

OHJE YVL A.8

YDINLAITOKSEN IKÄÄNTYMISEN HALLINTA

1	Johdanto	3
2	Soveltamisala	4
3	Yleiset vaatimukset	5
4	Suunnittelu ja hankinnat	7
5	Valmistus	8
6	Käyttö	9
7	Kunnonvalvonta ja kunnossapito	10
7.1	Kunnonvalvonta	10
7.2	Kunnossapito	11
7.3	Ohjelmat ja ohjeet	13
7.4	Varaosat	13
8	Muutostyöt	14
9	Toimitettavat asiakirjat	15
9.1	Ikääntymisen hallinnan periaatesuunnitelma	15
9.2	Ikääntymisen hallintaohjelma	16
9.3	Ikääntymisen seurantaraportti	17
10	Säteilyturvakeskuksen valvontamenettelyt	18
11	LIITE A Tyypillisiä ikääntymismekanismeja	18
11.1	Fyysinen ikääntyminen	18
11.1.1	Mekaaniset komponentit	18
11.1.2	Sähkö- ja automaatiokomponentit	23
11.1.3	Betonirakenteet	25
11.2	Teknologinen ikääntyminen	28
12	Viitteet	29

Valtuutusperusteet

Ydinenergialain (990/1987) 7 r §:n mukaan Säteilyturvakeskuksen tehtävänä on asettaa ydinenergialain mukaisen turvallisuustason toteuttamista koskevat yksityiskohtaiset turvallisuusvaatimukset.

Soveltamissäännöt

YVL-ohjeen julkaiseminen ei sinänsä muuta Säteilyturvakeskuksen ennen ohjeen julkaisemista tekemiä päätöksiä. Vasta kuultuaan asianosaisia Säteilyturvakeskus antaa erillisen päätöksen siitä, miten uutta tai uusittua YVL-ohjetta sovelletaan käytössä tai rakenteilla oleviin ydinlaitoksiin ja luvanhaltijoiden toimintoihin. Uusiin ydinlaitoksiin ohjeita sovelletaan sellaisenaan.

Kun Säteilyturvakeskus harkitsee YVL-ohjeissa esitettyjen, uusien turvallisuusvaatimuksien soveltamista käytössä tai rakenteilla oleviin ydinlaitoksiin, se 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.

Ydinenergialain 7 r §:n kolmannen momentin mukaan 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.

Uusien ydinlaitosten osalta tämä ohje on voimassa dd.mm.20yy alkaen toistaiseksi. Rakenteilla olevilla ja käyville ydinlaitoksilla tämä ohje saatetaan voimaan erillisellä STUKin päätöksellä. Ohje kumoaa ohjeen YVL A.8 (20.05.2014).

STUK • SÄTEILYTURVAKESKUS
STRÅLSÄKERHETSCENTRALEN
RADIATION AND NUCLEAR SAFETY AUTHORITY

Osoite/Address • Laippatie 4, 00880 Helsinki

Postiosoite / Postal address • PL / P.O.Box 14, FI-00811 Helsinki, FINLAND

Puh./Tel. (09) 759 881, +358 9 759 881 • Fax (09) 759 88 500, +358 9 759 88 500 • www.stuk.fi

1 Johdanto

101. Ydinlaitoksen järjestelmiin, rakenteisiin ja laitteisiin kohdistuu lukuisia rasituksia, minkä seurauksena niiden eheys ja toimintakyky voivat heiketä. Järjestelmiin, rakenteisiin ja laitteisiin kohdistuvat vaatimukset voivat ydinlaitoksen käyttöiän aikana muuttua ja käytettävä teknologia voi kehittyä niin, että järjestelmät, rakenteet ja laitteet eivät enää vastaa vallitsevaa vaatimustasoa. Näihin tekijöihin eli järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden ikääntymiseen varaudutaan suunnitteluvaiheessa oikeilla suunnitteluratkaisuilla sekä käytön aikana valvomalla ja ylläpitämällä järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden käyttökuntoisuutta niiden käytöstä poistoon asti. **[Selkeytys ja pieni muutos, Vaatimuksen selkeytys.]**

102. Tämän ohjeen oikeusperustana ovat seuraavat säädökset.

Ydinenergialaki 1987/990 [1]

7a §: 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.

7f §: Turvallisuuden on oltava etusijalla ydinlaitoksen rakentamisessa ja käytössä.

Tämän lain 5 luvussa tarkoitetun rakentamisluvan haltija vastaa siitä, että ydinlaitos rakennetaan turvallisuusvaatimusten mukaisesti.

Tämän lain 5 luvussa tarkoitetun käyttöluvan haltija vastaa siitä, että ydinlaitosta käytetään turvallisuusvaatimusten mukaisesti.

Ydinlaitoksen kuntoa ja käyttökokemuksia on seurattava ja arvioitava järjestelmällisesti.

Ydinenergia-asetus 1988/161 [2]

111 §: Säteilyturvakeskus valvoo ydinlaitoksen käyttöä sen varmistamiseksi, että laitoksen käyttö on turvallista ja että sen käytössä noudatetaan lupaehtoja ja hyväksytyjä suunnitelmia ja että käyttö on muutoinkin ydinenergialain ja sen nojalla annettujen määräysten mukaista. Ydinenergian käytön valvonta kohdistuu myös ydinlaitoksen järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden huoltoon, korjauksiin, tarkastuksiin ja testauksiin.

STUKin määräys ydinvoimalaitoksen turvallisuudesta STUK Y/1/2018 [3]

5 §: Ikääntymisen hallinta

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

2. 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.

23 §: Kunnonvalvonta ja kunnossapito laitoksen turvallisuuden varmistamiseksi

1. Ydinvoimalaitoksen 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 sekä 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.

STUKin määräys ydinjätteiden loppusijoituksen turvallisuudesta (STUK Y/4/2016) [4]

27 §: Kunnonvalvonta ja kunnossapito laitoksen turvallisuuden varmistamiseksi

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

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. Muutos säädösviittaukseen, N/A [Muutos säädösviittaukseen, N/A]

103. Ohjeen vaatimusperustana ovat kansainväliset vaatimustasot [5] ja [6]. [N/A, N/A]

2 Soveltamisala

201. Tässä ohjeessa annetaan ydinlaitoksen järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden (laitososien) ikääntymisen hallintaan liittyvät vaatimukset luvanhaltijan (luvanhakija ennen rakentamisluvan myöntämistä) suunnittelu-, käyttö- ja kunnossapitotoiminnalle sekä kuvataan se viranomaisvalvonta, jolla STUK seuraa näiden vaatimusten noudattamista. [N/A, N/A]

202. Ohjetta sovelletaan kaikkiin ydinlaitoksiin kaikissa elinkaaren vaiheissa siten, kuin näiden laitosten ydin- ja säteilyturvallisuuden kannalta tärkeiden järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden käyttökuntoisuuden varmistaminen edellyttää. [N/A, N/A]

203. Ydinlaitoksen ikääntymisen hallintaan liittyviä vaatimuksia suunnittelu-, käyttö- ja

kunnossapitotoiminnasta sekä niiden teknisestä ja hallinnollisesta toteutuksesta, raportoinnista ja valvonnasta esitetään seuraavissa ohjeissa

- YVL A.1 Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta
- YVL A.3 Ydinlaitoksen johtamisjärjestelmä
- YVL A.5 Ydinlaitoksen rakentaminen ja käyttöönotto
- YVL A.6 Ydinvoimalaitoksen käyttötoiminta
- YVL A.7 Ydinvoimalaitoksen todennäköisyysperusteinen riskianalyysi ja riskien hallinta
- YVL A.9 Ydinlaitoksen toiminnan säännöllinen raportointi
- YVL A.10 Ydinlaitoksen käyttökokemustoiminta
- YVL B.1 Ydinvoimalaitoksen turvallisuussuunnittelu
- YVL B.5 Ydinvoimalaitoksen primääripiiri
- YVL B.7 Varautuminen sisäisiin ja ulkoisiin uhkiin ydinlaitoksessa
- YVL C.3 Ydinlaitoksen radioaktiivisten aineiden päästöjen rajoittaminen ja valvonta
- YVL C.6 Ydinlaitoksen säteilymittaukset
- YVL D.2 Ydinainesten ja ydinjätteiden kuljetus
- YVL D.3 Ydinpolttoaineen käsittely ja varastointi
- YVL D.5 Ydinjätteiden loppusijoitus
- YVL E-sarja, Ydinlaitoksen rakenteet ja laitteet. [Selkeytys ja pieni muutos, Ohjeet aakkosjärjestykseen]

3 Yleiset vaatimukset

301. Luvanhaltijan on kuvattava ikääntymisen hallinta osana ydinlaitoksen johtamisjärjestelmää. [N/A, N/A]

302. Luvanhaltijan on määriteltävä ydinlaitoksen ikääntymisen hallintaohjelma, joka sisältää toiminnot, tehtävät ja vastuut ydinlaitoksen turvallisuuteen liittyvien laitososien (myöhemmin laitososien, kts. määritelmä) käyttökuntoisuuden ja teknologisen vaatimuksenmukaisuuden varmistamiseksi niiden käyttöiän ajan. [N/A, N/A]

303. Luvanhaltijan on kohdennettava ydinlaitoksen ikääntymisen hallinta kaikkiin laitososiin. [N/A, N/A]

304. Luvanhaltijalla on oltava menettelyt tunnistaa laitososien käyttökuntoisuutta heikentävät ikääntymismekanismit. Ikääntymismekanismien tunnistamisessa on hyödynnettävä tarkastuksia, koestuksia ja tutkimustietoa sekä kokemuksia omien ja muiden ydinlaitosten käytöstä ja kunnossapidosta. Tyypillisiä ydinlaitoksella esiintyviä ikääntymismekanismeja esitetään liitteessä

A. [Selkeytys ja pieni muutos, Kielellinen parannus.]

305. Laitososien yksilölliseen ikääntymiseen on varauduttava. Moninkertaisuusperiaatteella toteutettuun järjestelmään kuuluvan osajärjestelmän käyttökuntoisuus on varmistettava itsenäisesti ja riippumattomasti muista osajärjestelmistä. [N/A, N/A]

306. Ydinlaitoksen fyysistä ikääntymistä on hallittava laitosten ikääntymistä hidastavilla tai ikääntymisen valvontaa tehostavilla suunnitteluratkaisuilla, valvomalla ja ylläpitämällä laitosten käyttökuntoisuutta sekä välttämällä tarpeettomia rasituksia aiheuttavia käyttötapoja ja -olosuhteita. [Selkeytys ja pieni muutos, Kielellinen parannus.]

307. Ydinlaitoksen teknologista ikääntymistä on hallittava arvioimalla säännöllisesti laitosten vaatimuksenmukaisuutta, varaosien ja teknisen tuen saatavuutta sekä vastaavuutta vallitsevaan kehitystasoon. [Selkeytys ja pieni muutos, Kielellinen parannus, poistettu päällekkäisyys kappaleessa "Muutostyöt" esitettyjen vaatimusten kanssa.]

