

Ydinvoimalaitosten valvonta
Karin Rantamäki

28.4.2021

YDINTURVALLISUUSNEUVOTTELUKUNNAN KOKOUS 2/2021

Aika Perjantai 12.3.2021 klo 8:30

Paikka Skype.

| | | | |
|----------------|---|---|---|
| Osallistujat | TkT TkT Professori FT TkT, FT FM Pääjohtaja Ylitarkastaja | Lasse Reiman Timo Vanttola Juhani Hyvärinen Petri Kotiluoto Heli Talja Timo Äikäs Petteri Tiippa Karin Rantamäki | puheenjohtaja varapuheenjohtaja jäsen jäsen jäsen jäsen pysyvä asiantuntija sihteeri |
| Asiantuntijat: | Johtaja Johtaja Johtaja Apulaisjohtaja Apulaisjohtaja Toimistopäällikkö Toimistopäällikkö Toimistopäällikkö Projektipäällikkö Johtava asiantuntija Ylitarkastaja Tarkastaja Projektipäällikkö Projekti-insinööri Pääsuunnittelija Pääsuunnittelija Suunnitteluinsinööri | Kirsi Alm-Lytz Jussi Heinonen Jaakko Leino Tapani Virolainen Tomi Routamo Jarkko Kyllönen Nina Lahtinen Kim Wahlström Tomi Koskiniemi Jorma Sandberg Marko Marjamäki Miia Lampén Ari-Pekka Kirkinen Mika Harti Pasi Karvonen Eerikki Raiko Tomi Räihä | STUK STUK STUK STUK STUK STUK (kohta 6) STUK (kohdat 1-5) STUK (kohta 7) STUK (kohdat 1- 5) STUK (kohta 7) STUK (kohta 7) STUK (kohdat 1-5) Fortum (kohdat 1-5) Fortum (kohdat 4-5) Fortum (kohdat 1-5) Fortum (kohdat 1-5) Fortum (kohdat 1-5) |
| Poissa: | Ympäristöneuvos | Susanna Wähä | jäsen |

1 Kokouksen avaaminen ja päätösvaltaisuuden toteaminen sekä esityslistan hyväksyminen

Puheenjohtaja avasi kokouksen 8:36 ja totesi sen päätösvaltaiseksi.

Hyväksyttiin esityslista.

Ydinvoimalaitosten valvonta
Karin Rantamäki

28.4.2021

2 Edellisen kokouksen pöytäkirjan (5/2020) hyväksyminen

Puheenjohtaja kertasi pöytäkirjan perusteet. Pöytäkirja ei ole keskustelupöytäkirja mutta ei myöskään puhdas päätöspöytäkirja. Puheenjohtaja pitää nykykäytäntöä hyvänä ja haluaisi sen myös sellaisena pitää.

Neuvottelukunta keskusteli syksyn ydinturvallisuusseminaariin liittyen säteilyn vaarallisuuden käsityksestä. Niin mediassa kuin päätöksentekijöiden parissa esiintyy virheellistä käsitystä säteilyn ja ydinvoimaonnettomuuden vaarallisuudesta, mikä huolestuttaa neuvottelukuntaa. Varovaisuutta on kuitenkin syytä noudattaa yleistyksen tekemisessä.

Hyväksyttiin kokouksen 5/2020 pöytäkirja.

3 Edellisestä kokouksesta jääneet tehtävät

TEMin kanssa käydään keskustelu neuvottelukunnan työn ja jatkokauden suunnittelun tiimoilta. Tämä liittyy vahvasti myös neuvottelukunnan työn suunnitteluun. Erityisesti neuvottelukunta on kiinnostunut siitä, tuleeko lisätöitä esim. Fennovoiman rakentamislupahakemusta koskevan lausunnon muodossa. STUKin turvallisuusarvio ei kuitenkaan valmistune vielä nykyisen YTN:n kauden aikana.

