissa arvioinneissa esitettyä. Erityisesti bentoniittipuskurin ja kapselin asennuksen loppusijoitusreikään tehtävä menetelmäkoe on Posivalla tekemättä. Posivan on ennen käytön aloittamista osoitettava STUKille, että menetelmäkokeet on tehty hyväksytysti ja että Posivan loppusijoitusjärjestelmät voidaan asentaa siten, että ne täyttävät turvallisuusvaatimukset myös pitkäaikaisturvallisuuden osalta.

Laitoksen käyttöä sekä käyttöhäiriöitä ja onnettomuustilanteita koskevien ohjeiden käyttötarkoitukseen soveltuvuutta on testattu kapselointilaitoksen koekäyttöjen yhteydessä sekä erillisissä tilaisuuksissa. Ohjetyö on edelleen osittain kesken, eikä loppusijoituslaitoksen ohjeistoa ole vielä voitu arvioida kaikilta osin. Ennen käytön aloittamista STUK tarkastaa, että käyttöä koskeva ohjeisto sekä inhimillisten tekijöiden hallintamenettelyt täyttävät vaatimukset.

Posiva on määrittänyt kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käyttöä varten käyttöorganisaation, nimennyt vastuulliset johtajat sekä varmistanut tarvitsemansa asiantuntemuksen ensisijaisesti oman henkilöstönsä ja TVO:lta saatavien asiantuntija- ja tukiresurssien avulla. Posivan johtamisjärjestelmää, turvallisuuskulttuuria, osaamisen varmistamista ja henkilöstöresursointia on kehitetty järjestelmällisesti. STUKin arvion mukaan Posivalla on käytön alkaessa käytettävissään tarpeellinen asiantuntemus ja riittävät menettelyt laitoksen turvallista käyttöä varten. STUK on kuitenkin tunnistanut kehitystarpeita erityisesti käyttövaiheeseen siirtymisessä, käytön aikaisten menettelyjen viimeistelyssä, henkilöstöresurssien ja osaamisen riittävyyden varmistamisessa, muutostenhallinnassa, toimittajien ohjauksessa sekä turvallisuuskulttuurin kehittämisessä. Lisäksi Posivan on kehitettävä suunnitelmien ja ohjeiden järjestelmällistä noudattamista sekä siihen liittyvää toiminnan seurantaa ja varmistamista. STUK arvioi näiden menettelyjen toimivuutta sekä henkilöstöresurssien ja osaamisen riittävyyttä ennen käytön aloittamista ja valvoo niitä käytön aikana.

Posivalle on myönnetty vuonna 2015 rakentamislupa matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoitustilan rakentamiseksi käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen yhteyteen. Loppusijoitustilaan saa rakentamisluvassa asetetun lupaehdon mukaisesti loppusijoittaa enintään 1 500 m^3 matala- ja keskiaktiivista jätettä. STUK on rakentamislupahakemusta koskevassa lausunnossaan edellyttänyt, että Posivan on esitettävä yksityiskohtaiset suunnitelmat matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoitustilasta ja tarkempi arvio loppusijoituslaitokseen sijoitettavien erilaisten ydinjätelajien yhteisvaikutuksista ennen rakentamisen aloittamista. Posiva ei ole toimittanut yksityiskohtaisia suunnitelmia matala- ja keskiaktiivisen loppusijoitustilan rakentamiseksi eikä se ole aloittanut tilan rakentamista.

Turvallisuusperustelu kattaa Posivan omasta toiminnasta aiheutuvan, arvioidun 1 500 m³ jätekertymän sijoittamisen matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoitustilaan. Käyttölupahakemuksessa Posiva hakee lupaa kuitenkin 3 000 m³:n jätemäärälle, josta osa voisi olla peräisin muualta kuin Posivan ydinlaitokselta. Näitä jätteitä ei ole huomioitu turvallisuusperustelussa. STUK toteaa, että matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoitustilan suunnittelu on vielä yleisellä tasolla, ja ennen tilan mahdollista rakentamista ja käyttöä siihen liittyvät suunnitelmat sekä yksityiskohtainen päivitetty turvallisuusperustelu on arvioitava.

