

Ydinvoimalaitosten valvonta  
Essi Vanhanen

16.12.2021

STUK 1/G44401/2021

## OL3 - KRIITTISYYS- JA PIENTEHOKOELUPAHAKEMUS

Teollisuuden Voima Oyj (TVO) hakee kirjeellä TVO-STUK-23599, 8.12.2021 Säteilyturvakeskuksen (STUK) lupaa Olkiluoto 3 -ydinvoimalaitosyksikön (OL3) reaktorin kriittiseksi saattamiseksi ja pientehokokeiden suorittamiseksi.

Kirjeen liitteinä on toimitettu seuraavat muistiot:

- OL3 kriittisyysvalmiuden täytyminen, 198446 (Liite 2)
- OL3 - Yhteenvetoraportti käyttöönoton vaiheesta C2, OL3-0003316968 (Liite 3).
- Viat ja havainnot -lista, 198240 (Liite 4), johon on listattu polttoaineen latauksesta alkaen (vaihe C) merkittävät viat ja havainnot sekä niiden tila
- Synthesis Report for First Criticality, D02-ASA-01-001-738 (Liite 5)

### Asian esittely

Kyseessä on ohjeen YVL A.5 vaatimusten 435 ja 437 mukainen kriittisyys- ja pientehokoelupahakemus sekä ohjeen YVL A.6 vaatimuksen 610 mukainen käynnistyslupahakemus. Luvan antamisen myötä OL3-yksiköllä on lupa edetä 5 % tehotasolle. Päätöksen 22/G42301/2016, 26.4.2016 mukaisesti TVO:n on haettava STUKilta lupa OL3-yksikön tehokokeiden aikana tehotasoilta 5 %, 30 % ja 60 % edetessä.

Luvan edellytyksenä on myös tulevan käyttöönottovaiheen koeohjelman (PCP D1 - First Criticality and Low Power Tests) hyväksyminen (YVL A.5: 436, 437). STUK on hyväksynyt PCP D1:n päätöksellä 211/G42301/2019, 10.12.2019 ja käsitellyt päivitykset tiedoksi tulleen.

Ohjeen YVL A.5 vaatimuksen 435 mukaan lupahakemukseen on liitettävä esikriittisyyskokeiden tulokset siinä laajuudessa, kun on tarpeen hyväksymiskriteerien täyttymisen osoittamiseksi. TVO on toimittanut yhteenvedon keskeisistä C2-vaiheen kuumakokeiden (hot functional tests, HFT II) tuloksista osana hakemusta (liite 3). Lopullinen vaiheen C2 tulosraportti lähetetään STUKille myöhemmin, kuitenkin viimeistään 2 kuukauden kuluttua kokeiden loppumisesta.

Lupahakemuksessa on esitetty ohjeen YVL A.6:n edellyttämät

- käyttöönoton C1- ja C2-vaiheen aikana tehdyt merkittävät vikahavainnot ja niiden käsittelytilanne (liite 4)
- luvanhaltijan STUKille tehtäväksi ilmoittamat työt, jotka on päätetty siirtää myöhempään ajankohtaan, sekä perustelut siirroille (liite 2)
- tiedot keskeneräisistä töistä, kokeista ja tarkastuksista, jotka on tehtävä ennen käynnistämistä eli ensikriittisyyttä (liite 2).

Lupavaiheen käsittelyn aikana laitoksella on menossa vielä vaiheen D valmistelutyöt. Ennen laitoksen ensikriittisyyden eli käynnistämisen aloitta-

Ydinvoimalaitosten valvonta  
Essi Vanhanen

16.12.2021

STUK 1/G44401/2021

mista STUK tekee laitospaikalla erillisen käynnistysvalmiuden toteamistarkastuksen (YVL A.6, vaatimus 612). Hyväksyvä lopputulos tarkastuspöytäkirjassa on edellytys laitoksen käynnistämiseksi eli ensikriittisyydelle. Hyväksyvä tarkastuspöytäkirja voidaan antaa, mikäli STUKin edustajat toteavat asiakirjojen tarkastamisessa ja laituskäynneillä, että esteitä laitoksen käynnistämiseksi ei ole.

STUK on hyväksynyt tulevan käyttöönottovaiheen osalta tarvittavat turvallisuusteknisten käyttöehtojen (TTKE) poikkeuslupahakemukset erillisillä päätöksillä.