Loviisalle myönnettyjen YVL-ohjepoikkeamien esittelyä neuvottelukunnalle käsiteltiin tarkemmin kohdassa 4. Kyse on myös siitä, että tiedetään missä ne on dokumentoitu. Neuvottelukunta koki vastauksen edellisessä kokouksessa monimutkaiseksi. STUKin mukaan Fortumilta YVL-ohjeiden toimeenpanosta saatavan selvityksen lisäksi kussakin aihekohtaisessa esityksessä käsitellään asiaa. Lisäksi turvallisuusarviossa otetaan tähän kantaa. Turvallisuusarvio tehdään määräyksen vaatimuksia vasten.

4 LOPSR: Turvallisuusjärjestelmät ja analyysit

Eerikki Raiko (Fortum) aloitti Loviisan turvallisuusanalyyseistä. ELSA-automaatiouudistuksen yhteydessä FSAR-analyysit ja niihin liittyvät päästö- ja annosanalyysit uusittiin. Analyysikokonaisuus on ryhmitelty loogisemmaksi kokonaisuudeksi FSARissa. Hän esitteli analyysipolun onnettomuuden hallinnan suunnitelmasta arkkitehtuureihin ja alkutapahtumakohtaisiin analyysihin ja päättyen onnettomuudenhallinnan yhteenvetoon. Myös päivittyneet YVL-ohjeet otettiin analyysien päivityskierroksella huomioon, tosin analyysien valmistumisen jälkeen on julkaistu vielä muutoksia YVL-ohjeistoon, jotka tulevat vaikuttamaan analyysihin.

Analyyseissä käytetyille alkutapahtumille on määritelty lyhyen ja pitkän aikavälin turvallisuustoiminnot. Lyhyen aikavälin analyyseillä osoitetaan, että automaatio pystyy vieämään laitoksen hallittuun tilaan. Pitkän aikavälin analyyseillä puolestaan osoitetaan, että hätätilanneohjeiden avulla päästään turvalliseen tilaan. Hän esitteli myös analyysien tekemiseen liittyvät vaatimukset ja ohjeet. Fortum on vakioinut analyysiraportin sisällysluettelon. Tällä varmistetaan, että kaikki tarvittavat asiat tulevat huomioiduksi. Lisäksi Loviisan APROS-mallin käyttäjille on tehty oma ohje. Hän esitteli myös analyyseissä käytetyt analyysiohjelmistot. Suojarakennusanalyysit on uusittu APROSilla, samoin kuin suuri osa reaktiivisuustransienteista. APROSin 3D-nodaalisydänmallilla pystyy mallintamaan myös sydämen käyttäytymistä. RELAPilla tehdyt vanhemmat seisokitilanteen ana-

Ydinvoimalaitosten valvonta
Karin Rantamäki

28.4.2021

lyysit uusitaan nyt myös APROSilla. Rajoittavimmat analyysitapaukset ovat primääri-sekundääripiirin vuoto sekä iso LOCA (loss-of coolant accident, iso jäähdytteenmenetysonnettomuus). Termohydrauliikkakoodilla ei aivan kaikkia ilmiöitä saada esiin. Näitä on tarkasteltu tarvittaessa CFD-analyyseillä kohde kerrallaan.

Mika Harti (Fortum) jatkoi vakavien reaktorionnettomuuksien analyysien esittelyllä. Vuoden 2013 YVL-ohjepäivityksen yhteydessä päivitettiin myös vakavien reaktorionnettomuuksien analyysivaatimuksia. Näitä ei ollut huomioitu vakavan reaktorionnettomuuden järjestelmien luvituksen ja rakentamisen aikaisissa malleissa ja analyyseissä 90-luvulla. Tästä syystä Fortum päätti uusida nämäkin analyysit. Laskentatulokset MELCORilla vastaavat hyvin Fortumin käsitystä onnettomuuden aikaisten ilmiöiden käyttäytymisestä. Hän kävi läpi pääpiirteisesti myös nämä MELCORilla tehdyt käynti- ja seisokkitilojen analyysit. FSAR-analyysien merkittävin havainto oli, että vetypitoisuudet jäävät erittäin maltillisiksi ja jäälauhduttimen rooliin seisokkitilanteiden onnettomuuksissa saatiin uutta näkemystä.

