

Ydinvoimalaitosten valvonta
Niko Mononen

15.12.2020

STUK 3/D45531/2020

OL2 – Kylmäseisokki reaktoripikasulun jälkeen, käynnistyslupahakemus

Viiteaineisto

Teollisuuden Voima Oyj (TVO) hakee kirjeellä TVO-STUK-22310, 14.12.2020 Säteilyturvakeskuksen (STUK) lupaa käynnistää Olkiluodon ydinvoimalaitoksen 2-yksikkö reaktoripikasulun jälkeisen kylmäseisokin jälkeen.

Kirjeen liitteinä ovat muistiot:

- Alustava analyysi 10.12.2020 OL2 tapahtuneeseen I-eristykseen johtaneista syistä (190665)
- Huoltoseisokissa tehtyjen tarkastusten ja selvitysten yhteenvetoreportti (190674)
- OL2 – 516-I3 laukeamisen jälkeen SA-järjestelmille ja laitteille tehdyt tarkastukset (190670)
- Viat ja havainnot I-eristys (190666)
- OL2 – I-3 Eristys 10.12.2020 väsymis-, särönkasvu- ja muiden vauriomekanismien analyysi (190675)
- 2.331 C9 ioninvaihtomassan käyttäytyminen 10.12.2020 häiriötilanteessa (190663)
- Turvallisuusarvio – OL2 I-eristuksen jatkotoimenpiteet (190664)
- Laitostoimittajan arvio tapahtumasta (Recommendations concerning handling of the effects of high temperature in the water clean-up system ion exchange unit C9 in Olkiluoto 2, WSE0001892)
- Koeohjelma ennen laitoksen käynnistämistä ja käynnistämisen jälkeen tehtävistä koestuksista I-eristuksen 10.12.2020 jälkeen (190667)

Kyseessä on ohjeen YVL A.6 'Ydinvoimalaitoksen käyttötoiminta' vaatimuksen 610 edellyttämä käynnistyslupahakemus.

Yleistä

Torstaina 10.12.2020 tapahtui OL2 laitoksen I-eristykseen johtanut laitostapahtuma. Eristyksen aiheutti höyrylinjojen annosnopeuden I3-ehdon laukeaminen. I-eristuksen ja reaktoripikasulun laukeamisen jälkeen kaikki laitoksen turvallisuusjärjestelmät toimivat suunnitellusti.

Annosnopeuden kasvun syyksi on tunnistettu reaktoriveden puhdistusjärjestelmän suodatimen C9 anioniosuudesta reaktoriveteen irronneet aineet.

TVO:n selvitysten perusteella virtaus olisi kääntynyt 321-järjestelmässä, kun molemmat 321-pumput olivat pysähdyksissä, mutta venttiilien asento vastasi normaalikäyttöä. Tämä olisi johtanut kuumen veden virtaukseen syöttövesijärjestelmästä järjestelmän 331 suodatimiin väärältä puolelta. Kun kuuma vesi on saavuttanut suodatinta normaalisuunnassa edeltävän

Ydinvoimalaitosten valvonta
Niko Mononen

15.12.2020

STUK 3/D45531/2020

lämpötilamittauksen, on suodattimet automaattisesti ohitettu, mikä on johdantanut kuuman veden tulon pysähtymiseen. Suojaus on kuitenkin siis väärään suuntaan virratessa tapahtunut vasta kuuman veden ohitettua suodattimen. Kun 321-pumppu on sitten käynnistetty, suodattimelta vapautuneet aineet on pumpattu reaktoriin. Suodattimesta irronneet aineet aktivoituivat kulkiessaan reaktorisydämen läpi. Tämän seurauksena päähöyrylinjoissa kulkevan höyryn aktiivisuustasot nousivat hetkellisesti 3-4-kertaisiksi normaaliin aktiivisuustasoon verrattuna. Päähöyryputkien säteilymittausten arvellaan reagoineen lähinnä N-16-nulidin lisääntymiseen höyryssä.

Koska varsinaisia laitevikoja ei ilmennyt, tapahtuma voisi toistua, mikäli 321-pumput olisivat pysäytettynä pitkään. Tapahtuman toistumisen estämiseksi TVO on laatinut OL1/2 valvomoihin käyttötiedotteen ”Toimenpiteet mikäli 321 pumppu pysähtyy” (190658). Käyttötiedotteessa ohjeistetaan sulkemaan venttiilit 321V33-V36 ja 331V27, mikäli 321-pumppaus pysähtyy tai pysäytetään pitkäksi aikaa. Tämä toimenpide estää takaisinvirtauksen syntymisen ja 331 suodatinmassojen lämpenemisen. Välittömänä ratkaisuna toimenpide on riittävä. Pitemmällä aikavälillä asia on syytä viedä laitoksen pysyvään ohjeistoon.