308. Luvanhaltijalla on oltava organisaatiossaan ydinlaitoksen laitosten ikääntymisen hallintaa varten eri tekniikka-aloilta vastuuhenkilöt, joiden tehtävät ja keskinäinen työnjako on määritelty. Vastuuhenkilöiden on oltava perehtyneitä vastuualueensa ikääntymismekanismiin ja tunnettava keinot niiden haitallisten vaikutusten vähentämiseksi. [Selkeytys ja pieni muutos, Kielellinen parannus.]

309. Luvanhaltijalla on oltava dokumentoidut menettelyt, joilla se henkilöstömuutoksissa varmistaa, että työtehtävissä tarvittavat tiedot ja osaaminen välittyvät seuraajille. [Selkeytys ja pieni muutos, Kielellinen parannus.]

310. Luvanhaltijan on säännöllisesti arvioitava ikääntymisen hallintaohjelman kattavuutta ja vaikuttavuutta. Ikääntymisen hallinnan kehittämiseen on erityisesti panostettava, jos laitosten kunnostustarpeiden tai vikaantumistiheyksien havaitaan kasvavan. [Selkeytys ja pieni muutos, Kielellinen parannus.]

311. Luvanhaltijan on seurattava suunnitteluratkaisujen, valmistustekniikkojen sekä kunnonvalvonta- ja kunnossapitomenetelmien kehitystä laitosten ikääntymisen hallinnan parantamiseksi. Vaatimus koskee myös uudistuvia säännöksiä ja standardeja. [N/A, N/A]

312. Luvanhaltijan on tallennettava ja ylläpidettävä laitosten ikääntymisen hallinnassa tarvittavia tietoja. Tällaisia ovat suunnitteluasiakirjat (suunnitteluperusteet, tekniset määrittelyt, rakennemateriaalit, piirustukset, toimintakuvaukset) sekä kelpoistustiedot, määräaikaistarkastusten ja -koestusten tulokset, valmistuksen tulosaineistot ja muutostyöaineistot. [Selkeytys ja pieni muutos, Tallennettavia aineistoja täydennetty

määräaikaiskokeiden ja -koestusten tuloksilla.]

4 Suunnittelu ja hankinnat

401. Laitososien on koko käyttöikänsä ajan täytettävä ne suunnitteluperusteet, jotka on määritelty niille vaatimuksiksi normaalissa käytössä sekä häiriö- ja onnettomuustilanteissa. Vaatimukset on määriteltävä laitososien suunnittelulle, mitoitukselle, laadulle, toiminnalle, käytölle, käyttöympäristölle, tarkastettavuudelle ja kunnossapidettävyydelle. [N/A, N/A]

402. Suunnitteluratkaisuilla on minimoitava laitososien ikääntymistä, ja niillä on varmistettava edellytykset sille, että laitososien käyttökuntoisuus on valvottavissa ja ylläpidettävissä koko niiden käyttöiän ajan. Tämän mukaisesti:

a. Laitososille on valittava sellaiset materiaalit, joiden tiedetään kestävän suunnitteluperusteisten käyttötilanteiden ja ympäristöolosuhteiden mekaanisia, kemiallisia ja muita mahdollisia rasituksia.

b. Oletettuihin ikääntymismekanismeihin on varauduttava laitososien suunnittelussa ja mitoituksessa. Esimerkkejä tästä ovat varautumiset reaktoripainesäiliön säteilyhaurastumiseen sekä termiseen väsymiseen eri lämpötilassa olevien virtausten sekoittumiskohdissa.

c. Laitososan eheyden on oltava tarkastettavissa. Laitososalla on oltava valmiudet (muoto, materiaalivalinta, luoksepäästävyys) sellaisille ainetta rikkomattomille testausmenetelmille, joilla voidaan määräjain varmistua laitososan eheydestä.

d. Laitososan toimintakyvyn on oltava todennettavissa. Laitososalla on oltava valmiudet (mittaukset, prosessikytkennät, testilaitteisto) sellaisille koestuksille, joilla voidaan määräjain varmistua laitososan toimintakyvystä.

e. Suunnittelussa on varauduttava laitososan kiinteästi asennettuun kunnonvalvontaan (laitteyhteensopivuus, instrumentointivalmius, tietojärjestelmien kapasiteetti), jos tosiaikainen tieto laitososan käyttökuntoisuudesta oleellisesti lisää ydinlaitoksen turvallisuutta.

f. Laitososalla on oltava valmiudet (huoltoystävällinen rakenne, tilavaraukset) esteettömään ennakkohuoltoon ja muihin kunnossapitotöihin. [Selkeytys ja pieni muutos, Kielellinen parannus]

403. Laitososan vaaditun käyttökuntoisuuden on säilyttävä luotettavasti ikääntymisen vaikutuksista huolimatta epäsuotuisimmissakin suunnitteluperusteisissa käyttötilanteissa. Käyttökuntoisuuteen liittyviä epävarmuustekijöitä suunnittelussa, mitoituksessa, valmistuksessa, käyttöolosuhteissa, kunnonvalvonnassa ja kunnossapidossa on tutkittava ja vähennettävä suhteessa laitososan turvallisuusmerkitykseen. [N/A, N/A]

404. Laitososan suunnitteluratkaisut on kelpoistettava käyttökokemuksilla, analyysillä tai testeillä. Jos laitososan vaatimuksenmukaisuutta ei voida muilla tavoin luotettavasti varmistaa, kelpoistaminen on tehtävä kokeellisesti. [Selkeytys ja pieni muutos, Kielellinen parannus]

404a. Laitososan kelpoistaminen on uusittava määrävälein, jos käytönaikaisella kunnonvalvonnalla ei saada riittävästi tietoa laitososan käyttökuntauisuuden kuten väsymis- tai maanjärityskestävyyden säilymisestä. [Uusi nimike, Vaatimus pitää sisällään maanjärityskestävyyden kelpoistamisen korvaten ohjeen B.7 vaatimuksen 429.]

405. Luvanhaltijalla on oltava teknisesti perusteltu käyttöikäarviot sellaisille laitososille, joille tunnistetaan käyttöikä rajoittavia ikääntymismekanismia. Käyttöikäarviota voidaan tarvittaessa pidentää, jos laitososan käyttökuntauisuuden säilyminen alkuperäistä arviota pidemmälle voidaan osoittaa, ja sitä on lyhennettävä, jos laitososan ikääntyminen havaitaan oletettua nopeammaksi. Lujusanalyysiin perustuvat menettelyt käsitellään ohjeessa YVL E.4. [Selkeytys ja pieni muutos, Kielellinen parannus, jolla täsmennetään vaatimusta. Käyttöikäarvio määritellään sellaisille laitososille, joilla tunnistetaan käyttökuntauisuutta heikentäviä mekanismeja.]

406. Luvanhaltijan on huolehdittava laitososan hankinnassa siitä, että toimitus sisältää asianmukaiset laitososan käyttö-, kunnonvalvonta- ja kunnossapito-ohjeet, varaosa- ja tarvikesuositukset, tiedot varastointi- ja käyttöikärajotuksista sekä koulutuksen ja teknisen tuen. [Selkeytys ja pieni muutos, Täydennetty listaa siitä, mitä laitososan toimituksen pitää sisältää dokumenttien osalta.]

407. Ydinlaitoksen suunnitteluratkaisujen on oltava sellaisia, että laitososien kunnonvalvonta- ja kunnossapitotehtävät eivät aiheuta tarpeetonta säteily- tai työturvallisuusriskiä henkilökunnalle. Vaihdettavaksi suunniteltujen laitososien vaihtotyö on ennakoitava tilaratkaisuissa niin, että tarvittavat nostot ja siirrot voidaan turvallisesti toteuttaa. [N/A, N/A]

408. Luvanhaltijan on määriteltävä suunnittelu- ja hankintaohjeistossaan vaatimukset laitososien ikääntymisen hallintaa varten. [N/A, N/A]

5 Valmistus

501. Laitososan valmistuksessa ja valmistuksen aikaisissa korjauksissa on käytettävä sellaisia valmistusmenetelmiä, jotka eivät edistä haitallisten ikääntymismekanismien kehittymistä. [Selkeytys ja pieni muutos, Kielellinen parannus.]

502. Valmistusenaikaisilla tarkastuksilla ja testeillä on varmistuttava siitä, että laitososassa ei ole sellaisia materiaali- tai valmistusvikoja, jotka voivat aiheuttaa vikaantumista tai nopeuttavat ikääntymismekanismien kehittymistä käytön aikana. Tarkastus- ja testauslaajuuden on oltava

suhteessa laitoksen turvallisuusmerkitykseen. [Selkeytys ja pieni muutos, Kielellinen parannus.]

503. Luvanhaltijan on huolehdittava siitä, että laitoksesta tallennetaan ennen käyttöä vertailukohdat niistä tiedoista, joita seurataan käytön aikana laitoksen eheyttä tai toimintakykyä valvottaessa. Vertailukohdat tyypillisesti tarvitaan painelaitteiden ainetta rikkomattomille tarkastuksille, putkistojen seinämänpaksuusmittauksille ja pyörivien koneiden värähtelyille. Valokuvia voidaan käyttää niille tarkastuskohteille, joille tehdään silmämääräisiä tarkastuksia. [Selkeytys ja pieni muutos, Kielellinen parannus.]

504. Luvanhaltijan on kerättävä ja taltioitava mahdollisia myöhempiä tarpeita varten (materiaalitestaus, korjausmenetelmän pätevynti) materiaalinäytteet vähintään niistä laitoksesta, joita ei ole suunniteltu vaihdettavaksi ydinlaitoksen käyttöänsä aikana. [Selkeytys ja pieni muutos, Kielellinen parannus.]

505. Luvanhaltijan on huolehdittava siitä, että kuljetukset, varastointi ja asennus eivät vaaranna laitoksen käyttökuntoisuutta eivätkä edistä haitallisten ikääntymismekanismien kehittymistä. [Selkeytys ja pieni muutos, Kielellinen parannus.]

6 Käyttö

601. Laitoksen käyttö- ja ympäristöolosuhteita on valvottava ja kuormitukset pidettävä laitoksen suunnitteluperusteiden rajoissa. [Selkeytys ja pieni muutos, Kielellinen parannus.]

602. Omien ja muiden ydinlaitosten käyttökokemuksia hyödyntämällä on arvioitava ja tarvittaessa otettava käyttöön sellaisia ydinlaitoksen käyttötapoja, joilla voidaan laitoksesta hidastaa ikääntymismekanismien kehittymistä. [Selkeytys ja pieni muutos, Kielellinen parannus.]