Pasi Karvonen (Fortum) esitteli lopuksi MCNP-ohjelmalla suoritettujen laitoksen vakavan reaktorionnettomuuden aikaisen säteilytilanteen analyysit. Analyysit on tehty sekä kummallekin laitokselle erikseen että kahden laitoksen yhtäaikaisen onnettomuuden tapaukselle. Tällä hetkellä työn alla on matalalta lähtevän päästön analyysi, jossa laitosalueen tuulikenttä on laskettu Fluentilla. Analyysien tavoitteena on selvittää laitosalueen ja onnettomuuden hallinnan kannalta tärkeiden kohteiden luoksepäästävyys vakavassa reaktorionnettomuudessa. Hän kävi läpi myös analyysin haasteita ja laskentamenetelmän tuomia etuja. Haasteista suurin liittyy lähdetermin luotettavuuteen ja nuklidien ryhmittelyyn. Etuina on mm., että laitosalueen säteilytilanteesta saadaan kokonaiskuva. Ensimmäisten analyysien perusteella tarkastellut onnettomuudet eivät uhkaa laitoksen luoksepäästävyyttä tai onnettomuuden hallinnan kannalta keskeisten tilojen miehittävyyttä.

Neuvottelukuntaa kiinnostivat vikakriteerivaatimuksiin liittyvät poikkeamat ja niiden vaikutukset. Esimerkkeinä käsiteltiin Loviisan SBO tilanteeseen tarkoitettuja EY07 ja SAM dieseleitä. Lisäanalyysijä vaatineista tilanteista käsiteltiin erityisesti höyrystimen kollektorin kannen irtoaminen sekä hätäjäähdytysakun (TH) purkauslinjan katko ja niiden seuraukset.

Analyysiohjelmien käyttäjien valmentaminen ja kouluttaminen kiinnosti neuvottelukuntaa, koska useissa tapauksissa on käynyt ilmi, että käyttäjän vaikutus lopputulokseen voi olla isompi kuin eri koodien vaikutus. Fortum kertoi käyttävänsä oppipoikatyyppistä mallia, jossa kokeneemmat käyttäjät auttavat ja neuvovat nuorempia. Lisäksi kaikki ajot kootaan komentojonoksi talteen, joten kukin ajo on toistettavissa sellaisenaan. Ajo on kattavasti dokumentoitu.

Neuvottelukuntaa kiinnostivat Skyshine-MCNP-laskujen laskennalliset haasteet ja mitä menetelmiä niiden käsittelyyn on käytetty. Fortumin mukaan varianssinpienennystä ei ole käytetty, koska ei ole haluttu vaikuttaa säteilyn kulkuun. Tämä kasvattaa tietysti laskenta-aikaa. Epävarmuuksista puolestaan Fortum totesi, että maan tasalla virhe on luokkaa 10 %, kauempana suurempi. Rakennusten sisäpuolella laskenta on tilastollisesti heikompaa johtuen mm. rakennemateriaaleista. Tuloksille on tehty järkevyytarkastelua ottaen huomioon juuri materiaalin läpäisevyys ja muut ominaisuudet.

Miia Lampén esitti **STUKin** näkemyksen turvallisuusjärjestelmien ja analyysien tilasta. Hän aloitti yleiskatsauksella Loviisan turvallisuusjärjestelmistä. Lähtökohtaisesti laitos

Ydinvoimalaitosten valvonta
Karin Rantamäki

28.4.2021

on suunniteltu kaksiredundanttiseksi, joskin joitain laitteita on neljä rinnakkain mm. matalapaineisen hätäjähdytysjärjestelmän pumpput. Tämä vaikuttaa jossain määrin myös säännösten vaatimusten täyttymiseen. Hän kävi läpi näitä vaikutuksia ja näistä johtuvia poikkeamia. Fortum on tehnyt laitosparannuksia, joilla on parannettu vaatimusten täyttymistä mm. jäähdytystornit lopullisen lämpönielun menettämisen varalta.

Deterministisiä turvallisuusanalyyssejä on tehty paljon, kuten Fortumin esityksestä kävi ilmi. Häiriö- ja onnettomuusanalyysit mukaan lukien päästö- ja säteilyanalyysit Fortum tekee itse. Miia Lampén kävi läpi myös analyysihin liittyvät myönnetty YVL-ohjepoikkeamat. Poikkeamia hyväksyttäessä on pyydetty lisäanalyyssejä, joiden avulla on varmistettu esim. marginaalien riittävyys kriteereihin nähden.