Ohjeen YVL A.5 vaatimuksen 444 mukaisesti neutroni- ja gammasäteilyn määrittämistä varten on oltava koeohjelma, jonka mukaisesti kartoitetaan säteilytasot erityisesti reaktorin, primääripiirin ja muiden pääsäteilylähteiden läheisyydessä. STUK on hyväksynyt koeohjelman päätöksellä 183/G42301/2017, 27.10.2017 ja käsitellyt päivitykset tiedoksi tullessa.

Ohjeen YVL A.5 vaatimuksen 445 mukaisesti säteilymittauksia on tehtävä kattavasti eri tehotasoilla sen varmistamiseksi, että alueluokitus ja merkinnot ovat oikeita. STUK on hyväksynyt luokitusmittauksen koeohjelman päätöksellä 183/G42301/2017, 27.10.2017 ja käsitellyt päivitykset tiedoksi tullessa. STUK seuraa mittauksia osana koekäyttöjen valvontaa ja tulosten läpikäyntiä.

## **Kuumakokeet II ja laitostilanhallinta**

Hakemuksessa TVO on esittänyt yhteenvedon esikriittisyyuskokeiden merkittävimmistä tuloksista ja tapahtumista (liite 3). Lisäksi tuloksia on käyty säännöllisesti läpi STUK-TVO-kokouksissa koko HFT II-vaiheen ajan. STUK toteutti HFT II-vaiheen valvonnan käytön tarkastusohjelman (KTO) mukaisena tarkastuksena, josta on tehty erillinen päätös STUK 9/C45551/2021, 14.12.2021. HFT II-vaiheen aikana STUK seurasi useita kokeita, joista esimerkiksi säätösauvojen pudotuskokeet kylmässä ja kuumassa tilassa, pölyhöyryn ulospuhalluslinjan toimintakokeita, paineistimen varoventtiileihin liittyviä testejä, yhdyslinjan värähtelytasojen mittauksia sekä syötönvaihtokoetta ja ulkoisen sähköverkon menetykkoetta. Tarkastuksen perusteella kokeet menivät pääasiassa hyvin ja toiminta oli järjestelmällistä. Joidenkin kokeiden osalta ei päästy ensimmäisellä kerralla hyväksymiskriteereihin, jonka jälkeen tehtiin tarvittavat lisäselvitykset, korjaukset tai muutostyöt ja todennettiin hyväksyttävyyden uusintatestein. Kokeet osoittivat, että laitos toimii nyt suunnitelmien mukaisesti ja että paineistimen yhdyslinjaan lisättyjen vaimentimien avulla linjan värähtelytasot on saatu hyväksyttävälle tasolle.

Laitostilanhallinnan kypsyttä seurattiin osana HFT II-vaiheen valvontaa sekä tarkastettiin osana käyttötoiminnan KTO-tarkastusta (STUK 7/C45551/2021, 1.12.2021). KTO-tarkastusten perusteella todettiin, että HFT II-vaiheen aikana OL3 laitoksen käyttötoiminta oli turvallista. Käyttö-

Ydinvoimalaitosten valvonta  
Essi Vanhanen

16.12.2021

STUK 1/G44401/2021

vuorojen toimintaan liittyvien käyttötapahatunien turvallisuusmerkitys arvioitiin vähäiseksi johtuen turvallisesta käyttötilasta. Opit tapahtumista on kuitenkin tärkeää sisäistää tulevaa ydinkäyttöä varten. OL3 käyttövuorojen yhteistyö käyttöönoton kanssa oli toimivaa käyttöönotokokeiden suorittamisen yhteydessä. TTKE:n noudattaminen onnistui pääsääntöisesti hyvin ja sen tulkinta oli konservatiivista.

Laitostilan hallinnan ja töiden suunnittelun prosesseja kehitettiin HFT II-vaiheen aikana. Käyttötoiminnan KTO-tarkastuksessa todettiin, että tehtyjen toimenpiteiden vaikuttavuutta ei pystytty täysin vielä todentamaan, mutta yleisesti tilanteessa voitiin nähdä tapahtuneen kehitystä parempaan suuntaan. Tarkastuksen perusteella todettiin, että STUK seuraa laitostilanhallinnan kypsyyttä jäljellä olevien HFT II-vaiheen kokeiden aikana ja edellytti TVO:n kannanottoa laitostilanhallinnan valmiudesta osana kriittisyyslupahakemusta.

