

YDINVOIMALAITOSTEN KOEKÄYTTÖ

1
YLEISTÄ

Ydinvoimalaitoksen koekäytön eräänä tavoitteena tulee olla lisävarmuuden saaminen siitä, että

- laitos on suunniteltu ja rakennettu tavalla, joka mahdollistaa sen turvallisen käytön
- turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa sallitut laitoksen käyttötilat ovat turvalliset ja laitoksen käyttöohjeet ovat riittävät näiden tilojen ylläpitämiseen
- käyttöhenkilökunta tuntee laitoksen ja käyttöohjeet sekä pystyy käyttämään laitosta turvallisella tavalla.

Säteilyturvallisuuslaitos (STL) valvoo ydinvoimalaitoksen koekäyttöä tarkastamalla yleiset koekäyttösuunnitelmat osana alustavaa ja lopullista turvallisuusselostetta, tarkastamalla koekäyttöohjelmia, seuraamalla kokeiden suorittamista voimalaitoksella ja tarkastamalla koekäytön tulosraportteja.

Tässä ohjeessa käytetään sanontaa "koekäyttö" tarkoittaessa yhteisesti kaikkia koekäytön osia. Sanonnalla "ohjelma" tai "koekäyttöohjelma" tarkoitetaan yksityiskohtaista koekäyttöohjelmaa, jota koskevat vaatimukset esitetään luvussa 3. Koekäyttö on jaettu seuraaviin pääosiin:

- järjestelmäkokeet
- polttoaineen lataus ja reaktorijärjestelmien esikriittisyyskokeet
- reaktorin kriittiseksi tekeminen ja pientehokokeet
- tehokokeet

Kukin pääosa määritellään tarkemmin omassa luvussaan. Pääosat on jaettu kokeisiin. Yksi koe tarkoittaa koekäytön osaa, jolle laaditaan oma yksityiskohtainen koekäyttöohjelma. Järjestelmäkokeiden aikana yksi koe voi koostua esimerkiksi kaikista toimenpiteistä, joilla osoitetaan, että boorisäätöjärjestelmä täyttää sille asetetut vaatimukset. Tehokokeiden aikana yksi koe voi olla esimerkiksi tietyllä tehotasolla tehtävä turpiinin pikasulku tai säätösauvojen reaktiivisuusarvojen mittaus.

2

KOEKÄYTTÖSUUNNITELMAT

Koekäyttösuunnitelmat on laadittava niin hyvissä ajoin, että ne voidaan esittää laitoksen turvallisuusselosteissa kirjallisuusviitteen /1/ luvun 14 edellyttämässä laajuudessa. Näin ollen alustava turvallisuusselostetta varten tulee olla selvitettyinä

- koekäytön laajuus päävaiheineen sekä vastualueet organisaatioille, jotka osallistuvat eri vaiheissa tarvittavien koekäyttöohjelmien kehittämiseen, koekäytön toteuttamiseen ja tulosten käsittelyyn
- koekäytön suunnittelussa käytettävät ohjeet ja määräykset
- muilta samantyyppisiltä laitoksilta saatujen kokemusten hyväksikäyttö koekäytön suunnittelussa
- prototyyppiluonteensa vuoksi erityishuomiota vaativien kohteiden yksilöinti ja erilliset yhteenvedot näille kohteille tehtävistä kokeista
- koekäytön päävaiheiden vaatimat ajat
- alustava suunnitelma koekäytön osuudesta laitoksen käyttöohjeiden tarkoituksenmukaisuuden ja riittävyyden varmistamisessa
- koekäytön aikana tarvittavan henkilökunnan määrä eri organisaatioissa.