Johtopäätöksenä hän esitti, että turvallisuusjärjestelmien osalta Loviisan voimalaitosyksiköt täyttävät säännöstövaatimukset, kun otetaan huomioon ydinenergialain 7 a § sekä STUKin määräyksen Y/1/2018 siirtymäsäännös (27 §).

Neuvottelukuntaa kiinnosti säännösten vaatimusten täyttymisen osalta se, tulevatko määräyksen muut pykälät käsiteltyä jossain muussa yhteydessä sekä se, täyttyykö määräyksen turvallisuustaso muiden pykälien osalta ja tarvitaanko niihin siirtymäsäännöstä. STUKin mukaan aihekohtaisissa esityksissä pyritään käsittelemään niihin liittyvät pykälät. Turvallisuusarviossa katetaan kaikki pykälät, koska se tehdään määräyksen pykälää vasten.

APROSin validointilanne kiinnosti vielä neuvottelukuntaa. Fortumin mukaan APROSin työnjako on sellainen, että ohjelmointityö tehdään VTT:llä ja Fortum antaa ideoita ja kehitysehdotuksia. Kaikille uusille versioille lasketaan tietty paketti laskuja, joilla tarkastellaan erilaisia ilmiöitä. STUK teettää riippumattomia analyyssejä silloin, kun se katsoo sen tarpeelliseksi. Neuvottelukunta toivoi näkevänsä STUKin turvallisuusarviossa taulukon, jossa on tapahtumat luokka luokalta, mitkä ovat pahimmat, mitkä mitoittavia, ja mikä on hyväksymiskriteeri sekä millä parametrialueella liikutaan. Tällöin näkee hyvin sen, mikä on laitoksen turvallisuustaso, eli kuinka lähellä käydään. Olisi hyvä esittää myös arvioita miten tarkkoja tuloksia koodit antavat ja minkälaisia epävarmuuksia niihin liittyy.

Fortumin kalvoesitys on liitteessä 2 ja STUKin esitys liitteessä 3.

5 Fukushima-uudistukset

Mika Harti esitteli Fortumin tekemät laitosmuutokset Fukushimaa jälkeen. Hän aloitti eurooppalaisilla stressitesteillä ja niihin liittyvien toimien tilanteella. Hän esitteli laitokselle tehdyt turvallisuusparannukset: jäähdytystornit, polttoainealtaiden jälkilämmön poiston varmentaminen, tulvatorjunta sekä dieselin polttoaineen jakelun ja varastoinnin varmistaminen. Muutoksilla oli suuri vaikutus laitoksen turvallisuustasoon. Ilman näitä muutoksia sydänvaurion taajuus olisi noin 60 % ja suuren päästön taajuus noin 75 % nykyistä korkeampi. Muutokset on saatettu valmiiksi joitain yksittäisiä laitosohjeita lukuun ottamatta.

Jäähdytystornia oli mietitty jo ennen Fukushimaa onnettomuutta lähinnä Suomenlahdella tapahtuvan öljyonnettomuuden mahdollisuuden takia. Laitoksella on nyt kaksi jäähdytystornia per laitosyksikkö jälkilämmön poistamiseen tapauksessa, missä merivesijäähdytys olisi menetetty.

Ydinvoimalaitosten valvonta
Karin Rantamäki

28.4.2021

Polttoaineenaltaiden jälkilämmönpoiston varmistamisen toteutus on laitosmuutosten osalta saatettu valmiiksi ja on tarvetilanteessa käytettävissä. Jälkilämmön poisto perustuu altaan veden kiehuttamiseen. Höyrynpoistoon on pitänyt kiinnittää huomiota samoin kuin vedensyöttöön. Vaihtolatausaltaalle on tehty uusi järjestelmä, joka mahdollistaa veden pumppauksen järjestelmän omalla pumpulla tai paloautoliitännästä. KPA-varastoissa ei ole tarvetta uudelle järjestelmälle, mutta paloveden pumppausmahdollisuutta altaisiin on parannettu. Kaikkiin varastoihin (vaihtolatausallas, KPA1 ja KPA2) on asennettu uudet veden lämpötila- ja pintamittaukset.

