

OHJE YVL A.8

YDINLAITOKSEN IKÄÄNTYMISEN HALLINTA

1	Johdanto	3
2	Soveltamisala	6
3	Yleiset vaatimukset	7
4	Suunnittelu ja hankinnat	9
5	Valmistus	11
6	Käyttö	12
7	Kunnonvalvonta ja kunnossapito	13
7.1	Kunnonvalvonta	13
7.2	Kunnossapito	14
7.3	Ohjelmat ja ohjeet	15
7.4	Varaosat	16
8	Muutostyöt	17
9	Toimitettavat asiakirjat	18
9.1	Ikääntymisen hallinnan periaatesuunnitelma	18
9.2	Ikääntymisen hallintaohjelma	18
9.3	Ikääntymisen seurantaraportti	19
10	Säteilyturvakeskuksen valvontamenettelyt	20
11	LIITE A Tyypillisiä ikääntymismekanismeja	21
11.1	Fyysinen ikääntyminen	21
11.1.1	Mekaaniset komponentit	21
11.1.2	Sähkö- ja automaatiokomponentit	26
11.1.3	Betonirakenteet	27
11.2	Teknologinen ikääntyminen	31
12	Viitteet	32

Määritelmät

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 01.03.2019 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. [2019-02-15]

102. Tämän ohjeen oikeusperustana ovat seuraavat säädökset:

Ydinenergialaki (990/1987) [1]:

7 a §: 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.

7 f §: 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 (161/1988) [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.

Ydinlaitoksen käytön valvonta kohdistuu myös ydinlaitoksen järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden huoltoon, korjauksiin, tarkastuksiin ja testauksiin.

Säteilyturvakeskuksen määräys ydinvoimalaitoksen turvallisuudesta (STUK Y/1/2018) [3]:

5 §: Ikääntymisen hallinta

1. Ydinlaitoksen suunnittelussa, rakentamisessa, käytössä, kunnonvalvonnassa ja kunnossapidossa on varauduttava turvallisuuden kannalta tärkeiden järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden ikääntymiseen sen varmistamiseksi, että ne täyttävät laitoksen käyttöiän ja

käytöstäpoiston 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.

19 §: Käyttöönoton turvallisuus

1. Ydinlaitoksen tai sen muutosten käyttöönoton yhteydessä luvanhaltijan on varmistettava, että järjestelmät, rakenteet ja laitteet sekä ydinlaitos kokonaisuudessaan toimivat suunnitellulla tavalla. Ydinlaitoksen tai sen muutosten käyttöönoton menettelyt on suunniteltava ja ohjeistettava.

20 §: Käyttötoiminnan turvallisuus

2a. Ydinlaitoksen ohjauksessa ja valvonnassa on käytettävä kirjallisia ohjeita, jotka vastaavat ydinlaitoksen kulloistakin rakennetta ja laitoksen käyttötilaa. Laitteiden huoltoa ja korjauksia varten on annettava kirjalliset määräykset ja niihin liitetyt ohjeet.

5. Ydinlaitoksen käyttöluvan haltijan on huolehdittava siitä, että ydinlaitoksen muutokset suunnitellaan ja toteutetaan turvallisuusvaatimusten mukaisesti noudattaen hyväksytyjä suunnitelmia ja menettelyjä.

23 §: Kunnonvalvonta ja kunnossapito laitoksen turvallisuuden varmistamiseksi

1. Ydinlaitoksen 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 käyttöajan ajan.

Säteilyturvakeskuksen määräys ydinjätteiden loppusijoituksen turvallisuudesta (STUK Y/4/2018) [4]:

23 §: Ydinlaitoksen käyttöönoton turvallisuus

1. Ydinlaitoksen tai sen muutosten käyttöönoton yhteydessä luvanhaltijan on varmistettava, että järjestelmät, rakenteet ja laitteet sekä laitos kokonaisuudessaan toimivat suunnitellulla tavalla ja että loppusijoitusjärjestelmä on toteutettavissa. Ydinlaitoksen tai sen muutosten käyttöönoton

menettelyt on suunniteltava ja ohjeistettava.