Lopullista turvallisuusselostetta varten on koekäyttö suunniteltava niin pitkälle, että tiedetään

- koekäytön päävaiheet ja kullekin vaiheelle asetetut tavoitteet
- koekäyttöön osallistuvat organisaatiot vastualueineen ja tärkeimpien henkilöiden tehtävämäärittelyineen
- yksityiskohtaisten koekäyttöohjelmien laadinnassa käytettävä menettelytapa työnjakoineen
- koekäytön aikaiset käskyvaltasuhteet, koekäyttöohjelmien noudattamisen varmistavat periaatteet sekä menettelytapa, jolla voidaan muuttaa yksityiskohtaista koekäyttöohjelmaa sen toteuttamisen aikana
- koekäytön tulosten arvioinnissa käytettävä menettelytapa työnjakoineen sekä toiminta siinä tapauksessa, että jonkin kokeen tulokset eivät vastaa hyväksymiskriteereitä
- tulosten tallentamistapa

- yksityiskohtaisten koekäyttöohjelmien laadinnassa käytettävät ohjeet ja määräykset
- muilta samantyyppisiltä laitoksilta saatujen kokemusten hyväksikäyttö yksityiskohtaisten koekäyttöohjelmien laadinnassa
- laitoksen käyttöohjeiden kehittämisaikataulu ja suunnitelma koekäytön osuudesta näiden ohjeiden tarkoituksenmukaisuuden ja riittävyyden varmistamisessa
- koekäytön aikataulu jossa on määritelty eri koekäytön osien kestoajat ja keskinäinen aikajärjestys sekä vaatimukset koekäyttöohjelmien valmistumisajoille
- järjestelmäkokeista ja reaktorijärjestelmien esikriittisyyskokeista yhteenvetosuunnitelma, joka sisältää kutakin koetta varten laadittavan yksityiskohtaisen koeohjelman nimen, kokeen tekemiselle mahdollisesti asetettavat ennakkovaatimukset, kokeen tarkoituksen sekä lyhyen selvityksen koelaajuudesta ja hyväksymiskriteereistä
- latauksessa ja kriittisyyden saavuttamisessa käytettävät menetelmät niihin sisältyvine turvallisuus- ja varotoimenpiteineen
- pientehokokeista ja tehokokeista yhteenvetosuunnitelma, joka sisältää kutakin koetta varten laadittavan yksityiskohtaisen koeohjelman nimen, kokeen tarkoituksen, lyhyen selvityksen koelaajuudesta ja hyväksymiskriteereistä sekä luettelon niistä tehotasoista, joilla koe aiotaan suorittaa.

3

JÄRJESTELMÄKOKKEET

Järjestelmäkokeilla tarkoitetaan kaikkia kokeita, jotka tehdään ennen polttoaineen latausta sekä niitä yksittäisten apujärjestelmien kokeita, jotka voidaan tehdä vasta polttoaineen latauksen aikana tai sen jälkeen.

Järjestelmäkokeilla on osoitettava, että kukin turvallisuuteen vaikuttava järjestelmä ja jokainen sen osa erikseen pystyy täyttämään sille annetun tehtävän. Lisäksi tulee osoittaa, että järjestelmät pystyvät toimimaan yhdessä suunnitelmien mukaisella tavalla. Kokeissa on mahdollisuuksien mukaan varmistauduttava toiminnasta olosuhteissa, jotka vastaavat normaaleja käyttötilanteita, sekä onnettomuusolosuhteissa, joissa järjestelmien edellytetään toimivan.

Järjestelmäkokeiden tulee sisältää kokeet, jotka on lueteltu kirjallisuusviitteen /2/ liitteen A kohdassa A ja jotka soveltuvat kyseessä olevalle laitostyypille. Kokeiden suunnittelussa on lisäksi otettava soveltuvin osin huomioon kirjallisuusviitteissä /3/, /4/, /5/, /6/ ja /7/ esitetyt yksityiskohtaisemmat vaatimukset. Mikäli laitoksella on turvallisuusluokkiin 1, 2 tai 3 kuuluvia järjestelmiä, joita ei mainita sanotuissa kirjallisuusviitteissä, sovitaan niille tehtävistä kokeista erikseen STL:n kanssa. Järjestelmäkoe voidaan jättää latauksen alkamisen jälkeen tehtäväksi vain erityisestä syystä, ja syy on perusteltava kunkin kokeen kohdalla lopullisessa turvallisuusselosteessa.