331 ioninvaihtomassan käyttäytymisen selvittäminen ja reaktorin vesikemian vaikutukset

Selvityksissä on tuotu esiin, että säteilymittausten nousu johtui ioninvaihtohartsien vahingoittumisesta johtuneista ilmiöistä. Anionihartsien funktionaalisen ryhmän liuetessa kuuman veden vaikutuksesta on piiriin vapautunut erilaisia typpi-, hiili- ja vety-yhdisteitä. Vedyn vaikutus tyypen kemialliseen muotoon on voimakas ja monimutkaisen prosessin lopputuloksena typpi, ja sen myötä voimakkaasti säteilevä N-16 siirtyy liukoisesta faasista höyryfaasiin. Näin ollen, N-16 määrä ei välttämättä ole merkittävästi muuttunut, mutta sen siirtyessä höyryfaasiin, se on nostanut 551-linjan säteilytasoa moninkertaisesti.

Sekaioninvaihdin C9 ei päästänyt tapahtuman seurauksena massan runkorakennetta suodattimen ulkopuolisiin järjestelmiin. Suodattimen massaloukun jälkeisestä näytteenottopisteessä ei havaittu kiinteää hartsia, eikä tapahtuman aikaisista näytteenotoista havaittu suurta määrää sulfaatteja ja klorideja. C9 vaihtimen massat on vaihdettu onnistuneesti.

Tapahtuman aikana reaktoriveden johtokyky ylitti noin 6 tunnin ajan toimenpidetason 2. Vesikemian hallinta pysyi muiden parametrien osalta FSAR 5.4.3 Water Chemistry asiakirjassa osoitettujen rajojen sisällä.

Vesikemian osalta ei ole nähtävissä esteitä OL2-laitosyksikön käynnistämiseksi. TVO on esittänyt toimenpiteitä hyvän vesikemian varmistamiseksi.

Päästöt tapahtuman seurauksena

TVO:n tekemässä selvityksessä 190663 on esitetty tulokset päästömittauksista 10.-13.12. väliseltä ajalta. Päästöt ovat kohonneet hieman, mutta eivät

Ydinvoimalaitosten valvonta
Niko Mononen

15.12.2020

STUK 3/D45531/2020

kuitenkaan ole merkittäviä. Tasoja voidaan verrata normaaliin laitoksen alasajoon. Nuklidikirjo on tapauksen takia hieman muuttunut (hartseista ulos päässeet korroosio- ja aktivoitumistuotteet ovat voineet nousta), mutta kokonaisuuden kannalta OL2 laitosesyksikön päästöt ovat edelleen hyvin kaukana TTKE:n päästörajoista.

Tapahtuman vaikutukset polttoaineeseen

Polttoaineelle ei tehty tarkastuksia. TVO:n selvityksissä on tuotu perustelusti esille se, että säteilymittausten nousu ei johtunut polttoainevuodoista, vaan 331 järjestelmän suodattimen C9 ioninvaihtohartsien vahingoittumisesta johtuneista ilmiöistä.

Sekä TVO:n että polttoainetoimittajan analyysien ja arvion perusteella kemiallista transienttia ei voi pitää polttoaineen kannalta merkittävänä, etenkin, kun ottaa huomioon OL2:n suhteellisen vähäiset CRUD-määrät. Toimittaja suosittelee polttoaineelle sekä visuaalisia tarkastuksia että CRUD-mittauksia kuluvan OL2 käyttöjakson jälkeen. TVO tulee huomioimaan tämän vuosihuollon R221 tarkastusten laajuutta ja kohdentamista suunniteltaessa. Lisäksi vuosihuollon R221 jälkeen OL2:lla tullaan tekemään CRUD-mittauksia. Käyttöhäiriön vaikutuksia polttoaineelle on arvioitu TVO:n muistiossa 190663 ja laitostoimittajan arvioissa WSE0001892.

Kemiallisten analyysien perusteella suodatinmateriaalista ei ole irronnut rakeita tai kiinteää ainetta ei ole lähtenyt liikkeelle. Polttoaineelle ei siis ole tämän perusteella aiheutunut mekaanisia vaurioita.

Kylmän veden syöttö järjestelmästä 327 aiheuttaa lämpötilatransientin reaktorin rakenteille. Mutta polttoaineelle vaikutus voidaan arvioida lieväksi, koska kylmä vesi sekoittuu ennen polttoaineelle päätymistä kuumaan reaktoriveteen. Pääkiertopumppujen ajaminen minimikierroksille vähentää myös jäähtymistä ja polttoainekanavissa vesi kiehuu edelleen. Pääsyöttöveden menetys ja järjestelmän 327 käynnistyminen on analysoitu polttoaineen eheyden kannalta odotettavissa olevana käyttöhäiriönä FSARissa. TVO:n polttoainevalmistajalle toimittaman spesifikaation mukaan polttoainenippu kokisi 20 °C lämpötilatransientin I-eristyksen yhteydessä. Polttoaineen suunnitteluvaatimus on, että I-eristys tapahtuisi vähintään kerran kunkin polttoainepun elinaikana.

Polttoaineen jatkokäytölle ei STUKin arvion mukaan ole esteitä.