603. Luvanhaltijan on ohjeistettava ja koulutettava käyttöhenkilökunta käyttämään ydinlaitosta tavoilla, joilla vältetään laitosten tarpeettomia rasituksia kuten nopeita tai usein toistuvia paine- ja lämpötilamuutoksia. [Selkeytys ja pieni muutos, Kielellinen parannus]

604. Jos havaitaan, että laitoksesta on rasitettu suunnitteluperusteet ylittävillä kuormituksilla tai laitoksen käyttökuntoisuus on jostakin muusta syystä saattanut vaarantua, laitoksen jatkokäytön edellytykset on varmistettava tarkastuksilla, testeillä, laskennallisilla analyysillä tai muilla selvityksillä. [Selkeytys ja pieni muutos, Kielellinen parannus]

605. Jos laitoksen heikentynyt tai menetetty käyttökuntoisuus ei ole palautettavissa vaatimuksen mukaiseksi, laitoksesta on vaihdettava suunnitteluperusteiset vaatimukset täyttäväksi

niin pian kuin vaihto on käytännössä mahdollista. Luvanhaltijalla on oltava dokumentoitu menettely, jolla se varmistaa, ettei tällaista laitოსosaa oteta uudelleen käyttöön. [Selkeytys ja pieni muutos, Keventää vaatimusta. Vaatimukseen samassa yhteydessä lisätty: "Luvanhaltijalla on oltava menettely, jolla se varmistaa, ettei tällaista laitოსosaa oteta uudelleen käyttöön".]

606. Luvanhaltijan on valvottava laitოსosien aikarajoitteisten kelpoistuksien tai analyysien voimassaolon säilymistä. Uusi kelpoistus on käynnistettävä tai analyysi tehtävä niin ajoissa, ettei niiden vanhentumiselle ole riskiä. [Selkeytys ja pieni muutos, Kielellinen parannus]

7 Kunnonvalvonta ja kunnossapito

7.1 Kunnonvalvonta

701. Luvanhaltijan on valvottava ydinlaitoksen laitოსosia niin, että sillä on aina luotettava ja ajantasainen tieto laitოსosien käyttökuntoisuudesta. Käytössä olevan tai valmiustilassa pidettävän laitოსosan kunnostustarve ja vika on kyettävä havaitsemaan ennen kuin laitოსosan käyttökuntoisuuden heikentyminen aiheuttaa riskiä ydinturvallisuudelle. Kunnonvalvonta voi perustua silmämääräisiin tarkastuksiin, ainetta rikkomattomiin testauksiin, toimintakokeisiin ja paine- ja vuototesteihin tai muihin sellaisiin toimiin, joilla saadaan suoraa tietoa laitოსosan käyttökuntoisuudesta. Kunnonvalvonnaksi katsotaan myös sellaiset mittaukset ja näytteet, joilla saadaan välillistä tietoa laitოსosan käyttökuntoisuudesta tai tietoa käyttökuntoisuuteen vaikuttavista olosuhteista (esim. kuormituskertymät, vesikemian parametrit tai käyttöolosuhteisiin sijoitetut materiaalinäytteet). [Selkeytys ja pieni muutos, Vian reaaliaikainen havaitseminen käytännössä mahdotonta esim. valmiustilassa olevilla laitოსosilla. Vaatimus muokattu vähemmän ehdottomaksi muuttamatta alkuperäistä tavoitetta.]

702. Laitოსosan kunnonvalvonnan kattavuuden, käytettyjen menetelmien, valvontavälien, resursoinnin, hyväksymisrajojen ja muiden kunnonvalvonnan vaikuttavuuteen liittyvien tekijöiden on oltava suhteessa valvottavan laitოსosan turvallisuusmerkitykseen, jonka arvioinnissa on hyödynnettävä todennäköisyysperusteista riskianalyysiä. On varauduttava tunnistamaan myös sellaista ikäänymistä ja havaitsemaan sellaisia vikatyyppejä, joita ei voi olettaa käyttökokemusten perusteella. [N/A, N/A]

703. Laitოსosien kunnonvalvonnassa on noudatettava E-sarjan YVL-ohjeissa esitettyjä vaatimuksia laitekohtaisesta laajuudesta sekä painelaitteiden määräaikaistarkastuksista. [N/A, N/A]

704. Laitოსosan kunnonvalvonnan on oltava kiinteästi asennettua ja tuotettava tosiaikaista tietoa

toiminnassa olevasta laitososasta silloin, kun tällainen kunnonvalvonta oleellisesti lisää laitososan kunnonvalvonnan vaikuttavuutta verrattuna määrävälein tehtävään kunnonvalvontaan. [Selkeytys ja pieni muutos, Vian reaaliaikainen havaitseminen käytännössä mahdotonta esim. valmiustilassa olevilla laitososilla. Vaatimus muokattu vähemmän ehdottomaksi muuttamatta alkuperäistä tavoitetta.]

705. Luvanhaltijan on tallennettava keskeiset kunnonvalvontatiedot sekä seurattava niiden kehityssuuntaa laitososien käyttöönotosta lähtien. Jos muutoksia havaitaan, niiden merkitys laitososan käyttökuntoisuudelle ja käyttöiälle on selvitettävä. [Selkeytys ja pieni muutos, Kielellinen parannus.]

706. Luvanhaltijan on seurattava tärkeimpiin painelaitteisiin väsyttäviä kuormituksia aiheuttavia käyttötilanteita ja -tapahtumia. Kuormitusseurannan tuloksia on käytettävä painelaitteiden ikääntymisarvioissa, joissa toteutuneita rasisuskertymiä verrataan laitososan suunnitteluperusteina oleviin kuormituksiin. Tarkempia vaatimuksia esitetään ohjeessa YVL E.4. [N/A, N/A]

706a. (E.7 802.) Suojarakennuksen sisäpuolisten kaapelien käyttökuntoisuuden selvittämiseksi on turvallisuusluokiteltujen sähkö- ja automaatiolaitteiden kaapelityypeille tehtävä vähintään joka viides vuosi mekaanisia ja sähköisiä tarkastuksia. [Siirretty, Selkeytys ja pieni muutos, Siirretty vaatimus 802. YVL-ohjeesta E.7. Sanallinen muutos: "ikäntymisen seuraamiseksi" -> "käyttökuntoisuuden selvittämiseksi"]

707. Kunnonvalvonnassa käytettävät mittaus- ja analyysilaitteet on määrävälein kalibroitava. Kalibroinnin voimassaolon on oltava todennettavissa laitekohtaisista kalibrointitodistuksista. [Selkeytys ja pieni muutos, Vaatimuksesta poistettu mahdollisuus varmistaa vaadittu tarkkuus muilla tavoin.]

7.2 Kunnossapito

708. Luvanhaltijan on huolehdittava siitä, että käytössä tai käyttövalmiudessa oleva laitososa täyttää käyttökuntoisuusvaatimukset normaaleissa käyttötilanteissa sekä kaikissa suunnitteluperusteisissa häiriö- ja onnettomuustilanteissa. [N/A, N/A]

709. Kun laitososalla havaitaan kunnostustarve, kunnostukseen on ryhdyttävä ennen kuin laitososan heikentynyt käyttökuntoisuus aiheuttaa riskin ydinturvallisuudelle. Korjaavan kunnossapidon voi valita kunnossapitostrategiaksi vain laitososille, joiden vikaantuminen ei aiheuta riskiä ydinturvallisuudelle. [Merkittävä muutos sisältöön, Ehdotonta vaatimusta lievennetty käytännön sanelemana. Korjaava kunnossapito valittuna kunnossapitostrategiana voidaan sallia edellyttäen, että vikaantuminen ei aiheuta turvallisuusriskiä.]

710. Laitososan kunnossapidon kattavuuden, menetelmien, huoltovälien, resursoinnin ja muiden kunnossapidon vaikuttavuuteen liittyvien tekijöiden on oltava suhteessa laitoksen turvallisuusmerkitykseen, jonka arvioinnissa on hyödynnettävä todennäköisyysperusteista riskianalyysiä. [N/A, N/A]

711. Laitososan kunnostuksen tai korjauksen yhteydessä luvanhaltijan on selvitettävä, esiintyykö sama kunnostustarve tai vika sellaisenaan tai piilevänä muissa rakenteeltaan, toiminnaltaan tai käyttöolosuhteiltaan vastaavissa ydinlaitosten laitoksissa (yhteisvika). Samassa yhteydessä on arvioitava, onko havaittu käyttökuntoisuuden heikentyminen tai menetys vältettävissä vastaisuudessa kehittämällä laitoksen kunnonvalvontaa tai kunnossapitoa. [N/A, N/A]

712. Laitososan kunnostus- ja korjaustöissä on noudatettava E-sarjan YVL-ohjeiden mukaisia hyväksyntämenettelyjä. Hyväksyntämenettelyistä voidaan kuitenkin sopia tapauskohtaisesti sellaisissa kiireellisissä korjaustöissä, jotka on tehtävä viipymättä ydinlaitoksen turvalliseen tilaan saattamiseksi tai turvallisessa tilassa pitämiseksi. [N/A, N/A]

713. Prosessi-, sähkö- ja automaatiokytkennät sekä erotustoimenpiteet on varmistettava kunnossapitotyön ajaksi ja palautettava ne kunnossapitotyön päätteeksi niin, ettei kunnossapitotyöstä aiheudu välitöntä tai välillistä vaaraa henkilöstölle tai turvallisuudelle. Tarkempia vaatimuksia esitetään ohjeessa YVL A.6. [Selkeytys ja pieni muutos, Lisätty erotustoimenpiteet]

714. Huollettu, kunnostettu tai korjattu laitososa on tarkastettava tai koestettava käyttökuntoisuuden varmistamiseksi joko ennen käyttöä tai käyttöönoton yhteydessä. [Selkeytys ja pieni muutos, Vaatimuksen selkeytys.]

715. Laitososilla on oltava yksilöseuranta, jolla laitosten huolto-, vika-, korjaus- ja muutostyöhistoria on jäljitettävissä niiden käyttöiän ajan. [Selkeytys ja pieni muutos, Vaatimuksen selkeytys.]

716. Niillä laitoksilla, joiden käyttöpaikka voi vaihtua esim. huoltokierrossa, on oltava pysyvä tunnistemerkintä jäljitettävyyden varmistamiseksi. [N/A, N/A]

717. Kunnossapitotöissä käytettävät työkalut on huollettava ja varastoitava asianmukaisesti. Kalibroitavia vaativien työkalujen kalibroinnin voimassaolon on oltava todennettavissa työkalukohtaisista kalibrointitodistuksista. [Selkeytys ja pieni muutos, Vaatimuksen selkeytys.]

7.3 Ohjelmat ja ohjeet

718. Luvanhaltijalla on oltava ohjelmat, joissa määritellään laitospolisille tehtävät kunnonvalvonta- ja kunnossapitotyöt suoritusajankohtineen. Ohjelmien laadinnassa on hyödynnettävä riskitietoisia menetelmiä ohjeen YVL A.7 mukaisesti. [Selkeytys ja pieni muutos, Kielellinen parannus.]