Jokaista koetta varten tulee olla ennakolta laadittu yksityiskohtainen koekäyttöohjelma, joka vastaa laajuudeltaan vähintään kirjallisuusviitteen /2/ liitteen C kohdassa A esitettyjä vaatimuksia. Näiden vaatimusten mukainen ohjelman pääjaottelu on seuraava:

- edellytykset kokeen suorittamiselle
- kokeen tarkoitus
- järjestelmän alkutila
- ympäristöolosuhteet
- hyväksymiskriteerit
- tulosten kirjaamistapa
- erityiset varovaisuusmääräykset
- yksityiskohtaiset toimintaohjeet
- koetulosten tallentaminen

Lisäksi ohjelmassa on esitettävä erillisenä kohtana kuvaus mahdollisesti tarvittavista mittalaitteista tai mittausjärjestelmistä, jotka eivät kuulu laitoksen kiinteään varustukseen.

Kokeet on tehtävä mahdollisimman tarkasti laadittujen ohjelmien mukaisina, ja poikkeamat sekä niiden syyt tulee kirjata muistiin. Kaikki koetulokset on kirjattava ennakolta valmistettuihin lomakkeisiin tai piirustuksiin.

Tulosraportissa on esitettävä lopullisten koetulosten lisäksi ne koekäytön aikana tehdyt korjaus- ja parannustoimenpiteet, jotka ovat olleet tarpeen hyväksyttävien tulosten saavuttamiseksi.

Lopullisessa turvallisuusselosteessa esitetyn kokeiden yhteenvetosuunnitelman perusteella tulee sopia STL:n kanssa ne järjestelmäkokeet, joiden ohjelmille pyydetään hyväksymistä STL:lta. Yleisperiaatteena on tällöin, että hyväksymistä pyydetään kaikille kokeille, jotka koskevat turvallisuusluokkien 1, 2 tai 3 järjestelmiä. Mikäli yksityiskohtaisten ohjelmien pohjaksi laaditaan aluksi suurpiirteisempiä ohjelmia, STL antaa niistä pyydettäessä lausunnon. Tällöin mahdolliset vaatimukset koelaaajuuden lisäämisestä voidaan esittää aikaisemmin ja yksityiskohtaiset ohjelmat voidaan tarkastaa lyhyemmässä ajassa.

Säteilyturvallisuuslaitos seuraa järjestelmäkokeita voimalaitoksella harkintansa mukaan. Yleisperiaatteena on seurata kaikkia turvallisuusluokkiin 1 ja 2 kuuluvien järjestelmien kokeita sekä osaa turvallisuusluokkaan 3 kuuluvien järjestelmien kokeista. Kokeiden seuraamista varten STL:lle on toimitettava riittävän ajoissa koekäyttöaikataulut. Mikäli aikatauluissa tapahtuu muutoksia on niistä tiedotettava STL:lle viivytyksettä.

Kaikista niistä kokeista, joiden ohjelmille on vaadittu STL:n antama hyväksyminen, on toimitettava tulosraportti STL:n hyväksyttäväksi.

Mikäli ohjelmalle edellytetään STL:n antama hyväksyminen, saa kokeen aloittaa vasta hyväksymispäätöksen jälkeen. Kokeen aloittamisella tarkoitetaan ensimmäistä toimenpidettä, jolla aiotaan virallisesti demonstroida tutkittavan kohteen suorituskykyä ja jonka tulokset kirjataan muistiin hyväksymiskäsittelyä varten. Siis instrumenttien kalibroinnit, putkistohuuhtelut ja muut valmistelevat toimenpiteet kuten myös alustavat kokeet ovat sallittuja ennen ohjelman hyväksymistä. Kuitenkin on muistettava, että kullekin laitoksen paineastialle on tehtävä ohjeen YVL 3.7 mukainen käyttöönottotarkastuksen toteamistarkastus ennen kuin paineastiaa saa käyttää paineen alaisena. STL:n edustajan puuttuminen ei estä kokeen tekoa edellyttäen, että kokeesta on tiedotettu STL:lle riittävän ajoissa. Tämä ei kuitenkaan koske paineastioiden varusteiden toimintakokeita, jotka muodostavat osan ohjeen YVL 3.7 mukaisesta käyttöönottotarkastuksesta ja jotka STL valvoo turvallisuusluokasta riippumatta.