Säätösauvojen toimilaitteet

Suodattimista liuennut aine on ollut liukoisessa muodossa, ja kulkenut ns. crudinpoistovirtauksen mukana 354/221-järjestelmien läpi. Suodatinmateriaalin rakeita ei ole lähtenyt liikkeelle ja tapahtuman jälkeen järjestelmää on huuhdeltu pitkään. Tämän perusteella voidaan olettaa, että mitään kiinteää ainetta ei ole haittaamassa säätösauvojen ajoa.

Ydinvoimalaitosten valvonta
Niko Mononen

15.12.2020

STUK 3/D45531/2020

Tapahtuman jälkeen säätösauvojen toimilaitteissa on havaittu useita sähkötekniisiä vikoja, jotka voidaan olettaa johtuvat suojarakennuksen ruiskutuksen aiheuttamasta kostumisesta. Tämän takia, korjaustöiden jälkeen, kaikki säätösauvojen toimilaitteet testataan ennen laitoksen ylösajoa. Ylösajon yhteydessä tehdään myös pikasulkukokeet, jonka yhteydessä mm. mitataan säätösauvatoimilaitteiden ottama virta.

Suojarakennuksen ruiskutuksen vaikutukset

Suojarakennuksen sisäpuolinen ruiskutus käynnistyi automaattisesti tapahtuman alussa. TVO:n laatimassa turvallisuusarviossa tarkastellaan laajasti suojarakennuksen ruiskutuksen vaikutuksia.

Suojarakennuksen sisällä olevien laitteiden ja kaapeloinnin toimintakuntoisuuden varmistamiseksi TVO on suorittanut sekä visuaalisia tarkastuksia, mittauksia että toimintakokeita. Laitelaajuus kattaa kaikki suojarakennuksen sisäpuoliset turvallisuusluokitellut sähkö- ja automaatiolaitteet, sähköläpiviennit ja kaapelit, sekä käytettävyyden kannalta tärkeitä laitteita.

TVO:n kanssa 15.12. käytyjen keskustelujen perusteella on vielä avoinna seuraavia korjaustöitä ja ruiskutustapahtumaan liittyviä tarkastuksia, jotka on saatava valmiiksi ennen laitoksen käynnistämistä:

- Kosteudesta kärsineiden 221 säätösauvamootoreiden vaihto
- 546 - Suojarakennuksen eristysvalvontajärjestelmän antureiden toimintaa ollaan tarkastamassa ja kalibroimassa
- Suojarakennuksen sisäpuoleisten magneettiventtiileiden tarkastus
- Maavikojen korjaaminen.

Uusia suojarakennuksen sisäpuoleisia maavikoja ei ole enää havaittu lauantaan 12.12. jälkeen. TVO arvioi ennen käynnistysvalmiuden toteamista normaalimenettelyjen mukaisesti, ettei avoinna ole käynnistystä estäviä vikailmoituksia tai korjaustöitä.

Ennen käynnistämistä ja käynnistämisen jälkeen tehtävä koestukset

TVO on määrittänyt muistioon 190667 ennen laitoksen käynnistämistä ja käynnistämisen jälkeen tehtävät koestukset, jotka koostuvat paljolti normaalin vuosihuollon jälkeisen käynnistyneen jälkeen tehtävistä kokeista. Tärkeimpiä kokeita ovat:

- Säätösauvojen toimilaitteiden koestukset ja pikasulkukokeet
- 314 venttiilien toiminta
- Päähöyryputkien eristysventtiilien liikuttelu
- Suojarakennuksen eristysventtiilien toiminnan koestus
- Huonetilavahtien mittausten oikeellisuus

Näiltä osin koestussuunnitelma vaikuttaa kattavalta.

Ydinvoimalaitosten valvonta
Niko Mononen

15.12.2020

STUK 3/D45531/2020

Oikeudelliset perusteet

YEA (161/1988) 111 §

STUKin määräys 1/Y/2018

Ohje YVL A.6 vaatimus 610

Päätösesitys

Esitän TVO:n käynnistyslupahakemuksen ja hakemuksen käsittelyn yhteydessä esitettyjen näkemysten perusteella, että TVO:lle myönnetään lupa käynnistää OL2-ydinvoimalaitosyksikkö pikasulun jälkeisen kylmäseisokin jälkeen seuraavin ehdoin:

1. Käynnistys voidaan aloittaa sen jälkeen, kun TVO on tarkastanut käynnistysvalmiuden laitosohjeiston edellyttämällä tavalla ja STUK:n edustaja on todennut tämän tarkastuksen asianmukaisesti suoritetuksi.
2. Järjestelmien käyttökuntoiseksi toteamisen edellytys on, että niiden yksittäiset laitteet on huolto-, korjaus- ja muutostöiden jälkeen todettu käyttövalmiiksi asianmukaisin pöytäkirjoin.

Kuuleminen

Kuulemista ei suoritettu, koska esitän käynnistyslupahakemuksen hyväksymistä.