719. Laitospolan kunnonvalvonta- ja kunnossapitotöiden on oltava yksiselitteisesti ja havainnollisesti ohjeistettuja. Luvanhaltijan on koulutuksella ja opastuksella varmistettava ohjeistuksen mukainen toiminta. [N/A, N/A]

720. Laitospolan kunnonvalvonnan ja kunnossapidon ohjelmien ja ohjeiden on perustuttava soveltuviin standardeihin ja valmistajan suosituksiin sekä omilta ja muilta ydinlaitoksilta kerättyihin käyttökokemuksiin. [Selkeytys ja pieni muutos, Kielellinen parannus.]

721. Luvanhaltijalla on oltava menettelytavat ja tietojärjestelmät, jotka ohjaavat ja varmistavat laitospolan kunnonvalvonnan ja kunnossapidon toteutuksen aikataulussa ja ohjeistuksen mukaisesti. [Selkeytys ja pieni muutos, Vaatimuksen selkeytys.]

722. Kunnonvalvonta- ja kunnossapito-ohjelmia ja niiden ohjeistusta on säännöllisesti arvioitava ja tarkistettava kerätyn palautteen perusteella. Havaitut muutostarpeet on analysoitava ja vaikuttavuutta parantavat toimenpiteet pantava täytäntöön ohjelma- ja ohjepäivityksissä. [Selkeytys ja pieni muutos, Kielellinen parannus.]

7.4 Varaosat

723. Luvanhaltijan on säännöllisesti valvottava ja arvioitava laitospolan kunnossapidossa tarvittavien varaospolan riittävyttä ja käyttökuuntoisuutta ydinlaitoksella. Tämä koskee myös laitospolan kunnonvalvonnan ja kunnossapidon mittaus- ja analyysilaitteiden ja työkalujen varaospolan. [N/A, N/A]

724. Luvanhaltijalla on oltava laitospaikalla varaosat niille toiminnoille, joilla varmistetaan ydinlaitoksen pitäminen turvallisessa tilassa pitkäkestoisten häiriö- ja onnettomuustilanteiden aikana. Tällaisissa toiminnoissa varaosavaranon on katettava vähintään yksi kapasiteetiltaan sataprosenttinen osajärjestelmä (redundanssi), joka yksin riittää toiminnon ylläpitämiseen. Varaosavaranon on sisällyttävä sellaiset laitospolan varaosat tai vaihto-osat, jotka voivat vikaantua pitkäaikaisessa käytössä ja jotka ovat kriittisiä toimintojen käyttökuuntoisuudelle. [N/A, N/A]

725. Varaospolan ja tarveaineiden on täytettävä niille asetetut vaatimukset alkuperäisiä

vastaavasti. Varaosan tai tarveaineen vaatimuksenmukaisuus on tutkittava huolella ja sillä on ennen asennusta oltava E-sarjan YVL-ohjeiden mukainen hyväksyntä. [Selkeytys ja pieni muutos, Kielellinen parannus.]

726. Luvanhaltijalla on oltava varaosan ja tarveaineen hankintaa, vastaanottoa ja varastointia varten ohjeistetut menettelyt varmistamaan, että laitososissa käytettävät varaosat ja tarveaineet ovat vaatimuksenmukaisia. [N/A, N/A]

727. Ydinlaitoksella säilytettäville varaosille ja tarveaineille on järjestettävä jäljellä olevan varastointi- ja käyttöänsä valvonta. [N/A, N/A]

728. Luvanhaltijalla on oltava menettelyt, joilla se luotettavasti estää tuoteväärännökset varaosien hankintaketjussa. [N/A, N/A]

729. Luvanhaltijan on säännöllisesti selvitettävä laitososien varaosien ja teknisen tuen saatavuutta. Jos saatavuuden ennakoitaan päättyvän, luvanhaltijan on varmistettava korvaavat ratkaisut niin ajoissa, ettei puutteita varaosista tai katkoa teknisestä tuesta pääse syntyämään. [Selkeytys ja pieni muutos, Vaatimuksen selkeytys.]

8 Muutostyöt

801. Luvanhaltijan on seurattava järjestelmällisesti ydinlaitoksen fyysistä ja teknologista ikääntymistä ja tunnistettava ikääntymisestä aiheutuvat ydinlaitoksen muutostyötarpeet. [Selkeytys ja pieni muutos, Poistettu viimeinen muutostöitä selittävä lause (muutostyö on määritelmässä).]

802. Merkittävien muutos- tai korjaushankkeiden suunnittelu on käynnistettävä niin aikaisin, että hankkeet pystytään toteuttamaan vaatimusten ja ennalta laadittujen suunnitelmien mukaisesti. Laitosmuutosten suunnittelua koskevia vaatimuksia esitetään ohjeessa YVL A.5 Ydinlaitoksen rakentaminen ja käyttöönotto. [Selkeytys ja pieni muutos, N/A]

803. Luvanhaltijan on käynnistettävä voimaan saatettujen turvallisuusvaatimusten edellyttämien muutostöiden valmistelu viipymättä. [N/A, N/A]

804. Luvanhaltijan on arvioitava muutostyön turvallisuusvaikutukset suunnitteluvaiheessa. Muutostyöllä ei saa heikentää ydinlaitoksen turvallisuutta eikä laitososien kunnonvalvonnan tai kunnossapidon edellytyksiä. [N/A, N/A]

805. Muutostyön suunnittelussa on selvitettävä ajantasaiset järjestelmä- ja laitetaso suunnitelmat, suunnitteluperusteet ja todelliset rakenteet sekä tunnistettava niiden perusteella mahdolliset laitoksen muutostyötä rajoittavat tekijät. Suunnitteluvaiheessa on myös selvitettävä

muutostyön vaikutukset ydinlaitoksen muihin laitososiin. [Selkeytys ja pieni muutos, Kielellinen parannus.]

806. Luvanhaltijan on laadittava muutostyöstä järjestelmä- ja laitetason suunnitelmat. Muutostyön ennakkotarkastuksessa ja toteutuksessa on noudatettava muissa YVL-ohjeissa esitettyjä hyväksyntämenettelyjä. [N/A, N/A]

807. Muutostyöstä aiheutuvat päivitystarpeet piirustuksissa, ohjeissa ja muissa asiakirjoissa on selvitettävä ja päivitykset tehtävä viipymättä muutostyön yhteydessä. [N/A, N/A]

808. Luvanhaltijan on koulutuksella huolehdittava, että käyttö- ja kunnossapito-organisaatiot saavat tiedon muutostyön vaikutuksista laitososan ja ydinlaitoksen käyttöön, kunnonvalvontaan ja kunnossapitoon. [N/A, N/A]

809. Luvanhaltijan on ylläpidettävä rekisteriä laitososien suunnitteluperusteista ja toteutetuista muutostöistä. [N/A, N/A]

810. Luvanhaltijan on pidettävä STUK tietoisena laitososien tulevista muutostöistä, joita se suunnittelee toteuttavansa ydinlaitoksen käyttöiän aikana. [N/A, N/A]

9 Toimitettavat asiakirjat

9.1 Ikääntymisen hallinnan periaatesuunnitelma

901. Luvanhakijan on ydinlaitoksen rakentamislupaa hakiessaan toimitettava STUKille hyväksyttäväksi periaatesuunnitelma laitososien ikääntymisen hallinnasta. [N/A, N/A]

902. Ikääntymisen hallinnan periaatesuunnitelmassa on kuvattava ne periaatteet, joilla rakennettavan ydinlaitoksen laitososien ikääntymisen hallinta on tarkoitus toteuttaa. Periaatteet on esitettävä seuraavista aiheista:

- a. ikääntymisen hallinnan organisointi
- b. ikääntymiseen varautuminen laitososien suunnittelussa, hankinnassa, valmistuksessa ja ydinlaitoksen rakentamisen aikana
- c. ikääntymisen hallinta ydinlaitoksen käytön aikana
- d. aikarajoitteisten kelpoistuksien ja analyysien alustava määrittely [Selkeytys ja pieni muutos, Toimitettavien asiakirjojen sisältövaatimusten selkeyttämien ja yhtenäistäminen. Ks. perustelumuuisto.]

9.2 Ikääntymisen hallintaohjelma

903. Luvanhakijan on toimitettava uuden ydinlaitoksen käyttö lupaa hakiessaan STUKille hyväksyttäväksi ydinlaitoksen ikääntymisen hallintaohjelma, jota noudatetaan ydinlaitoksen käytön aikana. Ohjelmassa on esitettävä ydinlaitoksen ikääntymisen hallinnan toimintaprosessi seuraavassa laajuudessa:

- a. ikääntymisen hallinnan koordinointi, vastuut ja tehtävät luvanhaltijan organisaatiossa
- b. ikääntymisen hallinnan tuloksellisuuden mittaaminen ja tavoitteet
- c. palautetiedon hyödyntäminen ikääntymisen hallinnassa
- d. ikääntymisen hallinnan porrastaminen laitossien turvallisuusmerkityksen perusteella
- e. menettelyt laitossien teknologisen ikääntymisen hallitsemiseksi
- f. ydinlaitoksen varaosat pitkäkestoisten häiriö- ja onnettomuustilanteiden varalta
- g. tiedot ikääntymisen hallinnan piiriin kuuluvista laitossista:
 - laitepaikkatunnukset
 - suunnitteluperusteiset käyttöolosuhteet ja -tilanteet
 - tunnistetut ikääntymismekanismit
 - kunnonvalvonta- ja ennakkohuolto-ohjelmat
 - aikarajoitteiset kelpoistukset ja analyysit

Ikääntymisen hallintaohjelmassa esitettävät laitossatiedot (g.) voidaan ryhmitellä luvanhaltijan tarkoituksenmukaiseksi katsomalla tavalla esim. laiteryhmä- tai/ja järjestelmäkohtaisesti. [Selkeytys ja pieni muutos, Toimitettavien asiakirjojen sisältövaatimusten selkeyttämien ja yhtenäistämien. Ks. perustelumuuisto.]

904. Ikääntymisen hallintaohjelmaan sisällytettävien tietojen esittämiseksi voidaan viitata muihin asiakirjoihin, jos ne on aiemmin toimitettu STUKille tai ovat pyynnöstä STUKin käytettävissä. Viittausten on oltava niin yksiselitteisiä, että ko. tieto on helposti löydettävissä viitatusta asiakirjasta. [Selkeytys ja pieni muutos, Kielellinen parannus.]