Polttoaineen latausta edeltävien järjestelmäkokeiden tulosraporttien hyväksyminen on eräs edellytys sille, että STL pitää ohjeen YVL 1.1 mukaista ydinvoimalaitoksen katsastusta loppuunsaattettuna ja toimittaa käyttö lupaa varten tarvittavan katsastuspöytäkirjan kauppa- ja teollisuusministeriölle.

4

POLTTOAINEEN LATAUS JA REAKTORIJÄRJESTELMIEN ESIKRIITTISYYSKOKEET

Polttoaineen latauksen katsotaan alkavan siitä hetkestä, jolloin ensimmäinen polttoainenippu siirretään reaktoripaineastian sisään. Latauksen jälkeen on varmistettava niiden järjestelmien toiminta, jotka voidaan asentaa toimintavalmiiksi vasta primaaripiiriä suljettaessa. Näille järjestelmille tehtäviä kokeita nimitetään tässä ohjeessa reaktorijärjestelmien esikriittisyyskokeiksi.

Lataus tulee tehdä samalla varovaisuudella, jota noudatettaisiin ladattaessa ensimmäistä kertaa kyseessä olevaa reaktorityyppiä. Latauksen aikana on valvottava jatkuvasti neutronivuota ja gamma-säteilyn tasoa reaktorin ympäristössä. Neutronivuon valvontalaitteistoon on liitettävä äänimerkin antava hälytyslaite. Latauksen suorittamista koskevia tarkempia vaatimuksia ei tässä ohjeessa anneta, koska eri laitostoimittajat käyttävät hyvin erilaisia latausmenetelmiä. Menetelmän hyväksyttävyydestä päätetään kussakin tapauksessa erikseen latausohjelman tarkastamisen yhteydessä.

Latausta varten on laadittava ohjelma, jossa esitetään

- yhteenveto latauksen aikana tarvittavista neutronivuon ja gammasäteilyn valvontalaitteista sekä mahdollisista muista erikoismittalaitteista
- lataukseen osallistuvan henkilökunnan määrä ja tehtävät
- reaktorisuojarakennuksen ja kaikkien sen sisällä olevien järjestelmien tila latauksen aikana
- yksityiskohtaiset latausohjeet
- latauksen aikana noudatettavat erityiset turvallisuusmääräykset ja varotoimenpiteet.

Latauksen aikana mahdollisesti sattuvat odottamattomat tapaukset, joilla voi olla vaikutusta polttoaineen eheyteen, on kirjattava muistiin.

Latauksen jälkeen on tarkastettava, että kukin polttoainenippu on oikealla paikalla ja oikeassa asennossa.

Reaktorijärjestelmien esikriittisyyskokeiden tulee sisältää kokeet, jotka on lueteltu kirjallisuusviitteen /2/ liitteen A kohdassa B ja jotka soveltuvat kyseessä olevalle laitostyypille. Näiden kokeiden ohjelmille, suorittamiselle ja tulosraporteille pätevät samat vaatimukset, jotka on esitetty järjestelmäkokeille tämän ohjeen kohdassa 3.

Latausohjelmalle ja kaikille reaktorijärjestelmien esikriittisyyskokeiden ohjelmille on pyydettävä hyväksymistä STL:lta. STL seuraa latausta ja tarkastaa sen päätyttyä, että kukin polttoainenippu on suunnitelman mukaisella paikalla. Reaktorijärjestelmien esikriittisyyskokeita STL seuraa harkintansa mukaan. Kaikkien näiden kokeiden tulosraportit on toimitettava STL:n hyväksyttäväksi.