Tulvatorjunnan osalta on valittu tiettyjen rakennusten ja huoneiden tiiveyden varmistaminen. Yhdistetyn vaihto- ja tasasähkön menetyksen varalta on parannettu varahätäsyöttövesijärjestelmän käytettävyyttä ja ohjeistusta. Varahätäsyöttövesijärjestelmässä on 2 dieselkäyttöistä pumppua, jotka syöttävät vettä höyrystimien sekundääripuolelle. Pääkiertopumppujen tiiveyteen on kiinnitetty huomiota. Mika Harti esiteli myös pääkiertopumppujen tiivistekokeiden tuloksia lyhyesti.

Dieselpolttoaineen varastoinnin ja käytettävyyden parantamiseksi on tehty siirtolinja dieselveimälaitoksen säiliöltä tärkeimmille käyttäjille. Lisäksi on tehty vakavan reaktorionnettomuuden dieseleille uusi polttoainesäiliö.

Neuvottelukuntaa kiinnosti pääkiertopumppujen tiivistekokeet sekä erityisesti käytettyjen tiivisteiden käyttö. Fortumin mukaan yhdessä koesarjassa oli käytetty pelkästään käytöstä poistettuja tiivisteitä sen selvittämiseksi, mikä vaikutus ikääntymisellä on tiivisteisiin. Koetulosten mukaan ikääntymisellä ei ole vaikutusta.

Tomi Routamo kertoi Fukushima-uudistuksiin liittyvästä prosessista. Suomessa selvitys alkoi viikon sisällä onnettomuudesta. Laitosmuutokset on STUKissa käsitelty normaalina linjatyönä, ja STUK on katsonut niiden olevan riittäviä parannuksia. Säiden ääri-ilmiöitä on otettu huomioon Suomessa jo pitkän aikaa, sillä niiden vaikutukset laitosten turvallisuuteen on sisällytetty PRA:han jo pitkään, mikä on auttanut tunnistamaan niihin liittyviä parannustarpeita. Keskeisimmät parannustoimenpiteet olivat mm. varautuminen poikkeuksellisen korkeaan meriveteen, merivesijähdytyksestä riippumattoman lämmönpoiston parantaminen. EU:n stressitestit koskivat vain käyviä ja rakenteilla olleita laitoksia. Tomi Routamo kävi läpi stressitestin prosessin ja vertaisarvioinnin johtopäätökset. Euroopan tasolta ei Suomelle tullut merkittävää uutta. Suomelle maakohtaisesti tuli joi-tain lisätehtäviä mm. lisäarviointi turvallisuusjärjestelmille maanjäristysten vaikutuksista sekä usean yksikön samanaikaisen onnettomuustilanteen hallinnan varmistaminen. Vertaisarvioinnin suositukset on otettu huomioon STUKin tekemissä päätöksissä luvanhaltijoille.

Euroopan komissiolle on toimitettu kansallisen toimenpidesuunnitelman toimenpiteiden loppuraportti maaliskuun alkupuolella ([linkki loppuraporttiin](#)). Tomi Routamo kävi lopuksi läpi vertaisarviointien tuomat muutokset kansallisiin vaatimuksiin.

Fortumin kalvoesitys on liitteessä 2 ja STUKin esitys liitteessä 4.

Ydinvoimalaitosten valvonta
Karin Rantamäki

28.4.2021

6 NWSC kokouksen kuulumiset

Timo Äikäs kertoi NWSC:n kokouksesta, joka pidettiin kaksiosaisena tammi-helmikuun vaihteessa. Kokouksen varsinaisena aiheena oli pitkäaikaisturvallisuuden hyväksyttävyysskriteeristön kehittäminen. STUK oli tehnyt Suomen tilanteesta taustamuistion, joka sisälsi myös kehittämisehdotuksia. Jäsenet esittivät oman maansa näkemyksen aiheeseen.