904a. (908.) Luvanhaltijan on toimitettava ikääntymisen hallintaohjelman päivitykset STUKille hyväksyttäväksi. Vähäiset päivitykset voidaan toimittaa tiedoksi. [Selkeytys ja pieni muutos, Siirretty luvusta 9.3]

9.3 Ikääntymisen seurantaraportti

905. Luvanhaltijan on ydinlaitoksen käytön aikana toimitettava vuosittain STUKille tiedoksi laitososien ikääntymisen hallinnan seurantaraportti vuoden ensimmäisellä kolmanneksella. Luvanhaltija voi esittää ja perustella vuotta pidempää raportointiväliä sellaisille laitososille, joissa käyttökuntoisuutta heikentävät ikääntymisilmiöt etenevät muita laitososia hitaammin. **[Selkeytys ja pieni muutos, Kielellinen parannus ja mahdollisuus ehdottaa vuotta pidempää raportointiväliä.]**

906. Seurantaraportissa on esitettävä ikääntymisen hallintaan kuuluvista laitososista seuraavat tiedot:

- a. vikojen lukumäärän kehityssuunta vikatyypeittäin pitkällä aikavälillä
- b. yhteenveto sekä seurantajakson aikana tehdyistä että toteutuspäätöksen saaneista myöhemmin tehtävistä merkittävistä huolto-, kunnostus-, korjaus-, vaihto- ja muutostöistä
- c. arvio nykyisestä käyttökuntoisuudesta ja käyttökuntoisuuden kehityssuunnasta
- d. kehittämis- ja tutkimustarpeet kunnonvalvonnassa ja kunnossapidossa lyhyellä ja pitkällä aikavälillä
- e. aikarajoitteisten kelpoistuksien ja analyysien voimassaolo
- f. yhteenveto varaosien määrästä ja kunnosta

Seurantaraportissa esitettävät tiedot voidaan ryhmitellä luvanhaltijan tarkoituksenmukaiseksi katsomalla tavalla esim. laiteryhmä- tai/ja järjestelmäkohtaisesti. **[Selkeytys ja pieni muutos, Toimitettavien asiakirjojen sisältövaatimusten selkeyttämien ja yhtenäistäminen. Ks. perustelumuiotio.]**

907. Seurantaraporttiin sisällytettävien tietojen esittämiseksi voidaan viitata muihin asiakirjoihin, jos ne on aiemmin toimitettu STUKille tai ovat pyynnöstä STUKin käytettävissä. Viittausten on oltava niin yksiselitteisiä, että ko. tieto on helposti löydettävissä viitatusta asiakirjasta. **[Selkeytys ja pieni muutos, Vaatimuksen selkeytys.]**

908. SIIRRETTY. Jos ikääntymisen hallintaohjelmaan on tehty muutoksia, sen päivitys on toimitettava STUKille tiedoksi seurantaraportin yhteydessä. **[Siirretty, Poistettu, Siirretty lukuun 9.2 "Ikääntymisen hallintaohjelma"]**

10 Säteilyturvakeskuksen valvontamenettelyt

1001. Rakentamislupavaiheessa STUK käsittelee ydinlaitoksen ikääntymisen hallinnan periaatesuunnitelman. Hyväksytyt ikääntymisen hallinnan periaatesuunnitelma on yksi edellytys STUKin myönteiselle lausunnolle rakentamislupahakemuksesta. [N/A, N/A]

1002. Käyttölupavaiheessa STUK käsittelee ikääntymisen hallintaohjelman. Hyväksytyt ikääntymisen hallintaohjelma on yksi edellytys STUKin myönteiselle lausunnolle käyttölupahakemuksesta. [N/A, N/A]

1003. Ydinlaitoksen käytön aikana STUK valvoo ikääntymisen hallintaohjelman täytäntöönpanoa luvanhaltijan vuosittain laatiman seurantaraportin perusteella. [N/A, N/A]

1004. STUK valvoo ydinlaitoksen ikääntymisen hallinnan vaikuttavuutta käytönaikaisen tarkastusohjelman (KTO-tarkastukset) ja muiden tekemiensä tarkastusten osana sekä myös ohjeessa YVL A.1 kuvattujen määräaikaisten turvallisuusarvioiden ja käyttölupahakemusten käsittelyn yhteydessä. [N/A, N/A]

11 LIITE A Tyypillisiä ikääntymismekanismeja

11.1 Fyysinen ikääntyminen

11.1.1 Mekaaniset komponentit

A01. Jännityskorroosio (Stress Corrosion Cracking; SCC) – Metalliin muodostuu murtumia korroosion ja vetojännityksen vaikutuksesta. Vetojännitystilaa puolestaan voi olla seurausta sisäisistä jännityksistä ja/tai ulkoisesta kuormituksesta. Jännityskorroosiomurtumaan johtava korroosioympäristö on materiaalikohtainen.

Alltiit kohteet: Austeniittiset ruostumattomat, hiili- ja niukkaseosteiset teräkset, Ni-seokset mukaan lukien hitsausliitokset ja niiden ympäristö; reaktorin sisäosat, putkistot primääri- ja sekundääripiirissä, reaktorin tukirakenteet, höyrystimet, paineistin. [N/A, N/A]

A02. Raerajajännityskorroosio (Inter-Granular Stress Corrosion Cracking; IGSCC) – Metallin raerajoja pitkin etenevä jännityskorroosio herkistyneessä austeniittisessä materiaalissa (ks. jännityskorroosio).

Alltiit kohteet: Austeniittisten ruostumattomien terästen hitsausliitokset; putkistot primääri- ja sekundääripiirissä, reaktorin sisäosat, palkeet. [N/A, N/A]

A03. Rakeiden läpi etenevä jännityskorroosio (TransGranular Stress Corrosion Cracking; TGSCC) – Metallin rakeiden läpi etenevä jännityskorroosio (ks. jännityskorroosio).

Alttiit kohteet: Austeniittiset ruostumattomat ja hiiliteräkset mukaan lukien hitsausliitokset ja niiden ympäristö; höyrystimen vaippa, putkistot, mm. pääkiertoputkistot, säätösauvakoneistot; suojarakennuksen teräsvaippaan liittyvät putkistot; ruostumatonta terästä olevat palkeet, laippaliitosten pultit. [N/A, N/A]

A04. Komponentin ulkopinnasta ydintyvä kloridien aiheuttama jännityskorroosio (External Chloride Stress Corrosion Cracking; ECSCC) – Vetojännityksen alaisen komponentin, yleensä putkiston, ulkopinta altistuu kloridipitoiselle vedelle esim. putkivuodon ja klorideja sisältävän eristemateriaalin takia (ks. jännityskorroosio).

Alttiit kohteet: Austeniittiset ruostumattomat teräkset ja hitsausliitokset; kaikki putkistot. [N/A, N/A]

A05. Painevesireaktorin primäärivedessä tapahtuva jännityskorroosio (Primary Water Stress Corrosion Cracking; PWSCC) – Hapettomassa korkealämpötilaisessa vedessä tapahtuva jännityskorroosio (ks. jännityskorroosio).

Alttiit kohteet: Ni-seokset; yhteen ja hitsausliitokset, joita ei ole jännityksenpoistohetkuttettu tai joita on kylmämuokattu, höyrystimien lämmönsiirtoputkien primääripuoli, säätösauvakoneiston yhteen, paineistin. [N/A, N/A]

A06. Muodonmuutoksen aiheuttama jännityskorroosio (Strain-Induced Corrosion Cracking; SICC) – Monotonisesti kasvava dynaaminen kuormitus saattaa happipitoisessa vedessä tai höyryssä johtaa murtumiin, jotka muistuttavat jännityskorroosiota.

Alttiit kohteet: Niukkaseosteiset ferriittiset teräkset; syöttövesiyhteen ja vaakasuorat putkistot, ohutseinämäiset putket ja putkikäyrät. [N/A, N/A]

A07. Boorihappokorroosio (Boric Acid Corrosion) – Primääriveden vuoto voi aiheuttaa boorihappokorroosiota hiili- ja niukka-seosteisissa teräksissä. Mekanismi on yleinen korroosio ja/tai materiaalihäviö (wastage).

Alttiit kohteet: Niukkaseosteiset ferriittiset teräkset; säätösauvakoneiston läpiviennit ja reaktoriastian kansi, suojarakennuksen teräsvaippa, pulttiliitokset. [N/A, N/A]

A08. Eroosikorroosio (Erosion Corrosion) – Eroosikorroosiossa virtaava neste irrottaa metallin pintaa suojaavaa (korroosiotuotetta) kerrosta ja siten nopeuttaa korroosiota, kun virtausnopeus ylittää kriittisen arvonsa.

Alttiit kohteet: Hiiliteräkset ja niukkaseosteiset teräkset; pyörteitä aiheuttavat virtauksen epäjatkuvuuskohdat, kuten putkimutkat, -haarat ja virtausten tuloaukot ja supistukset,

sisäpuolelta huonosti muotoillut hitsit sekä virtausmittauslaippojen jättöpuolet. [N/A, N/A]

A09. Vesi-iskut (Water Hammering) – Vesi-iskut voivat aiheuttaa suuria dynaamisia kuormia.

Alttiit kohteet: Virtauksen pysähtyminen esim. venttiilin sulkeutuessa nopeasti. [N/A, N/A]

A10. Mikrobiologinen korroosio (Microbiologically-Influenced Corrosion) – Orgaanisen aineksen kontaminoima vesi esim. raakavesisysteemissä voi aiheuttaa korotetuissa lämpötiloissa ja hiljaisella virtausnopeudella paikallista korroosiota, erityisesti rako-olosuhteissa.

Alttiit kohteet: Austeniittiset ja ferriittiset teräkset mukaan lukien hitsausliitokset ja eriparihitsit; erilaiset apuputkistot, suojarakennuksen teräsvaippa, jänneteräkset. [N/A, N/A]

A11. Pistekorroosio (Pitting) – Putkistoissa, joissa toisinaan tai aina on vähäinen virtausnopeus, vesi on happipitoista ja kontaminoitunutta (esim. fluorideja tai klorideja), voi muodostua paikallisia korroosikuoppia

Alttiit kohteet: Austeniittiset ja ferriittiset teräkset sekä Ni-seokset mukaan lukien hitsausliitokset ja eriparihitsit; höyrystimien lämmönsiirtoputket, pultit reaktorin kannessa, höyrystimen runko. [N/A, N/A]

A12. Rakokorroosio (Crevice Corrosion) – Raoissa korotetuissa lämpötiloissa ja hapettavissa olosuhteissa esiintyvä korroosimuoto.

Alttiit kohteet: Austeniittiset ja ferriittiset teräkset sekä Ni-seokset; termiset suojat, laippaliitokset, suojarakennuksen teräsvaippa yms. [N/A, N/A]

A13. Kavitaatiokorroosio/eroosio (Erosion-Cavitation) – Nestevirtauksessa paine laskee paikallisesti vallitsevaa lämpötilaa vastaavaan höyrynpaineeseen tai sen alapuolelle.

Muodostuneet höyrykuplat painuvat äkillisesti kokoon, kun höyrynpaine jälleen ylittyy virtauksessa. Ilmiö synnyttää paikallisia paineiskuja, jotka edistävät korroosiota irrottamalla suojaikerrosta pinnalta tai aiheuttavat voimakkaimmillaan mekaanisia vaurioita pintoihin.