TVO on esittänyt nyt toimitetussa hakemuksessa perusteet laitostilanhallinnan kypsyydestä ja kannanoton kriittisyysvalmiudesta. TVO:n perusteluiden mukaan työsuunnitteluprosessiin tehtyjen muutostoimenpiteiden myötä laitostilan hallintaan, työlupa- tai käyttötoimintoihin liittyvien merkittävien turvallisuushavaintojen kokonaislukumäärien sekä työlupien lukumäärään suhteutettujen merkittävien turvallisuushavaintojen trendi on ollut laskeva viimeisten kuukausien aikana, jota pidetään indikaationa laitostilanhallinnan parantumisesta. TVO:n esityksen mukaan on myös indikaatiota siitä, että työlupaprosessin aiheuttaman työkuorma vuoropäälliköille on pienentynyt. STUKin näkemyksen mukaan tehtyjen toimenpiteiden jälkeen on voitu nähdä kehitystä parempaan suuntaan ja TVO:n perusteluiden mukaisesti asia on riittävällä tasolla kriittisyysvalmiuden näkökulmasta. Tämän perusteella päätöksen STUK 7/C45551/2021 vaatimus 1 suljetaan. STUK jatkaa laitostilanhallinnan seurantaan myös tulevien käyttöönotokokeiden aikana ja valvoo ohjeiden mukaisen toiminnan toteutumista osana koekäyttöjen valvontaa.

## **Merkittävät poikkeamat, selvitykset ja vikahavainnot sekä niiden käsittelytilanne**

### **Paineistimen varoventtiilien mekaanisten ohjausventtiilien vauriot**

Ennen polttoaineen latausta, keväällä 2020 tehdyssä tiiveyskokeessa TVO ja laitostoimittaja havaitsivat yhden paineistimen varoventtiilin mekaanisessa ohjausventtiilissä vuotoa. Paineistimen varoventtiilejä on yhteensä kolme kappaletta, ja niitä tarvitaan laitossyksikön primääripiirin ylipainesuojauksessa. Jokaiseen varoventtiiliin liittyy kaksi mekaanista ohjausventtiiliä, joista toinen on erotettuna. Varoventtiilin luotettava avautuminen ja sulkeutuminen edellyttää mekaanisen ohjausventtiilin luotettavaa toimintaa. Havaitun vuodon selvittämiseksi ohjausventtiili avattiin, jolloin TVO ja laitostoimittaja huomasivat venttiilin karan olleen poikki. Tapahtuman seurauksena loputkin viisi mekaanista ohjausventtiiliä avattiin. Näistä kahdessa havaittiin säröjä silmämääräisesti. Vaurioituneet osat toimitettiin vaurioiden perussyyn selvittämistä varten Saksaan Framatome Technical

Ydinvoimalaitosten valvonta  
Essi Vanhanen

16.12.2021

STUK 1/G44401/2021

Centeriin tarkempiin tutkimuksiin. Selvitysten perusteella vikaantumisen on aiheuttanut jännityskorroosio.

Ennen polttoaineen latausta, osat korvattiin vastaavilla uusilla osilla, ja vaaditun puhtaustason ylläpitämiseksi tehtiin väliaikaismenettelyitä HFT II-vaiheen ajaksi. Laitostoimittaja käynnisti tuolloin myös muutostyösuunnittelun varmistaa ohjausventtiilien luotettavuuden pitkäaikaiskäytössä. Muutostyön mukaiset uudet osat testattiin ja kelpoistettiin. Ne asennettiin paikalleen kuumakoevaiheen välissä olleen turbiinihuoltoseisokin aikana ja testattiin HFT II-vaiheen aikana laitoksen ylösajon yhteydessä. Muutostyössä venttiilin rakennetta parannettiin vaihtamalla venttiileihin uudet osat, joiden materiaaliin ja muotoiluun oli tehty muutoksia jännityskorroosion välttämiseksi.

STUK käsitteli ja hyväksyi uuden suunnittelun mukaisen kelpoistuksen päätöksellä STUK 11/G43JEF/2021, 28.5.2021 ja teki osien vaihtotyöhön sekä venttiilien testaukseen liittyvät tarkastukset Olkiluodossa.