Jarkko Kyllönen jatkoi kertoen nykytilanteesta ja kokouksen annista. Hyväksyttävyysskriteerit loppusijoitukselle löytyvät ydinenergia-asetuksen 22 d. §:stä Lisäksi STUK asettaa vaatimuksia määräyksessä Y/4/2018 sekä YVL-ohjeissa. Hän kävi läpi myös nykyisen tulokinnan näistä sekä sen, miten niihin on päädytty. Alkuperäinen ajatus siitä, että elinympäristö ei vaikuta vuosipäästörajoihin, ei oikeastaan nykyäsitäyksen mukaan päde. Lisäksi vuosipäästörajot perusteltiin sillä, että ne eivät ole herkkiä elinympäristön muuttumiselle kuten annosperusteiset rajoitukset. Nykyisillä malleilla asetettavat vuosipäästörajot ovat kuitenkin erittäin herkkiä malli- ja parametrivalinnoille, mikä ei ole tarkoituksenmukaista eikä YEA:n alkuperäisen tavoitteiden mukaista. Vuonna 2020 alettiin STUKissa pohtia korvaavia ratkaisuja vuosipäästörajolle. Näitä pohdittiin NWSC:n kokouksessa STUKin alustuksen pohjalta vertaillen jäsenten kansallisiin ratkaisuihin. Vastaavanlaista aktiivisuusperusteista vuosipäästörajaa kuin Suomessa ei ole muissa maissa käytössä. Muissa maissa käytetään riskipohjaista tai annospohjaista arviota. Annospohjaisia kriteerejä on käytössä mm. matala- ja keskiaktiiviselle jätteelle. NWSC ilmaisi tukenensa STUKin työlle ja piti sitä tärkeänä. STUK jatkaa mahdollisten uusien kriteerien pohdintaa NWSC:n kommenttien pohjalta. Kyseessä on pidemmän aikavälin kehitystyö, joka todennäköisesti vaati myös ydinenergiain muutosta.

Neuvottelukunta kysyi, voisiko annosperusteisilla kriteereillä päästä eroon pitkän aikavälin analyysistä. STUKin näkemyksen mukaan pitkän aikavälin analyysit ovat tarpeellisia, mutta altistusrajoitusten pitäisi heijastaa epävarmuuksien lisääntymistä pitkällä aikajänteillä. YTN totesi myös, että olisi suotavaa, ettei kriteerien täyttyminen olisi kovin herkkää parametrioletuksille. Pitkillä aikaväleillä olosuhdemuutokset voivat olla suuria ja vaikuttavat esim. jodin vapautumiseen. Neuvottelukunta piti hyvänä sitä, että tätä pohditaan.

Esityksen kalvo on liitteessä 5.

7 Geomagneettiset myrskyt ja niiden vaikutus ydinturvallisuuteen

Jorma Sandberg esitteli STUKin katsauksen geomagneettisten myrskyjen vaikutuksesta sähköverkkoihin ja ydinturvallisuuteen. Hän aloitti selittämällä myrskyjen fysikaalista taustaa. Myrskyt ovat seurausta auringon aktiivisuudesta, jolloin syntyy aurinkotuulta voimistavia soihtupurkauksia (eng. solar flares). Aurinkotuulen vaihtelu puolestaan aiheuttaa sähkömagneettisia häiriöitä maan ilmakehässä. Sähköverkkojen luotettavuuden/käytettävyyden kannalta tarkastellaan voimakkuudeltaan tyypillisesti kerran sadassa vuodessa esiintyviä myrskyjä. Ydinvoimaloiden turvallisuuden kannalta tarkastelutajat ovat tyypillisesti huomattavasti pidempiä, kuten kerran sadassa tuhannessa vuodessa esiintyvät tapahtumat. Voimakkaimpia tunnettuja geomagneettisia myrskyjä ovat 1859 tapahtunut Carringtonin tapaus ja v 1921 tapahtunut myrsky. Aurinkopurkauksen seurauksena magnetosfääriin syntyvät muuttuvat virrat voivat indusoida virtoja pitkiin johtimiin. Vaikutukset sähköverkkoihin riippuvat käytetyistä teknisistä ratkaisuista ja siitä, kuinka pitkiä johdinsilmukoita on. Fingridin mukaan verkkoon on lisätty sarjakonden-

Ydinvoimalaitosten valvonta
Karin Rantamäki

28.4.2021

saattoreita, jotka rajoittavat indusoitunutta virtaa. Geomagneettiset myrskyt voivat aiheuttaa myös muuntajavikoja ja suojausreleiden häiriöitä. Sen sijaan voimalaitosalueet ovat alueellisesti sen verran pieniä, että myrskyillä ei ole vaikutusta laitoksen sisäisten järjestelmien toimintaan.