Alttiit kohteet: Kaikki metalliset materiaalit sellaisissa laitteissa, joissa paine voi laskea alle höyrynpaineen suurten virtausnopeuksien tai poikkeuksellisen korkean lämpötilan vuoksi; venttiilit, pumput, höyrystimien sisäosat. [N/A, N/A]

A14. Raerajakorroosio (Inter-Granular Attack; IGA) – Materiaalin raerajoja pitkin etenevä korroosio herkistyneessä austeniittisessä materiaalissa, useimmiten raerajajännityskorroosion aiheuttama murtuminen (ks. jännityskorroosio; raerajajännityskorroosio).

Alttiit kohteet: Austeniittiset ruostumattomat teräkset ja Ni-seokset mukaanlukien hitsausliitokset; höyrystimien lämmönsiirtoputket sekundaaripuolella. [N/A, N/A]

A15. Galvaaninen korroosio (Galvanic corrosion) - Sähkökemiallinen korroosioprosessi, johon osallistuu kaksi sähköä johtavaa metallia ja elektrolyytti. Alhaisemman elektrodipotentiaalilin

metallista tulee anodi ja se liukenee elektrolyyttiin.

Alttiit kohteet: Ferriittisen ja ruostumattoman teräksen pari merivesijärjestelmässä, jonka katodinen suojaus ei toimi. Metallien lisäksi myös grafiitti(tiiviste) voi toimia katodina ja aiheuttaa metallipinnan korroosiota. [N/A, N/A]

A16. Yleinen korroosio (General Corrosion) – Metallia syöpyy samalla nopeudella tasaisesti koko pinnalta.

Alttiit kohteet: Suojaamattomat hiili- ja niukkaseosteiset teräkset, kovakromatut pinnoitteet korkeissa lämpötiloissa. [N/A, N/A]

A17. Väsyminen (Fatigue) – Mekaanisen vaihtokuormituksen tai lämpötilavaihtelun alaisessa rakenteessa etenevä vaurio, jonka vaiheet ovat mikrosärön ydintyminen, särönkasvu ja murtuma.

Alttiit kohteet: Kaikki metalliset rakenteet. Alttiita kohteita ovat värähtelevät ja pyörivät rakenteet, virtausten sekoituskohdat sekä hitsausliitokset yhteiden ja vastaavien jännityskeskittymien alueilla. [N/A, N/A]

A18. Terminen väsyminen (Thermal Fatigue) – Eri syistä johtuvat lämpötilavaihtelut (mm. kuumen ja kylmän veden sekoittuminen) aiheuttavat vaihtokuormitusta, mikä johtaa metallin väsymiseen (kts. Väsyminen)

Alttiit kohteet: Austeniittiset ja ferriittiset teräkset, Ni-seokset, perusaine ja hitsausliitokset; yhteydet, T-liitokset, jännityskonsentraatiokohdat putkistoissa. [N/A, N/A]

A19. Korroosioväsyminen (Corrosion Fatigue) – Metallia on värähtelyjen, vaihtokuormituksen tai lämpötilavaihteluiden alainen ja sen väsymiskestävyys heikkenee (murtuma ydintyy nopeammin ja/tai kasvaa nopeammin) korrodoivan ympäristön takia.

Alttiit kohteet: Austeniittiset ruostumattomat ja niukka-seosteiset ferriittiset teräkset mukaan lukien hitsausliitokset, erityisesti yhteissä ja muissa jännityskonsentraatiokohdissa. [N/A, N/A]

A20. Terminen vanheneminen (Thermal Ageing, Thermal Embrittlement) – Korkeat käyttölämpötilat aiheuttavat termistä vanhenemista, joka johtaa metallin haurastumiseen.

Alttiit kohteet: Ruostumattomat teräkset, joissa austeniittis-ferriittinen rakenne, kuten valetut austeniittiset ja duplex-ruostumattomat teräkset, epäpuhtauksia sisältävät ferriittiset teräkset ja erkautuskarkenevat lujat ruostumattomat teräkset; reaktorin sisäosat, säätösauvakoneisto, putkistot, venttiilit, pumput, akselit. [N/A, N/A]

A21. Jännityksen relaksaatio (Stress Relaxation) – Korotetuissa lämpötiloissa tapahtuva jännityksen alaisen metallin myötäminen, elastinen venymä muuttuu plastiseksi venymäksi. Neutronisäteily voi edesauttaa ilmiötä.

Alttiit kohteet: Austeniittiset ja ferriittiset teräkset, Ni-seokset; esikiristetyt pultit mm. reaktorin sisäosissa ja erilaisissa laippaliitoksissa. [N/A, N/A]

A22. Säteilyhaurastuminen (Radiation embrittlement) – Materiaalin, yleensä teräksen, lujuus kasvaa ja sitkeys pienenee materiaalin altistuessa neutronisäteilylle. Teräksen puhtaudella on merkittävä vaikutus haurastumisen voimakkuuteen.

Alttiit kohteet: Reaktoripaineastiateräkset; perusaine ja hitsausliitokset; austeniittiset ruostumattomat teräkset, Ni-seokset; reaktorin sisäosat. [N/A, N/A]

A23. Säteilyn aiheuttama jännityskorroosio (Irradiation-Assisted Stress Corrosion Cracking; IASCC) – Säröily tapahtuu tietyn kynnsarvon ylittävän neutroniannoksen aiheuttamana, kun muut jännityskorroosion edellytykset täyttyvät (ks. jännityskorroosio).

Alttiit kohteet: Austeniittiset ruostumattomat teräkset; reaktorin sisäosat, mm. erilaiset pultit. [N/A, N/A]

A24. Säteilyn aiheuttama turpoaminen (Swelling) – Suuret neutroniannokset voivat tietyissä austeniittisissa ruostumattomissa teräksissä synnyttää koloja ja makroskooppista rakenteen muodonmuutosta.

Alttiit kohteet: Austeniittiset ruostumattomat teräkset; reaktorin sisäosat. [N/A, N/A]

A25. Vetyvaurio (Hydrogen damage) – Vauriot, jotka liittyvät vedyn vaikutuksiin metallissa. Esimerkiksi vetyhauraus (hydrogen embrittlement), vetyläikät (hydrogen blistering) tai hitsauksen vety- eli kylmähalkeilu (hydrogen cracking).

Alttiit kohteet: Yleisimmin ferriittiset teräkset. Vetyhauraus aiheuttaa muodonmuutoskyvyn alenemisen. Vetyläikät ja -halkeilu aiheuttavat viivästynyttä halkeilua. Valuissa ja hitseissä metallisulassa ollut vety voi lisäksi aiheuttaa huokosmuodostusta. Vetyhauraus voi syntyä käytönaikaisena kun vedyn lähteinä toimivat esimerkiksi radiolyysi tai korroosiossa vapautuva vety. [N/A, N/A]

A26. Kuluminen (Erosion, Wear, Wastage) – Materiaali irtoaa kuluvalta pinnalta eri mekanismien välityksellä. Tästä seuraa painohäviöitä, mitta- ja muodonmuutoksia ja pinnan laadun heikkenemistä.

Alttiit kohteet: Austeniittiset ja ferriittiset teräkset, Ni-seokset; reaktorin sisäosat, säätösauvakoneistot, höyrystimien lämmönsiirtoputket, putkistot yleensä, venttiilit, pumput jne. [N/A, N/A]

A27. Hankautuminen (Fretting) – Ilmiö tapahtuu kahden toisiaan vastaan puristetun pinnan välissä silloin, kun pinnat värähdellessään pääsevät liikkumaan. Ilmiön seurauksena metalli voi kulua ja siinä voi tapahtua korroosiota tai väsymistä.

Alttiit kohteet: Austeniittiset ja ferriittiset teräkset, Ni-seokset; reaktorin ja höyrystimien sisäosat. [N/A, N/A]

A28. Lommoutuminen (Denting) – Höyrystimen ohutseinämäiset putket lommoutuvat tukilevyjen kohdalta putken ja tukilevyn väliin muodostuvan korroosiotuotekerroksen takia. Ilmiötä edesauttaa, jos tukilevy on hiiliterästä ja sekundaaripuolen vedessä on epäpuhtauksia, esim. klorideja.

Alttiit kohteet: Austeniittiset ruostumattomat teräkset, Ni-seokset; höyrystimien lämmönsiirtoputket. [N/A, N/A]

A29. Viruminen (Creep) – Korkeissa lämpötiloissa ($T > 0,3 \times T_{\text{sulamispiste}} (K)$) vakiojännityksen tai kuormituksen alaisena tapahtuva ajasta riippuva muodonmuutos. Neutronisäteily saattaa kiihdyttää virumista.

Alttiit kohteet: Kaikki metalliset materiaalit; kevytvesireaktoreiden mekaaniset osat toimivat normaalisti lämpötila-alueella, jossa viruminen on vähäistä. Reaktorin sisäosissa olevat pultit saattavat olla alttiita säteilyn kiihdyttämälle virumiselle. Viruminen tulee merkittäväksi sisäosille polttoaineen ylikuumentuuessa. [N/A, N/A]

A30. Voiteluaineiden ja -rasvojen ikääntyminen – Virtaus- tai voiteluominaisuuksien heikkeneminen esim. epäpuhtauksien, hapettumisen, säteilyn, sähkövirran, separoitumisen tai polymeroitumisen takia.

Alttiit kohteet: Laakerit ja voitelua tarvitsevat liuku- ja ohjainpinnat. [N/A, N/A]

A31. Koneperustusten värähtelyt – Koneperustuksista välittyvät värähtelyt aiheuttavat vaurioita (painaumat) kosketuspinnissa.

Alttiit kohteet: Seisovien pumppujen ja moottorien laakerit. [N/A, N/A]

11.1.2 Sähkö- ja automaatiokomponentit

A32. Lämpövanheneminen – Lämpötila aiheuttaa eristemateriaalin sähköisten, kemiallisten ja erityisesti mekaanisten ominaisuuksien heikentymistä kuten haurastumista, esim. adipiinihapon erottuessa polymeerimateriaaleista.

Alttiit kohteet: Eristemateriaalit, läpiviennit ja liittimet. [N/A, N/A]

A33. Sähköinen vanheneminen – Jännite aiheuttaa eristeen läpilyöntilujuuden huononemista. Sähköinen vanheneminen yhdessä lämpövanhenemisen ja osittaispurkausten kanssa saattaa johtaa sähkölujuuden menetykseen.

Alttiit kohteet: Eristemateriaalit. [N/A, N/A]

A34. Mekaanisten ominaisuuksien heikkeneminen – Värähtely, veto, vääntö,

lämpölaajeneminen ja -kutistuminen sekä kytkentä- ja katkaisutapahtumissa esiintyvät ylijännitteet aiheuttavat materiaalin sitkeyden ja lujuuden heikkenemistä.

Alttiit kohteet: Eristemateriaalit, johdinliitokset ja elektroniikan jäähdytyspuhaltimet. [N/A, N/A]

A35. Kosteuden aiheuttama vanheneminen – Suuri suhteellinen kosteus tai ilmasta lauhtunut vesi voi aiheuttaa eristemateriaalin läpilyönnin ja korroosiota. Seurauksena saattaa olla eristeen paisuminen ja vesipuiden muodostuminen.