### **Aubert & Duval materiaaliväärennös**

Loppuvuodesta 2020 STUK käsitteli materiaalivalmistaja Aubert & Duval toiminnassa esiin tulleet poikkeamat ja selvitykset niiden vaikutuksista Olkiluoto 3:een liittyviin materiaalitoimituksiin. Valmistajan epäilyttävä toiminta on saanut laajaa kansainvälistä huomiota. Areva teki tuolloin valmistajan toiminnasta laajat selvitykset ja TVO arvioi valmistajan Olkiluoto 3 toimituksia Arevan selvitysten ja omien tarkastuskäyntiensä perusteella yksityiskohtaisesti. TVO:n johtopäätöksenä oli, ettei poikkeamilla ole vaikutusta Olkiluoto 3 komponenttien turvallisuuteen ja käytettävyyteen. STUK arvioi selvitykset ja hyväksyi ne vuoden 2020 lopussa. Päätöksessä STUK edellytti, että TVO:n tulee kuitenkin valvoa ko. materiaaleista valmistettuja komponentteja kunnonvalvontamenettelyjen mukaisesti.

Vuonna 2021 Framatome Fuel BU teki yhdessä Aubert & Duvallin kanssa jatkoselvityksen läpikäymällä valmistusdokumentaatioiden mahdollisten väärennösten tai puutteiden löytämiseksi 2020 päättyneen Arevan selvitystyön jälkeen. TVO toimitti jatkoselvitykseen liittyvät poikkeamat STUKin käsittelyyn vuoden 2021 lopulla. STUK arvioi poikkeamat ja totesi niiden hyväksyttävyyden.

### **Välijäähdytysjärjestelmän lämmönvaihdinten vauriot**

Käyttöönoton aikana olleen turbiinihuoltoseisokin aikana tehtiin ylimääräiset tarkastukset välijäähdytysjärjestelmän lämmönvaihtimiin heikentyneiden lämmönsiirtokapasiteettien takia. Tarkastuksissa havaittiin, että lämmönvaihtimen virtauksenohjainlevy oli irronnut tai osittain irronnut kaikista neljästä lämmönvaihtimesta, joista jokainen sijaitsi omassa divisioonassaan. Virtauksenohjaimen tarkoitus on ohjata puhtautta ylläpitävien ta-progge-pallojen tasainen jakautuminen lämmönsiirtoputkiin. Lämmönvaihd-

Ydinvoimalaitosten valvonta  
Essi Vanhanen

16.12.2021

STUK 1/G44401/2021

timiin toteutettiin korjaustyöt, joissa virtauksen ohjaimet poistettiin ja kerätään käyttökokemuksia lämmönvaihtimien puhtaustasosta ja lämmönsiirtokapasiteetin ylläpidosta ilman erillisiä virtauksenohjaimia.

STUK tarkasti ja hyväksyi korjaussuunnitelmat sekä perussyyselvityksen ja selvityksen lämmönvaihtimien pitkäaikaiskäytöstä ilman alapuolisia ohjaimia yhdellä vaatimuksella (STUK 4/G43KAA/2021, 26.11.2021). Vaatimus koski käyttökokemusten keräämistä ja lämmönsiirtokykykaskelmia, joiden toimittamista edellytetään vuoden 2022 loppuun mennessä.

### **Puhallinvauriot**

Turbiinihuoltoseisokin aikana ilmeni vaurio apurakennuksen ilmastointijärjestelmän puhaltimessa. Tämän seurauksena tarkastettiin vastaavan kaltaisia puhaltimia ja löydettiin myös muita vaurioituneita puhaltimia. Tarkastuslaajuutta kasvatettiin koskemaan valmistajan muihin puhaltimiin (yhteensä 34 kpl).

Yhteisvikariskin vuoksi, STUK tarkasti korjaussuunnitelmat ja teki tarvittavat rakennetarkastukset Olkiluodossa sekä seurasi tilanteen hoitamista.

### **Kokemukset muilta EPR-laitoksilta**

#### Neutronivuon värähtely

Aiemmin muilla saman tyyppisillä reaktoreilla on havaittu odotettua suurempaa neutronivuon värähtelyä. Värähtelyn on todettu aiheutuvan reaktorin jäädytevirtauksen värähtelyn aiheuttamasta polttoainepuujien sivusuuntaisesta liikkeestä, joka puolestaan vaikuttaa neutronien hidastumiseen reaktorissa.

Laitostoimittaja on kirjeellä TVO-STUK-22722, 11.3.2021 (STUKin käsittelyasialla STUK 1/G43JA0/2021) toimitetussa selvityksessä analysoinut Olkiluoto 3:n ensimmäiselle käyttöjaksolle ennustettuja värähtelyjä ja perustellut reaktorin käytön turvallisuuden polttoaineen mekaanisen eheyden sekä turvallisuusanalyysien pätevyyden kannalta 80 % tehotasolle saakka.