24 §: Käyttötoiminnan turvallisuus

2. Ydinlaitoksen ohjauksessa ja valvonnassa on käytettävä kirjallisia ohjeita, jotka vastaavat laitoksen kulloistakin rakennetta ja tilaa. Laitteiden huoltoa ja korjauksia varten on annettava kirjalliset määräykset ja ohjeet.

5. Ydinlaitoksen käyttöluvan haltijan on huolehdittava siitä, että ydinlaitoksen muutokset suunnitellaan ja toteutetaan turvallisuusvaatimusten mukaisesti noudattaen hyväksytyjä suunnitelmia ja menettelyjä.

27 §: Kunnonvalvonta ja kunnossapito laitoksen turvallisuuden varmistamiseksi

1. Ydinlaitoksen käytön 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. 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. [2019-02-15]

103. Ohjeen vaatimusperustana ovat kansainväliset vaatimustasot [5] ja [6]. [2013-11-15]

2 Soveltamisala

201. Tässä ohjeessa esitetään 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. [2019-02-15]

202. Ohjetta sovelletaan kaikkiin ydinlaitoksiin kaikissa elinkaaren vaiheissa siten, kuin näiden laitosten ydin- ja säteilyturvallisuuden kannalta tärkeiden järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden käyttökuntauisuuden varmistaminen edellyttää. [2013-11-15]

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 Turvallisuuden johtaminen ydinalalla
- 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 Ydinainneiden ja ydinjätteiden kuljetus
- YVL D.3 Ydinpolttoaineen käsittely ja varastointi
- YVL D.5 Ydinjätteiden loppusijoitus
- YVL E-sarja, Ydinlaitoksen rakenteet ja laitteet.

[2019-02-15]

3 Yleiset vaatimukset

301. Luvanhaltijan on kuvattava ikääntymisen hallinta osana ydinlaitoksen johtamisjärjestelmää. [2013-11-15]

302. Luvanhaltijan on määriteltävä ydinlaitoksen ikääntymisen hallintaohjelma, joka sisältää toiminnot, tehtävät ja vastuut ydinlaitoksen turvallisuuteen liittyvien laitososien (myöhemmin laitososien, kts. määritelmä) käyttökuntauisuuden ja teknologisen vaatimuksen mukaisuuden varmistamiseksi niiden käyttöiän ajan. [2013-11-15]

303. Luvanhaltijan on kohdennettava ydinlaitoksen ikääntymisen hallinta kaikkiin laitososiin. [2013-11-15]

304. Luvanhaltijalla on oltava menettelyt tunnistaa laitososien käyttökuntauisuutta heikentävät ikääntymismekanismiit. Ikääntymismekanismien tunnistamisessa on hyödynnettävä tarkastuksia, koestuksia ja tutkimustietoa sekä kokemuksia omien ja muiden ydinlaitosten käytöstä ja kunnossapidosta. Tyypillisiä ydinlaitoksella esiintyviä ikääntymismekanismieja esitetään liitteessä A. [2019-02-15]

305. Laitososien yksilölliseen ikääntymiseen on varauduttava. Moninkertaisuusperiaatteella toteutettuun järjestelmään kuuluvan osajärjestelmän käyttökuntauisuus on varmistettava itsenäisesti ja riippumattomasti muista osajärjestelmistä. [2013-11-15]

306. Ydinlaitoksen fyysistä ikääntymistä on hallittava laitososien ikääntymistä hidastavilla tai ikääntymisen valvontaa tehostavilla suunnitteluratkaisuilla, valvomalla ja ylläpitämällä laitososien käyttökuntauisuutta sekä välttämällä tarpeettomia rasituksia aiheuttavia käyttötapoja ja -olosuhteita. [2019-02-15]