Alttiit kohteet: Eristemateriaalit, läpiviennit ja liittimet. [N/A, N/A]

A36. Ionisoivan säteilyn aiheuttama vanheneminen (Ageing due to Ionizing Radiation) – Ionisoiva säteily aiheuttaa eristemateriaalien haurastumista ja niiden mekaanisten ominaisuuksien heikentymistä.

Alttiit kohteet: Eristemateriaalit, läpiviennit ja liittimet. [N/A, N/A]

A37. Korroosio – Metallipinnan kemialliset reaktiot aiheuttavat kosketuspinnossa impedanssin kasvua tai katkaisevat virtapiirin.

Alttiit kohteet: Rele- ja katkaisijakontaktorit, liittimien kosketuspinnat, johtimien liitokset. [N/A, N/A]

A38. Kuitukideilmiö (Whisker) – Sinkki-, tina- ja hopeapinnoitteissa tapahtuva ilmiö, jossa syntyy pinnasta poispäin kasvavia erittäin ohuita hiusmaisia metallikiteitä. Whiskerit voivat aiheuttaa oikosulkuja virtapiiriin.

Alttiit kohteet: Sähkökaapit, kaapelikourut, releiden koskettimet. [N/A, N/A]

A39. Metallien diffuusio (Metallic Diffusion) – Virran aiheuttamasta kuumenemisesta johtuva sähköliitoksen materiaalien koostumuksen muutos, joka voi johtaa sähkönjohtavuuden ja/tai mekaanisten ominaisuuksien heikkenemiseen.

Alttiit kohteet: Juotokset sähkö- ja automaatiolaitteissa. [N/A, N/A]

A40. Sähköeroosio –Virtapulssien jatkuva purkautuminen laakerien kautta voi vähitellen kuluttaa laakerien vierintäpintaa ja aiheuttaa laakerivaurioita. Samoin avautuvien koskettimien kipinänti kuluttaa kosketinpintoja.

Alttiit kohteet: Kontaktorien koskettimet, sähkömoottorien ja generaattorien laakerit. [N/A, N/A]

A41. Elektrolyyttikondensaattorien kuivuminen – Kondensaattorin kapasitanssi romahtaa elektrolyytin määrän laskiessa. Voi aiheuttaa myös eristeenä toimivan alumiinioksidikalvon ohenemisen, mikä johtaa läpilyöntiin ja mahdolliseen kondensaattorin räjähtämiseen.

Alttiit kohteet: Elektrolyyttikondensaattorit. [N/A, N/A]

11.1.3 Betonirakenteet

A42. Yleinen korroosio (General Corrosion) – Ks. Mekaaniset komponentit, A15.

Alttiit kohteet: Jänneteräkset, ankkuripultit, teräsvuoraus; hiili- ja ferriittiset niukkaseosteiset teräkset. [N/A, N/A]

A43. Pistekorrosio (Pitting) – Ks. Mekaaniset komponentit, A11.

Alttiit kohteet: Jänneteräkset, ankkuripultit, teräsvuoraus; hiili- ja niukkaseosteiset ferriittiset teräkset. [N/A, N/A]

A44. Vetyhauraus (Hydrogen embrittlement stress cracking, HESC) – Happamien vesiliuosten, kloridien, sulfiittien tai sähkövirtojen kiihdyttämästä korroosiosta vapautuu katodisesti vetyä, joka aiheuttaa teräksen vetyhaurautta. Teräksen jatkuva vetorasitus aiheuttaa säröilyä.

Alttiit kohteet: Kylmävedetyt jänneteräkset, ankkuripultit. Korroosio edellyttää rakenteen kosteutta. Betonin sideaine sisältää sulfiitteja, teräkseen vaikuttaa kemiallinen rasitus klorideista, ammoniumyhdisteistä tai sulfiiteista. Galvanismi tai sähköiset hajavirrat kiihdyttävät korroosiota. Betonirakenteessa teräksiä suojaava oksidikerros on vaurioitunut jonkin muun vauriomekanismin seurauksena tai rakennusaikainen sääsuojaus on riittämätöntä ennen jänteiden injektointia. [N/A, N/A]

A45. Jäätymis-sulamisrasitus (Freeze-thaw Deterioration) – Betonin kapillaarihuokosissa oleva vesi laajenee jäätyessään. Syntynyt paine rapauttaa betonin pintaa.

Alttiit kohteet: Ulkotilojen betonirakenteet, joiden suojahuokosien, halkaisija 0,01–0,8 mm, suhde muihin huokosiin on pieni. [N/A, N/A]

A46. Karbonatisoituminen (Carbonation of Concrete) – Kemiallisessa reaktiossa veteen liennut hiilidioksidi reagoi betonin alkalisten hydroksidien kanssa, jolloin betonin emäksisyys vähenee.

Karbonatisoitumisnopeus riippuu betonin tiiveydestä, sementtimäärästä ja betonin suhteellisesta kosteudesta.

Terästen korroosio alkaa, kun betonin emäksisyys pienenee betoniterästen ympärillä riittävän alhaiseksi, $\text{pH} < 9$.

Alttiit kohteet: Betonirakenteet kosteissa olosuhteissa $40 \% < \text{RH} < 90 \%$. [N/A, N/A]

A47. Kloridien tunkeutuminen (Chloride Attack on Concrete) – Kloridi-ionien tunkeutuminen betoniin aiheuttaa korroosiota, vaikka betonin pH olisi korkeakin. Kloridien vaikutuksesta korroosiolta suojaava oksidikalvo rikkoontuu ja teräksen korroosio alkaa.

Alttiit kohteet: Betonissa käytetyt runkoaineet, sideaine ja vesi ovat voineet sisältää klorideja haitallisia määriä, tai klorideja tunkeutuu vesiliuoksena betoniin ympäristöstä huokosten kautta

diffuusiona tai suoraan betonin halkeamien kautta (merivesi, tiesuolaus, kemikaalit). [N/A, N/A]

A48. Myöhästynyt ettringiitin muodostuminen (Delayed Ettringite Formation, DEF) – Jos betonin kovettumisvaiheen lämpötila on suuri, häiriintyy betonin hydrataatio ja huokosrakenteeseen kiteytyy kovettumisen jälkeen ettringiittiä, joka aiheuttaa tilavuuden kasvua. Seurauksena on betonin halkeilua ja rapautumista. Huokosrakenteen täyttyminen heikentää lisäksi pakkasrasituskestävyyttä.

Alttiit kohteet: Lämpökäsitellyt betonivalmisosat ja massiiviset betonirakenteet, joiden sitoutumisen aikainen lämpötila on yli 70 °C. Sementti sisältää trikalsiumaluminaattia. [N/A, N/A]

A49. Sulfaattirasitus (Sulfate attack on concrete) – Ulkoisesta lähteestä peräisin olevat sulfaatti-ionit reagoivat sementin hydrataatiotuotteiden kanssa muodostaen paisuvia yhdisteitä mm. ettringiittiä. Paisumisen aiheuttama halkeilu helpottaa edelleen sulfaattien tunkeutumista betoniin, ja rakenne voi hajota kokonaan. Sulfaattirasituksessa voi muodostua myös thaumasiittia (thaumasite form on sulfate attack, TSA), joka paisuttaa ja heikentää betonin lujuutta.

Alttiit kohteet: Betonin altistuessa sulfaatteja sisältävälle (SO₄²⁻ > 200 mg/l) liikkuvalla vedelle (pohjavesi, viemärivesi). Betonin sideaine sisältää kalsiumhydroksidia ja kalsiumaluminaatteja. [N/A, N/A]

A50. Alkalikiviainesreaktio (Alkali-Aggregate Reaction, AAR) – Jotkin runkoaineen piidioksidit liukenevat betonin alkalisessa ympäristössä, ja kemiallisissa reaktioissa huokosveden alkalien (Na⁺ ja K⁺) ja hydroksyyli-ionien kanssa muodostuu hygroskooppista alkaligeeliä. Tämä aiheuttaa paisumista ja niiden seurauksena halkeilua.

Kolme erilaista alkalikiviainesreaktiota on tunnistettu: alkalipiidioksidireaktio, alkalisilikaattireaktio ja alkalikarbonaattireaktio.

Alttiit kohteet: AAR:ta esiintyy, kun betonin runkoaine sisältää tiettytyyppeisiä amorfisia tai heikosti kiteytyneitä piidioksidin muotoja (opaali, kalsedoni, limsiö ja osa deformatuneista kvartseista) tai piidioksidin ja silikaattimineraalien sekafaaseja (joita voi esiintyä esimerkiksi graniiteissa, liuskeissa ja grauvakassa). [N/A, N/A]

A51. Pehmeän veden liuottava vaikutus (Demineralised Water on Concrete) – Pehmeä vesi liuottaa sementtikiven kalsiumhydroksidia tehokkaasti. Betonin vesitiivyyden ollessa heikko suuren vesi-sementtisuhteen tai halkeilun takia vesi kulkeutuu betonin sisään ja liuottaa sementtikiven kalsiumhydroksidia. Betonin lujuus alenee ja tiiveys heikkenee.

Alttiit kohteet: Betonirakenteet, jotka joutuvat kosketuksiin pehmeän veden (kovuus ≤ 3 °dH) kanssa. [N/A, N/A]

A52. Alhaisen pH:n liuottava vaikutus (Acid Attack on Concrete) – Liuokset, joilla on alhainen pH, liuottavat sementtikiveä. Happamia liuoksia esiintyy luonnossa, tai niitä joutuu käytön aikana betonipinnoille.

Alttiit kohteet: Happamille liuoksille (pH < 6,5) altistuvat betonipinnat laitoksen sisätiloissa, perustukset, altaat. [N/A, N/A]

A53. Kemiallinen räsitus (chemical attack) – Useat kemialliset aineet ovat haitallisia betonille, kuten magnesiumsulfaatti, magnesiumkloridi ja ammoniumsulfaatti. Ne vaikuttavat sementtiseideaineeseen muuttamalla sen fysikaalisia ominaisuuksia.

Alttiit kohteet: Maanalaiset betonirakenteet, kun pohjavesi sisältää liuenneita kemiallisia aineita (ammonium NH₄⁺ > 15 mg/l, magnesium Mg²⁺ > 300 mg/l, aggressiivinen CO₂ > 15 mg/l). [N/A, N/A]

A54. Biologiset organismit – Biologinen vaikutus voi syntyä suoraan organismin tunkeutuessa rakenteeseen, tai organismin biologisen prosessin tuotteena syntyy rakennetta vahingoittavia kemikaaleja, kuten sulfaatteja.

Alttiit kohteet: Merivesirakenteet, altaat, kosteat olosuhteet. [N/A, N/A]

A55. Rakenteen pakkovoimat (Restraint Forces) – Pakkovoimia aiheuttavat lämpöliikkeet, kosteuden muutokset ja betonin kutistuminen. Lämpöliikkeitä voi syntyä betonin sitoutumisen tai käytön aikana. Jos liike on estetty ja rakenne ei kykene vastaanottamaan syntynyttä jännitystä, rakenne voi vaurioitua tai halkeilla.