Posiva on huomioinut yksityiskohtaisissa ydinlaitoksen järjestelmiin ja laitoksiin liittyvissä suunnitelmissa Teollisuuden Voima Oyj:n (TVO) omistamien OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytetyn ydinpolttoaineen kapseloinnin ja loppusijoittamisen. OL3-laitosyksikön käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamiseksi Posiva on esittänyt hakevansa myöhemmin uutta käyttölupaa. Fortum Power and Heat Oy:n (Fortum) omistamien LO1- ja LO2-laitosyksiköiden käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi ja loppusijoittaminen edellyttävät muutoksia useisiin laitosten järjestelmiin sekä muutoksia ydinenergia-asetuksen 36 §:n mukaisiin asiakirjoihin ja mahdollisesti niiden tausta-aineistoihin. STUK arvioi näiden muutosten säännöstön mukaisuutta ja turvallisuutta siinä vaiheessa, kun asia tulee ajankohtaiseksi. Muutoksia ei saa ottaa käyttöön eikä erityisen merkittävän laitosmuutoksen jälkeistä uudelleenkäyttöönottoa aloittaa, ennen kuin STUK on todennut, että turvallisuuteen vaikuttavat tekijät ja turvallisuusmääräykset ovat kunkin vaiheen osalta huomioitu (ydinenergia-asetus 110 §).

Posivan loppusijoituslaitoksen sulkemisen jälkeistä turvallisuutta koskeva turvallisuusperustelu perustuu käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusjärjestelmän suunnitteluratkaisujen osalta vuoden 2018 tilanteeseen. Tämän jälkeen loppusijoitusjärjestelmän suunnitteluratkaisut ovat kehittyneet kaikkien vapautumisesteiden osalta, eivätkä nykyiset suunnitteluratkaisut kaikilta osin enää vastaa turvallisuusperustelun analyysien lähtökohtana ollutta ratkaisua. Posiva on tarkastellut suunnittelumuutosten vaikutuksia turvallisuusperusteluun erillisissä muistioissa. Posiva on arvioinut yksittäisten muutosten vaikutukset sekä muutosten kokonaisvaikutukset. Posivan arvion mukaan turvallisuusperustelun johtopäätökset pätevät edelleen. Yksittäisillä muutoksilla ei ole laskennallisten analyysien perusteella vaikutusta loppusijoituslaitoksen sulkemisen jälkeiseen turvallisuuteen, minkä vuoksi STUK pitää Posivan esittämiä analyysejä riittävinä. STUKin johtopäätös on se, että yksittäisillä muutoksilla ei ole seurausanalyysien perusteella vaikutusta sulkemisen jälkeiseen turvallisuuteen ja pitkäaikaisturvallisuus on perusteltu riittävästi käytön aloittamiseksi.

STUK on tunnistanut pitkäaikaisturvallisuuden osoittamisen osalta kehitystarpeita, joilla voidaan parantaa turvallisuusperustelun luotettavuutta. Kehitystarpeet liittyvät erityisesti turvallisuustoimintojen ja toimintakykytavoitteiden määrittelyjen selkeyttämiseen, bentoniittimateriaalien toimintakykyyn liittyvien epävarmuuksien tutkimukseen ja arviointiin, kehityskulkuanalyysin kehittämiseen sekä loppusijoitusjärjestelmään vaikuttavien tekijöiden ja prosessien ja vaatimustenhallinnan selkeyttämiseen. Lisäksi pitkän aikavälin altistusmalleja on kehitettävä ja turvallisuusperustelussa käytettyjen mallien ja lähtötietojen kuvauksen läpinäkyvyyttä sekä tarkastettavuutta on parannettava. STUK arvioi Posivan

turvallisuusperustelun kehittymistä käytön aikana sekä turvallisuusperustelun seuraavan päivityksen yhteydessä.

Loppusijoituslaitoksen sulkemisen jälkeisen turvallisuuden osalta STUK toteaa johtopäätöksenä, että loppusijoitus on ydinenergialaissa tarkoitetulla tavalla turvallista ihmisille ja ympäristölle. Turvallisuusperustelu on kuitenkin kokonaisuudessaan päivitettävä vastaamaan loppusijoituksen käyttöönotettavaa loppusijoitusjärjestelmää STUKin esittämän lupaehdon mukaisesti. Päivityksen tarkoitus on, että Posivalla on päivityksen jälkeen turvallisuusperustelu, joka vastaa lopullista toteutusta ja johon vertautuen voidaan arvioida mahdollisten käytön aikana tehtävien suunnittelumuutosten ja poikkeamien vaikutuksia pitkäaikaisturvallisuuteen.