307. Ydinlaitoksen teknologista ikääntymistä on hallittava arvioimalla säännöllisesti laitososien vaatimuksen mukaisuutta, varaosien ja teknisen tuen saatavuutta sekä vastaavuutta vallitsevaan kehitystasoon. [2019-02-15]

308. Luvanhaltijalla on oltava organisaatiossaan ydinlaitoksen laitososien ikääntymisen hallintaa varten eri tekniikka-aloilta vastuuhenkilöt, joiden tehtävät ja keskinäinen työnjako on määriteltä. Vastuuhenkilöiden on oltava perehtyneitä vastuualueensa ikääntymismekanismieihin ja tunnettava keinot niiden aiheuttamien haitallisten vaikutusten vähentämiseksi. [2019-02-15]

309. Luvanhaltijalla on oltava dokumentoidut menettelyt, joilla se henkilöstömuutoksissa varmistaa, että työtehtävissä tarvittavat tiedot ja osaaminen välittyvät aihepiiristä jatkossa vastaavalle henkilölle. [2019-02-15]

310. Luvanhaltijan on säännöllisesti arvioitava ikääntymisen hallintaohjelman kattavuutta ja vaikuttavuutta. Ikääntymisen hallinnan kehittämiseen on erityisesti panostettava, jos laitosten kunnostustarpeiden tai vikaantumistiheyksien havaitaan kasvavan. [2019-02-15]

311. Luvanhaltijan on seurattava suunnitteluratkaisujen, valmistustekniikkojen sekä kunnonvalvonta- ja kunnossapitomenetelmien kehitystä laitosten ikääntymisen hallinnan parantamiseksi. Vaatimus koskee myös uudistuvia säännöksiä ja standardeja. [2013-11-15]

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. [2019-02-15]

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. [2013-11-15]

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

- a. Laitososille on valittava sellaiset materiaalit, joiden tiedetään kestävän suunnitteluperusteisten käyttötilanteiden ja ympäristöolosuhteiden aiheuttamia 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 aineita rikkomattomille aineenkoetuksille, joilla voidaan määräjain varmistua laitososan eheydestä.
- d. Laitososan toimintakyvyn on oltava todennettavissa. Laitososalla on oltava valmiudet (mittaukset, prosessikytkennät, testilaitteisto) sellaisille koetuksille, 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 edellytykset (huoltoystävällinen rakenne, tilavaraukset) esteettömään ennakkohuoltoon ja muihin kunnossapitotoihin. [2019-02-15]

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. [2013-11-15]

404. Laitososan suunnitteluratkaisut on kelpoistettava käyttökokemuksilla, analyysillä tai testeillä. Jos laitososan vaatimuksenmukaisuutta ei voida muilla tavoin luotettavasti varmistaa, kelpoistaminen on tehtävä kokeellisesti. [2019-02-15]

404a. Laitososan kelpoistaminen on uusittava määrävälein, jos käytönaikaisella kunnonvalvonnalla ei saada riittävää tietoa laitososan käyttökuntoisuuden kuten väsymis- tai maanjäristyskestävyyden säilymisestä. [2019-02-15]

405. Luvanhaltijalla on oltava teknisesti perusteltu käyttöikäarviot sellaisille laitososille, joille tunnustetaan käyttöikä rajoittavia ikääntymismekanismia. Käyttöikäarviota voidaan tarvittaessa pidentää, jos laitososan käyttökuntoisuuden säilyminen alkuperäistä arviota pidemmälle voidaan osoittaa, ja sitä on lyhennettävä, jos laitososan ikääntyminen havaitaan oletettua nopeammaksi. Lujuusanalyysiin perustuvia menettelyitä käyttöikäarvioiden suorittamiseksi käsitellään ohjeessa YVL E.4. [2019-02-15]