Alttiit kohteet: Betonirakenteet, joissa ei ole otettu huomioon pakkovoimia. [N/A, N/A]

A56. Sähköiset hajavirrat (Stray Current Corrosion) – Sähköisten hajavirtojen aiheuttama korroosionopeuden lisäys.

Alttiit kohteet: Maanalaiset betonirakenteet ja metalliputket, jotka altistuvat sähköisille hajavirroille (sähkölinjat, katodinen suojaus viereisissä rakenteissa). [N/A, N/A]

A57. Eroosio (Erosion) – Virtaavan veden aiheuttaman kulumisen, eroosion, voimakkuus riippuu mm. veden sisältämien kuluttavien hiukkasten määrästä.

Alttiit kohteet: Rakenteet, jotka altistuvat virtaavan veden vaikutukselle. [N/A, N/A]

A58. Korkea lämpötila (High Temperature) – Korkean lämpötilan vaikutuksesta sementtikivessä oleva vesi höyrystyy. Tämä heikentää betonin lujuusominaisuuksia. Korkeammassa lämpötiloissa kalsiumhydroksidi hajoaa ja runkoaineeseen tulee muutoksia. Tilavuuden muutos aiheuttaa sisäistä jännitystä ja rakenteen lohkeilua. Betonin pinta rapautuu ja aiheuttaa riskin lisävaurioihin.

Alttiit kohteet: Tulipalon tai korkean lämpötilan, > 90 °C, aiheuttamat vauriot betonirakenteille. [N/A, N/A]

A59. Ionisoiva säteily – Ionisoiva säteily aiheuttaa lujuuden menetystä ja tilavuuden kasvua. Lujuuden menetys voi johtua muutoksista rakenteessa tai säteilyn lämmittävästä vaikutuksesta. Alttiit kohteet: Reaktoripaineastian viereiset säteilysuoja-rakenteet, biologiset suojat. [N/A, N/A]

A60. Relaksaatio (Relaxation) – Relaksaatiossa jänneteräksen jännitys pienenee, kun venymä pysyy vakiona (ks. jännityksen relaksaatio; mekaaniset komponentit).

Alttiit kohteet: Jänneteräkset. [N/A, N/A]

A61. Viruminen (Creep) – Virumisessa betonin jännitystilasta johtuva muodonmuutos etenee alkutilan jälkeen ajan funktiona. Virumasta johtuva muodonmuutos ei ole palautuva.

Alttiit kohteet: Betonirakenteet, joiden jännitystila ja käyttölämpötila ovat korkeat. [N/A, N/A]

A62. Kutistuminen (Shrinkage) – Betoni kutistuu kuivuessaan ja laajenee vastaavasti kosteuden lisääntyessä. Sitoutumisen aikainen kutistuminen ei ole palautuvaa.

Alttiit kohteet: Kaikki betonirakenteet. [N/A, N/A]

11.2 Teknologinen ikääntyminen

A63. Kansalliset ja kansainväliset säädökset – Laitososat eivät vastaa uusissa kansallisissa tai kansainvälisissä säädöksissä niille asetettuja vaatimuksia. Poikkeamat voivat liittyä esim. laitososien suunnittelun perusteena oleviin vaatimuksiin, kelpoistukseen, turvallisuuskysymyksiin ja/tai rinnakkaisuuteen tai erilaisuuteen. [N/A, N/A]

A64. Standardit – Laitososat eivät vastaa niitä standardipäivityksiä tai uusia standardeja, joita käytetään viitteinä laitososien suunnittelua, valmistusta ja materiaaleja koskevissa vaatimuksissa. [N/A, N/A]

A65. Laitetekniikka – Laitososat eivät edusta vallitsevaa teknistä kehitystasoa. Saataville voi tulla sellaista kelpoistettua tekniikkaa, joka oleellisesti parantaa ydinlaitoksen turvallisuutta. [N/A, N/A]

A66. Kunnonvalvonta- ja kunnossapitotekniikka – Laitososien kunnonvalvonta tai kunnossapito ei edusta vallitsevaa teknistä kehitystasoa. Saataville voi tulla uusia menetelmiä, jotka oleellisesti tehostavat laitososien kunnonvalvontaa tai kunnossapitoa. [N/A, N/A]

A67. Tekninen tuki – Laitososan tekninen tuki päättyy valmistajan tai toimittajan lopettaessa toimintansa. [N/A, N/A]

A68. Varaosien saatavuus – Varaosien saatavuus päättyy laitteen valmistajan tai muiden

varaosavalmistajien lopettaessa toimintansa. [N/A, N/A]

12 Viitteet

1. Ydinenergialaki (990/1987). [N/A, N/A]
2. Ydinenergia-asetus (161/1988). [N/A, N/A]
3. Säteilyturvakeskuksen määräys ydinvoimalaitoksen turvallisuudesta (STUK Y/1/2018).Muutos säädösviittaukseen, N/A [Muutos säädösviittaukseen, N/A]
4. Säteilyturvakeskuksen määräys ydinjätteiden loppusijoituksen turvallisuudesta (STUK Y/4/2018).Muutos säädösviittaukseen, N/A [Muutos säädösviittaukseen, N/A]
5. Ageing Management for Nuclear Power Plants, IAEA, Safety Guide No. NS-G-2.12. [N/A, N/A]
6. WENRA Reactor Safety Reference Levels, Issue I: Ageing Management, Issue K: Maintenance, Inservice Inspections and Functional Testing [N/A, N/A]

Määritelmät

Aikarajoitteinen kelpoistaminen tai analyysi

Aikarajoitteisella kelpoistamisella tai analyysillä tarkoitetaan testausta tai laskennallista analyysiä, jolla osoitetaan käyttöolosuhteidensa rasittaman laitoksen käyttökuntoisuusaika, kun käyttökuntoisuuden säilyminen on ajallisesti rajoitettu laitoksen eheyden tai toimintakyvyn heikketessä suhteessa rasitusajaan. [Uusi nimike, IAEA:n ohjeistossa käytetään vastaavaa määritelmää Time Limited Ageing Analysis (TLAA).]

Fyysinen ikääntyminen (physical degrading)

Fyysisellä ikääntymisellä (physical degrading) tarkoitetaan rakenteellisten tai toiminnallisten ominaisuuksien heikkenemistä käytössä tai ajan mukana fyysikaalisten, kemiallisten ja/tai biologisten mekanismien takia. Fyysinen ikääntyminen voi johtaa laitoksen käyttökuntoisuuden menetykseen. [N/A, N/A]

Ikääntyminen (ageing)

Ikääntymisellä (ageing) tarkoitetaan sekä fyysistä että teknologista ikääntymistä, jota voi tapahtua ydinlaitoksen laitoksissa. [N/A, N/A]

Ikääntymisen hallinta (ageing management)

Ikääntymisen hallinnalla tarkoitetaan laitosten käyttökuntoisuuden ja teknologisen vaatimuksenmukaisuuden varmistamista ydinvoimalaitoksen käyttöajan ajan. [N/A, N/A]

Ikääntymisen hallintaohjelma (ageing management programme)

Ikääntymisen hallintaohjelmalla tarkoitetaan niitä luvanhaltijan määrittelemiä toimintoja ja tehtäviä, joilla luvanhaltija toteuttaa ydinlaitoksen ikääntymisen hallinnan. [N/A, N/A]

Kelpoistus (qualification (systems and components))

Kelpoistuksella tarkoitetaan prosessia, jonka perusteella osoitetaan kyky täyttää määritellyt vaatimukset (vastaa ISO 9000:n päteväntiprosessia). [N/A, N/A]

Korjaus (repair)

Korjauksella tarkoitetaan ohjeissa A.8 ja E.11 vikaantuneen laitoksen käyttökuntoisuuden palauttamista. [N/A, N/A]

Kunnonvalvonta (condition monitoring)

Kunnonvalvonnalla tarkoitetaan laitoksen käyttökuntoisuuden valvontaa. [N/A, N/A]

Kunnossapito (maintenance)

Kunnossapidolla tarkoitetaan laitoksen suunniteltua huoltoa, jolla vikaantumisen todennäköisyyttä vähennetään ennalta, tai havaittuun tarpeeseen perustuvaa laitoksen kunnostusta tai korjausta. [N/A, N/A]

Kunnostus (overhaul)

Kunnostuksella tarkoitetaan havaittujen poikkeamien tai puutteiden poistamista laitoksen rakenteesta tai toiminnassa laitoksen vielä täyttäessä käyttökuntauisuudelle asetetut vaatimukset. [N/A, N/A]

Käyttöikä (service life)

Käyttöiällä tarkoitetaan sitä aikaa, joka alkaa käyttökuntauisuusvaatimukset täyttävän laitoksen käyttöönotosta ja joka päättyy, kun heikentynyttä käyttökuntauisuutta ei enää palauteta vaatimuksen mukaiseksi. [Selkeytys ja pieni muutos, Määritelmän selkeytys ja kielellinen parannus.]

Käyttökuntauisuus (operability)

Käyttökuntauisuudella tarkoitetaan laitoksen eheyttä ja toimintakykyä laitoksen suunnitteluperusteiden mukaisesti. [N/A, N/A]

Laitososa (systems, structures and components (SSC))

Laitososalla tarkoitetaan ydinlaitoksen turvallisuuden kannalta tärkeää mekaanista, sähköteknistä, automaatioteknistä tai rakennusteknistä järjestelmää, rakennetta ja laitetta (Systems, Structures and Components), joka kuuluu joko turvallisuusluokkaan 1, 2 tai 3 tai luokkaan EYT/STUK. [N/A, N/A]

Muutostyö (modification)

Muutostyöllä tarkoitetaan järjestelmän, rakenteen tai laitteen muuttamista siten, että se ei enää vastaa aikaisempia suunnitelmia. [N/A, N/A]

Teknologinen ikääntyminen (obsolescence)

Teknologisella ikääntymisellä (obsolescence) tarkoitetaan sitä, että laitososa ei vastaa uusia turvallisuusvaatimuksia tai laitososa ei edusta vallitsevaa teknistä kehitystä turvallisuuden varmistamisessa. Teknisen tuen tai varaosien puute katsotaan myös laitoksen teknologiseksi ikääntymiseksi. [Selkeytys ja pieni muutos, Muutettu: voimaantulleita -> uusia]

Varaosa

Varaosalla tarkoitetaan varalla pidettävää laitososaan kuuluvaa osaa, jolla laitoksen heikentynyt tai menetetty käyttökuntauisuus voidaan palauttaa vaatimuksen mukaiseksi. [Uusi

nimike, Päätetty lisätä määritelmiin SYLVI-ohjausryhmässä 31.12.2014]

Vika, vikaantuminen (fault, failure)

Vialla tai vikaantumisella tarkoitetaan ohjeessa A.8 sitä, että laitososa ei enää täytä käyttökuntauisuudelle asetettuja vaatimuksia. [N/A, N/A]