Jorma Sandberg kävi läpi myös geomagneettisten virtojen vaikutusta muuntajiin. Hän käsittelee sekä ilmiöitä, vaurioherkkyyksiä että geomagneettisten virtojen suuruuteen vaikuttavia tekijöitä. Lisäksi hän kävi läpi joitain historiallisia geomagneettisia myrskyjä ja niiden vaikutuksia. Havaitut voimakkaat geomagneettiset myrskyt ovat yleensä esiintyneet lähellä auringon aktiiviteetin maksimikohtia, jotka esiintyvät noin 11 vuoden jaksolla. Myrskyjen vaikutusta sähköverkkoihin on selvitetty pitkään, mutta kansainvälisesti kiinnostus on lisääntynyt 2000-luvulla.

Ydinvoimalaitoksilla jälkilämmönpoisto hoidetaan ensisijaisesti sähkökäyttöisillä pumpuilla. Sähkösyöttö on varmistettu dieselgeneraattoreilla ja kaasuturbiineilla, joiden pitäisi olla käyttökuntoisia kantaverkon häiriöistä riippumatta. Joillain laitoksilla jälkilämmönpoistoon on myös käytettävissä dieselkäyttöiset varahätäsyöttövesipumput tai höyryturbiinikäyttöiset apusyöttövesipumput. Jorma Sandberg käsittelee myös dieselpolttoaineen riittävyyttä ja polttoaineen täydennysmahdollisuuksia. Lopuksi hän esitti vielä geomagneettisten myrskyjen huomioimisen voimalaitosten PRA:ssa.

Yhteenvedonä hän totesi mm., että geomagneettiset myrskyt ovat uhkatekijä, jolla voi olla vaikutuksia sähköverkkoihin. Laajat ja pitkäkestoiset sähkökatkot estäisivät nykyaikaisen yhteiskunnan toiminnan. Ne vaikeuttaisivat pitkällä aikavälillä myös ydinturvallisuudesta huolehtimista erityisesti, mikäli dieselpolttoaineen ja muiden tarveaineiden saaminen laitoksille vaikeutuisi.

Muuntajiin indusoituvan virran suuruus ja sen vaikutus herätti neuvottelukunnan mielenkiintoa. Keskustelun yhteydessä Kim Wahlström täydensi muuntajien sähkötekniisiä ominaisuuksia koskevia tietoja. Geomagneettinen virta on tasavirtaa eikä siten ole vertailukelpoinen muuntajien normaaliin vaihtovirtaan. Tämä tasavirta muuttaa muuntajan toiminnan kokonaan, aiheuttaen muuntajan lämpenemistä. Suomessa on tyypillisesti käytetty 3-vaihemuuntajia, ulkomailla käytetään usein 1-vaihemuuntajia. 1-vaihemuuntaja on herkempi tasavirran vaikutukselle. Suomen siirtoverkon muuntajissa kaikki vaiheet eivät mene kyllästystilaan samanaikaisesti. Lisäksi Suomessa maaperä johtaa sähköä heikosti, joten maasulkujännitettä on pyritty pienentämään. Toimet rajoittavat muuntajien läpi kulkevaa tasasähkökomponenttia. 400 kV verkkoon on asennettu sarjakondensaattoreita, pitkien linjojen stabilisoimiseksi. Myös nämä auttavat tasasähkökomponentin suodattamisessa. 3-vaihemuuntajien haaste on niiden koko.