406. Luvanhaltijan on huolehdittava laitososan hankinnassa siitä, että toimitus sisältää tarvittavassa laajuudessa laitososan käyttö-, kunnonvalvonta- ja kunnossapito-ohjeet, varaosa- ja tarvikesuositukset, tiedot varastointi- ja käyttöikärajoituksista sekä koulutuksen ja teknisen tuen. [2019-02-15]

407. Ydinlaitoksen suunnitteluratkaisujen on oltava sellaisia, että laitososien kunnonvalvonta- ja kunnossapitotehtävät eivät aiheuta tarpeetonta säteily- tai työturvallisuusriskiä henkilökunnalle. Vaihdeavaksi suunniteltujen laitososien vaihtotyö on ennakoitava tilaratkaisuissa niin, että tarvittavat nostot ja siirrot voidaan toteuttaa turvallisesti. [2019-02-15]

408. Luvanhaltijan on määriteltävä suunnittelu- ja hankintaohjeistossaan vaatimukset laitososien ikääntymisen hallintaa varten. [2013-11-15]

5 Valmistus

501. Laitososan valmistuksessa ja valmistuksen aikaisissa korjauksissa on käytettävä sellaisia valmistusmenetelmiä, jotka eivät edistä haitallisten ikääntymismekanismien syntyä tai etenemistä. [2019-02-15]

502. Valmistuksenaikaisilla 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 laitososan turvallisuusmerkitykseen. [2019-02-15]

503. Luvanhaltijan on huolehdittava siitä, että laitososasta tallennetaan ennen käyttöä vertailukohdat niistä tiedoista, joita seurataan käytön aikana valvottaessa laitososan eheyttä tai toimintakykyä. Vertailukohdat tarvitaan tyypillisesti painelaitteiden ainetta rikkomattomille tarkastuksille, putkistojen seinämänpaksuusmittauksille ja pyörivien koneiden värähtelyille. Valokuvia voidaan käyttää niille tarkastuskohteille, joille tehdään silmämääräisiä tarkastuksia. [2019-02-15]

504. Luvanhaltijan on kerättävä ja taltioitava mahdollisia myöhempiä tarpeita varten (materiaalitestaus, korjausmenetelmän pätevänti) materiaalinäytteet vähintään niistä laitososista, joita ei ole suunniteltu vaihdettavaksi ydinlaitoksen käyttöiän aikana. [2019-02-15]

505. Luvanhaltijan on huolehdittava siitä, että kuljetukset, varastointi ja asennus eivät vaaranna laitososan käyttökuntoisuutta eivätkä edistä haitallisten ikääntymismekanismien kehittymistä. [2019-02-15]

6 Käyttö

601. Laitososan käyttö- ja ympäristöolosuhteita on valvottava ja kuormitukset pidettävä laitososan suunnitteluperusteiden rajoissa. [2019-02-15]

602. Omien ja muiden ydinlaitosten käyttökokemuksia hyödyntämällä on arvioitava ja tarvittaessa otettava käyttöön sellaisia ydinlaitoksen käyttötapoja, joilla voidaan hidastaa ikääntymismekanismien syntyä tai etenemistä laitososissa. [2019-02-15]

603. Luvanhaltijan on ohjeistettava ja koulutettava käyttöhenkilökunta käyttämään ydinlaitosta tavoilla, joilla vältetään laitososien tarpeettomia rasituksia kuten nopeita tai usein toistuvia paine- ja lämpötilamuutoksia. [2019-02-15]

604. Jos havaitaan, että laitososaa on rasitettu suunnitteluperusteet ylittävillä kuormituksilla tai laitososan käyttökuntoisuus on jostakin muusta syystä saattanut vaarantua, laitososan jatkokäytön edellytykset on varmistettava tarkastuksilla, testeillä, laskennallisilla analyyseillä tai muilla selvityksillä. [2019-02-15]