Polttoaineen latauksen saa aloittaa sen jälkeen kun kauppa- ja teollisuusministeriö on antanut ydinvoimalaitokselle käyttöluvan ja STL on hyväksynyt latausohjelman.

Primaaripiirin sulkemisen ja reaktorijärjestelmien esikriittisyyskokeet saa aloittaa sen jälkeen, kun STL on tarkastanut polttoainenippujen sijoittelun ja hyväksynyt esikriittisyyskokeiden ohjelmat.

Sen jälkeen kun reaktorijärjestelmien esikriittisyyskokeissa on saavutettu hyväksymiskriteerien mukaiset tulokset, voidaan pyytää STL:lta lupaa reaktorin kriittiseksi tekemiseen ja pientehokokeiden suorittamiseen. Hakemuksessa on esitettävä

- vakuutus siitä, että kaikkien siihen mennessä tehtyjen kokeiden tulokset täyttävät hyväksymiskriteerit
- haluttu suurin pienteho.

Hakemukseen on liitettävä reaktorijärjestelmien esikriittisyyskokeiden tulosraportti tai STL:n edustajalle on esitettävä vastaava tulosaineisto ydinvoimalaitoksella. Jälkimmäisessä tapauksessa on tulosraportti toimitettava STL:lle viimeistään kuukauden kuluttua ko. luvan myöntämisen jälkeen, jolloin sen hyväksymisellä ainoastaan vahvistetaan oikeus koekäytön jatkamiseen suunnitelmien mukaisella tavalla.

5

REAKTORIN KRIITTISEKSI TEKEMINEN JA PIENTEHOKOKEET

Reaktorin kriittiseksi tekemisen katsotaan alkavan siitä hetkestä, jolloin

- painevesireaktorissa aloitetaan boorin laimentaminen
- kiehutusvesireaktorissa aloitetaan ensimmäisen säätösauvan vetäminen ulos reaktorista.

Pientehokokeilla tarkoitetaan kokeita, joissa suurin sallittu reaktorin teho on määritelty korkeintaan 5 prosentiksi nimellistehosta.

Reaktorin kriittiseksi tekemisessä on otettava huomioon vaatimukset, jotka on esitetty kirjallisuusviitteen /2/ liitteen C kohdassa C. Toimenpiteet on kuvattava yksityiskohtaisessa ohjelmassa, joka täyttää soveltuvien osin järjestelmäkokeiden ohjelmille asetetut vaatimukset.

Pientehokokeiden tulee sisältää kokeet, jotka on lueteltu kirjallisuusviitteen /2/ liitteen A kohdassa C ja jotka soveltuvat kyseessä olevalle laitostyyppille. Näiden kokeiden ohjelmille, suorittamiselle ja tulosraporteille pätevät samat vaatimukset, jotka on esitetty järjestelmäkokeille tämän ohjeen kohdassa 3.

Reaktorin kriittiseksi tekemistä kuvaavalle ohjelmalle samoin kuin pientehokokeiden ohjelmille on pyydettävä hyväksymistä STL:lta. STL seuraa reaktorin kriittiseksi tekemistä sekä pientehokokeita harkintansa mukaan. Pientehokokeiden tulosraportit on toimitettava STL:n hyväksyttäväksi.

Reaktorin kriittiseksi tekemisen saa aloittaa sen jälkeen, kun STL on antanut siihen luvan ja hyväksynyt ao. toimenpiteitä kuvaavan ohjelman. Sama lupa kattaa myös pientehokokeet edellyttäen, että niihin liittyvät ohjelmat on hyväksytyt.

Sen jälkeen, kun pientehokokeissa on saavutettu hyväksymiskriteerien mukaiset tulokset, voidaan pyytää STL:lta lupaa suuremman tehon käyttämiseen. Hakemuksessa on esitettävä

- vakuutus siitä, että kaikkien siihen mennessä tehtyjen kokeiden tulokset täyttävät hyväksymiskriteerit
- haluttu suurin teho.