Suojalaukaisun aiheuttamat sähkökatkot herättivät myös kysymyksiä. Raporteissa ei kuitenkaan ollut kovin tarkasti käsitelty asiaa. Suojalaukaisun syynä voi olla vaihekulman muutos. Suojareleet mittaavat vaihekulmaa pitkien siirtolinjojen päissä, minkä avulla vika voidaan paikantaa. Toinen ilmiö, mikä suojalaukaisun voisi laukaista, on lämpötila.

Onko loppupäätelmät samat, jos tulee vielä vakavampi purkaus. Koska laitosalue on pinta-alaltaan pieni, indusoituvat virrat lähinnä maadoitusverkkoihin. Siten geomagneettiset ilmiöt eivät vaikuta ydinvoimalaitosten sisäisiin järjestelmiin eikä dieselgeneraattoreihin. Salamaniskuihin varautuminen on ydinvoimalaitosten kannalta mitoittavampi tekijä.

Ydinvoimalaitosten valvonta
Karin Rantamäki

28.4.2021

Ydinturvallisuusseminaarissa esiintyneen Risto Isomäen huoli oli lähinnä laajan yhteiskuntaa koskevan häiriön pitkä kesto ja sen vaikutus ydinturvallisuudesta huolehtimiseen, mitä STUKin esityksessä käsiteltiin.

Neuvottelukunta totesi, että sähköverkon menettämisen osalta saatiin riittävä ja kattava selvitys ja asian käsittely neuvottelukunnassa voidaan päättää. Laaja yhteiskuntaa koskeva häiriö ja sen vaikutukset ja siihen varautuminen on laajempi kysymys. Sähköverkon suojaukseen liittyvä kysymys voisi olla mielenkiintoinen. Suunnitteluperustetilanteissa suojaukset toiminevat, mutta suunnitteluperusteet ylittävissä tilanteissa suojausten toimintaa voisi selvittää. Seurausten kannalta olisi edullista, että suojaukset toimivat kaikissa tilanteissa ennen muuntajien vaurioitumista. Sekin on ensi sijassa Fingridin alaan kuuluva huoltovarmuuskysymys. Ydinturvallisuuden kannalta selvitettävä asia voisi olla laitoksen autonomia, erityisesti varavoimakoneiden polttoaineen ja tarveaineiden todellinen riittävyys erilaisissa tilanteissa. Neuvottelukunta päätti jättää näiden asioiden selvittelytarpeen arvioinnin STUKille.

Esityksen kalvot on annettu liitteessä 6.

8 Muut asiat

Skype aiheuttaa joillekin kokouksiin osallistujille vaikeuksia. Siirrytään vastaisuudessa Teamsin käyttöön kokouksissa. Se helpottanee myös Fortumin osallistumista.

Todettiin, että lausunto käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon toimintapolitiikan ja kansallisen ohjelman päivittämisestä sekä ympäristövaikutusten arvioinnista on valmis ja se on toimitettu TEMiin.

9 Kokouksen päättäminen

Puheenjohtaja päätti kokouksen klo 13:00.

Pöytäkirjan vakuudeksi

Lasse Reiman
Puheenjohtaja

Karin Rantamäki
Sihteeri

Jakelu: YTN

Tiedoksi: KiA, JHe, JkL, ToR, TV, ToK, NL, MhL, JIK, JSa, KW, MMA
TEM: Heikinheimo, Aurela, Kumpula, Louvanto, Slant

Ydinvoimalaitosten valvonta
Karin Rantamäki

28.4.2021

Fortum: A.-P. Kirkinen, M. Harti, P. Karvonen, E. Raiko, T. Räihä

Liitteet

1. Ydinturvallisuusneuvottelukunnan kokous 2/2021, esityslista 12.3.2021.
2. YTN 12.3.2021, kalvoesitys Mika Harti
3. YTN_2021_Turvallisuusjärjestelmät ja analyysit, kalvoesitys Miia Lampén
4. 20210312 - Ydinvoimaloiden turvallisuusparannukset Fukushima seurauksena, kalvoesitys Tomi Routamo
5. NWSC 1-2021, kalvoesitys Jarkko Kyllönen
6. Geomagneettiset myrskyt 2020, kalvoesitys Jorma Sandberg