605. Jos laitososan heikentynyt tai menetetty käyttökuntoisuus ei ole palautettavissa vaatimuksenmukaiseksi, laitososa on vaihdettava suunnitteluperusteiset vaatimukset täyttäväksi niin pian kuin vaihto on käytännössä mahdollista. Luvanhaltijalla on oltava dokumentoitu menettely, jolla se varmistaa, ettei tällaista laitososaa oteta uudelleen käyttöön. [2019-02-15]

606. Luvanhaltijan on valvottava laitososien aikarajoitteisten kelpoistuksien tai analyysien voimassaolon säilymistä. Uusi kelpoistus tai analyysi on tehtävä ennen vanhenevan kelpoistuksen tai analyysin voimassaolon päättymistä. [2019-02-15]

7 Kunnonvalvonta ja kunnossapito

7.1 Kunnonvalvonta

701. Luvanhaltijan on valvottava ydinlaitoksen laitososia niin, että sillä on aina luotettava ja ajantasainen tieto laitososien käyttökuntoisuudesta. Käytössä olevan tai valmiustilassa pidettävän laitososan kunnostustarve ja vika on kyettävä havaitsemaan ennen kuin laitososan käyttökuntoisuuden heikentyminen aiheuttaa riskiä ydinturvallisuudelle. Kunnonvalvonta voi perustua silmämääräisiin tarkastuksiin, rikkomattomaan aineenkoetukseen, toimintakokeisiin ja paine- ja vuototesteihin tai muihin sellaisiin toimiin, joilla saadaan suoraa tietoa laitososan käyttökuntoisuudesta. Kunnonvalvonnaksi katsotaan myös sellaiset mittaukset ja näytteet, joilla saadaan välillistä tietoa laitososan käyttökuntoisuudesta tai tietoa käyttökuntoisuuteen vaikuttavista olosuhteista (esim. kuormituskertymät, vesikemian parametrit tai käyttöolosuhteisiin sijoitetut materiaalinäytteet). [2019-02-15]

702. Laitososan kunnonvalvonnan kattavuuden, käytettyjen menetelmien, valvontavälien, resursoinnin, hyväksymisrajojen ja muiden kunnonvalvonnan vaikuttavuuteen liittyvien tekijöiden on oltava oikeassa suhteessa valvottavan laitososan turvallisuusmerkitykseen, jonka arvioinnissa on hyödynnettävä todennäköisyysperusteista riskianalyysiä. On varauduttava tunnistamaan myös sellaista ikääntymistä ja havaitsemaan sellaisia vikatyyppejä, joita ei voi ennalta olettaa aiempien käyttökokemusten perusteella. [2019-02-15]

703. Laitososien kunnonvalvonnassa on noudatettava E-sarjan YVL-ohjeissa esitettyjä vaatimuksia laitekohtaisesta laajuudesta sekä painelaitteiden määräaikaistarkastuksista. [2013-11-15]

704. Laitososan 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. [2019-02-15]

705. Luvanhaltijan on tallennettava keskeiset kunnonvalvontatiedot sekä seurattava niiden kehityssuuntaa laitososien käyttöönotosta lähtien. Jos näissä tiedoissa havaitaan muutoksia, niiden merkitys laitososan käyttökuntoisuudelle ja odotettavalle käyttöiälle on selvitettävä. [2019-02-15]

706. Luvanhaltijan on seurattava tärkeimpiin painelaitteisiin väsyttäviä kuormituksia aiheuttavia käyttötilanteita ja -tapahtumia. Kuormitusseurannan tuloksia on käytettävä painelaitteiden ikääntymisarvioissa, joissa toteutuneita rasituskertymiä verrataan laitososan

suunnitteluperusteina oleviin kuormituksiin. Tarkempia vaatimuksia esitetään ohjeessa YVL E.4. [2013-11-15]

706a. Suojarakennuksen sisäpuolisten kaapelien käyttökuntauisuuden selvittämiseksi on turvallisuusluokiteltujen sähkö- ja automaatiolaitteiden kaapelityypeille tehtävä vähintään joka viides vuosi mekaanisia ja sähköisiä tarkastuksia. [2019-02-15]