Täyden tehon käyttö vaatii automaatiomuutoksia, jotta vältetään tarpeettomat reaktorin pikasulut. STUK hyväksyi näihin liittyvän muutostyösuunnitelman ja turvallisuusanalyysit päätöksellä STUK 17/G43C00/2021, 5.11.2021. Hyväksytty hakemus sisälsi neutronivuovärähtelyjen takia tehtävät automaation parametrimuutokset ja turvallisen käytön osoittamiseksi tehdyt turvallisuusanalyysit. Aineistossa esitetyt analyysit ja turvallisuusperustelut pätevät ensimmäisen käyttöjakson alkupuolella, jos laitoksella mitattu neutronivuovärähtelytaso ovat odotusten mukaista. Jos neutronivuovärähtelyjen amplitudi poikkeaa analyysien oletuksista, STUK edellyttää tilanteen arvioimista uudelleen.

Automaatiomuutokset, turvallisuusperustelut ja analyysit päivitetään kattamaan ensimmäisen jakson loppu ja seuraavat käyttöjaksot ensi vuoden

Ydinvoimalaitosten valvonta  
Essi Vanhanen

16.12.2021

STUK 1/G44401/2021

alkupuolella, mille TVO hakee STUKin hyväksynnän erillisellä hakemuksella.

#### Taishanin polttoainevuotojen vaikutus OL3-yksikköön

TVO on selvittänyt toisella EPR-laitoksella havaittujen polttoainevuotojen esiintymisen mahdollisuutta OL3:lla. Selvityksen perusteella STUKin näkemys on, ettei samasta syystä johtuvien polttoainevuotojen esiintyminen OL3:lla ole todennäköistä, koska laitoksilla on polttoaineen osalta sekä rakenteellisia että käyttöolosuhteisiin liittyviä eroja. Varotoimenpiteenä TVO tekee ensimmäisen käyttöjakson jälkeisessä vuosihuollossa kattavat visuaaliset tarkastukset reaktorissa olleelle polttoaineelle sekä tarkentaa polttoaineen käyttöön ja käyttöolosuhteisiin liittyviä menettelyjä.

#### Paineistimen tukien hitsausliitosten väsymisanalyysin poikkeamat

TVO on toimittanut STUKille selvityksen koskien paineistimen tukien hitsausliitosten väsymisanalyysin poikkeamaa. Toiselle EPR-yksikölle tehtyjen lujuuslaskelmien perusteella OL3:lle lasketuista paineistimen tukien hitsiliitosten väsymisanalyyseistä on löydetty poikkeamia, jotka lyhentävät tukien laskennallista kestoikää 60 vuodesta 11 vuoteen. STUK on hyväksynyt selvityksen päätöksellään STUK 20/G43JEF/2021 (14.12.2021) eikä nähnyt estettä laitoksen kriittiseksi saattamiselle, mutta esitti päätöksessä vaatimuksia toimenpiteistä, joiden tarkoituksena on varmistaa suunnittelu- ja perusteiden mukainen paineistimen käyttöikä. Lisäksi STUK edellytti höyrystimien osalta poikkeaman vaikutusten selvittämistä.

#### **Oikeudelliset perusteet**

Ydinenergialaki 990/1987  
Ydinenergia-asetus 161/1988  
STUKin määräys 1/Y/2018  
Ohje YVL A.5 vaatimukset 434–438, 444, 445, 450  
Ohje YVL A.6 vaatimus 610

#### **Päätösesitys**

Esitän TVO:n kriittisyys- ja pientehokoelupahakemuksen ja hakemuksen käsittelyn yhteydessä esitettyjen näkemysten perusteella, että OL3-ydinvoimalaitosyksikölle myönnetään lupa reaktorin kriittiseksi saattamiseen ja pientehokokeiden suorittamiseen seuraavin ehdoin:

1. Reaktorin kriittiseksi saattaminen voidaan aloittaa sen jälkeen, kun TVO on tarkastanut käynnistysvalmiuden laitosohjeiston edellyttämällä tavalla ja STUKin edustaja on todennut tämän tarkastuksen asianmukaisesti suoritetuksi.
2. Tarvittavat järjestelmät on todettu käyttökuntoisiksi asianmukaisin pöytäkirjoin.

Ydinvoimalaitosten valvonta  
Essi Vanhanen

16.12.2021

STUK 1/G44401/2021

**Kuuleminen**

Päätös ja esittelymuistio on lähetetty TVO:lle kuultavaksi 15.12.2021. Kuulemisvastauksen (15.12) perusteella esittelymuistioon tehtiin pieniä muutoksia.