Hakemukseen on liitettävä pientehokokeiden tulosraportti tai STL:n edustajalle on esitettävä vastaava tulosaineisto ydinvoimalaitoksella. Jälkimmäisessä tapauksessa on tulosraportti toimitettava STL:lle viimeistään kuukauden kuluttua ko. luvan myöntämisen jälkeen, jolloin sen hyväksymisellä ainoastaan vahvistetaan oikeus koekäytön jatkamiseen suunnitelmien mukaisella tavalla.

6

TEHOKOKEET

Tehokokeissa kokeillaan laitoksen toimintaa erilaisilla tehotasoilla, jotka voivat olla esimerkiksi 10%, 25%, 50%, 75% ja 100% nimellistehosta. Tehotasot määrittelee luvanhakija, ja niitä täytyy olla vähintään neljä kappaletta.

Tehokokeiden tulee sisältää kokeet, jotka on luettelu kirjallisuusviitteen /2/ liitteen A kohdassa D ja jotka soveltuvat kyseessä olevalle laitostyypille. Kyseisessä luettelossa mainittuja kunkin kokeen tehotasoja pidetään vain viitteellisinä. Tehokokeiden ohjelmille, suorittamiselle ja tulosraporteille pätevät samat vaatimukset, jotka on esitetty järjestelmäkokeille tämän ohjeen kohdassa 3. Varsinaisten kokeiden lisäksi on kullakin tehotasolla tehtävä kirjallisuusviitteen /2/ liitteen C kohdan D mukaiset tarkastukset.

Tehokokeiden ohjelmille on pyydettävä hyväksymistä STL:lta. STL seuraa kokeita harkintansa mukaan. Kokeiden tulosraportit on toimitettava STL:n hyväksyttäväksi.

Tehokokeiden aikana saa tehon nostaa uudelle suuremmalle tasolle sen jälkeen, kun STL on antanut tähän luvan ja hyväksynyt tällä tasolla tehtävien kokeiden ohjelmat. Suurin sallittu teho voidaan kulloinkin määritellä hieman suuremmaksi kuin se taso, jolla kokeet tehdään. Tällöin tarkoituksena on ottaa huomioon mittauksen ja säädön epätarkkuus.

Aina sen jälkeen, kun tietyllä tehotasolla on saavutettu hyväksymiskriteerien mukaiset tulokset, voidaan pyytää STL:lta lupaa suuremman tehon käyttämiseen. Tällöin käytetään vastaavaa menettelyä kuin siirryttäessä pientehokokeista tehokokeisiin.

7

KIRJALLISUUSVIITTEET

- 1 Standard Format and Content of Safety Analysis Reports for Nuclear Power Plants, Regulatory Guide 1.70, U.S. Nuclear Regulatory Commission, Rev. 2, September 1975.

- 2 Preoperational and Initial Startup Test Programs for Water-Cooled Power Reactors, Regulatory Guide 1.68, U.S. Nuclear Regulatory Commission.
- 3 Comprehensive Vibration Assessment Program for Reactor Internals During Preoperational and Initial Startup Testing, Regulatory Guide 1.20, U.S. Nuclear Regulatory Commission.
- 4 Preoperational Testing of Redundant On-Site Electric Power Systems to Verify Proper Load Group Assignments, Regulatory Guide 1.41, U.S. Nuclear Regulatory Commission.
- 5 Preoperational and Initial Startup Testing of Feedwater and Condensate Systems for Boiling Water Reactor Power Plants, Regulatory Guide 1.68.1, U.S. Nuclear Regulatory Commission.
- 6 Preoperational Testing of Emergency Core Cooling Systems for Pressurized Water Reactors, Regulatory Guide 1.79, U.S. Nuclear Regulatory Commission.
- 7 Preoperational Testing of Instrument Air Systems, Regulatory Guide 1.80, U.S. Nuclear Regulatory Commission.