Valmistelut Posivan ydinlaitosten käytön aloittamiseksi ovat vielä osittain kesken. STUK tekee ydinenergialain 20 §:n 2 momentin mukaisen turvallisuusvaatimusten täyttymistä koskevan toteamisen ydinlaitoksen käyttöluvan myöntämisen jälkeen ennen kuin käytettyä ydinpolttoainetta siirretään kapselointilaitokselle ja polttoaineen siirtosäiliön kansi avataan. Tämä toteaminen on edellytys ydinlaitoksen käytön aloittamiselle. Tarkastuksessa STUK varmistaa, että lainsäädännössä, viranomaisohjeissa ja STUKin päätöksissä asetettuja turvallisuusvaatimuksia on noudatettu, turvajärjestelyt ja valmiusjärjestelyt ovat riittävät, ydinaseiden leviämisen estämiseksi tarpeellinen valvonta on asianmukaisesti järjestetty ja että ydinlaitoksen haltijan vahingonkorvausvastuu ydinvahingon varalta on järjestetty siitä säädetyllä tavalla.

Jos käyttölupa myönnetään hakemuksen mukaisesti vuoden 2070 loppuun, Posivan ydinlaitoksille on tehtävä lupakaudella ydinenergialain mukainen määräaikainen turvallisuusarviointi useita kertoja. STUKin näkemyksen mukaan ensimmäinen määräaikainen turvallisuusarviointi on perusteltua tehdä lainsäädännössä vaadittua 15 vuoden vähimmäisarviointijaksoa aikaisemmin, koska kyseessä on maailmanlaajuisesti ainutlaatuinen laitos, jollaisesta ei ole saatavilla käyttökokemuksia muualta, ja toiminnan alkuvaiheessa kertyy turvallisuuden arvioinnin kannalta olennaisia käyttökokemuksia laitosten, järjestelmien, käyttöorganisaation, ohjeiston, menetelmien sekä loppusijoitusjärjestelmän toimivuudesta. Aikaisempi arviointi mahdollistaa sen, että toiminnan alkuvaiheessa saadut käyttökokemukset, mahdolliset poikkeamat, suunnittelumuutokset sekä turvallisuusperustelun kehitystarpeet arvioidaan kokonaisuutena riittävän varhaisessa vaiheessa. Näin voidaan varmistua siitä, että kapselointi- ja loppusijoituslaitosten käyttöä jatketaan turvallisuusvaatimusten mukaisesti ja että mahdollisiin turvallisuutta parantaviin toimenpiteisiin voidaan ryhtyä oikea-aikaisesti.

STUK ei puolla Posivan ehdottamaa käytöstäpoistosuunnitelman 15 vuoden päivitysväliä, vaan STUKin näkemyksen mukaan käytöstäpoistosuunnitelma on päivitettävä kapselointilaitoksen käytön aikana ydinenergialain mukaisesti kuuden vuoden välein, jotta käytöstäpoistosuunnitelma pysyy ajan tasalla laitoksen käytön aikana kertyvien tietojen ja muutosten perusteella. Suunnitelman ajantasaisuus on tärkeää myös käytöstäpoiston kustannuksiin varautumisen kannalta.

Lupaehdot

STUK esittää, että Posivan käyttölupaan lisätään lupaehdoksi määräaikaisen turvallisuusarvioinnin tekeminen 10 vuoden kuluessa käyttöluvan myöntämisestä. Lupaehto ei kuitenkaan olisi tarpeen siinä tilanteessa, että uusi ydinenergialaki olisi luvan myöntämisen ajankohtana vahvistettu ja sen 146 ja 479 § säilyvät hallituksen esityksen (HE 24/2026 vp) mukaisena.

STUK esittää, että Posivan käyttölupaan lisätään lupaehdoksi, että Posivan on saatettava pitkäaikaisturvallisuutta koskeva turvallisuusperustelu ajan tasalle viimeistään 10 vuoden kuluessa käyttöluvan myöntämisestä ja toimitettava se STUKille sillä hetkellä voimassa olevan lainsäädännön mukaisesti.

STUK esittää, että Posivan käyttölupaan lisätään lupaehdoksi, että Posivan on toimitettava STUKille matala- ja keskiaktiivista jätettä koskevan loppusijoitustilan yksityiskohtaiset suunnitelmat sekä lopulliseen suunnitteluaineistoon perustuva pitkäaikaisturvallisuuden turvallisuusperustelu ennen kyseisen loppusijoitustilan rakentamisen aloittamista, sillä hetkellä voimassa olevan lainsäädännön mukaisesti.