707. Kunnonvalvonnassa käytettävät mittaus- ja analyysilaitteet on määrävälein kalibroitava. Kalibroinnin voimassaolon on oltava todennettavissa laitekohtaisista kalibrointitodistuksista. [2019-02-15]

7.2 Kunnossapito

708. Luvanhaltijan on huolehdittava siitä, että käytössä tai käyttövalmiudessa oleva laitososa täyttää käyttökuntauisuusvaatimukset normaaleissa käyttötilanteissa sekä kaikissa suunnitteluperusteisissa häiriö- ja onnettomuustilanteissa. [2013-11-15]

709. Kun laitososalla havaitaan kunnostustarve, kunnostukseen on ryhdyttävä ennen kuin laitososan heikentynyt käyttökuntauisuus voi vaarantaa ydinlaitoksen turvallista käyttöä. Korjaavan kunnossapidon voi valita kunnossapitostrategiaksi vain laitososille, joiden vikaantuminen ei aiheuta riskiä ydinturvallisuudelle. [2019-02-15]

710. Laitososan kunnossapidon kattavuuden, menetelmien, huoltovälien, resursoinnin ja muiden kunnossapidon vaikuttavuuteen liittyvien tekijöiden on oltava porrastettu laitososan turvallisuusmerkityksen mukaan. Turvallisuusmerkityksen arvioinnissa on hyödynnettävä todennäköisyysperusteista riskianalyysiä. [2019-02-15]

711. Laitososan kunnostuksen tai korjauksen yhteydessä luvanhaltijan on selvitettävä, voiko sama kunnostustarve tai vika esiintyä sellaisenaan tai piilevänä muissa rakenteeltaan, toiminnaltaan tai käyttöolosuhteiltaan vastaavissa ydinlaitosten laitososissa (yhteisvika). Samoin on tarkasteltava mahdollisuutta kehittää laitososan kunnonvalvontaa tai kunnossapitoa niin, että kyseinen käyttökuntauisuuden heikentyminen tai menetys voidaan välttää vastaisuudessa. [2019-02-15]

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. [2013-11-15]

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. [2019-02-15]

714. Huollettu, kunnostettu tai korjattu laitososa on tarkastettava tai koestettava käyttökuntoisuuden varmistamiseksi joko ennen käyttöä tai käyttöönoton yhteydessä. [2019-02-15]

715. Laitososilla on oltava yksilöseuranta, jolla laitososien huolto-, vika-, korjaus- ja muutostyöhistoria on jäljitettävissä niiden käyttöiän ajan. [2019-02-15]

716. Niillä laitososilla, joiden käyttöpaikka voi vaihtua esim. huoltokierrossa, on oltava pysyvä tunnistemerkintä jäljitettävyyden varmistamiseksi. [2013-11-15]

717. Kunnossapitotöissä käytettävät työkalut on huollettava ja varastoitava asianmukaisesti. Kalibrointia vaativien työkalujen kalibroinnin voimassaolon on oltava todennettavissa työkalukohtaisista kalibrointitodistuksista. [2019-02-15]

7.3 Ohjelmat ja ohjeet

718. Luvanhaltijalla on oltava ohjelmat, joissa määritellään laitososille tehtävät kunnonvalvonta- ja kunnossapitotyöt suoritusajankohtineen. Ohjelmien laadinnassa on hyödynnettävä riskitietoisia menetelmiä ohjeen YVL A.7 mukaisesti. [2019-02-15]

719. Laitososan kunnonvalvonta- ja kunnossapitotöiden on oltava yksiselitteisesti ja havainnollisesti ohjeistettuja. Luvanhaltijan on koulutuksella ja opastuksella varmistettava ohjeistuksen mukainen toiminta. [2013-11-15]

720. Laitososan kunnonvalvonnan ja kunnossapidon ohjelmien ja ohjeiden on perustuttava soveltuviin standardeihin ja valmistajan suosituksiin sekä omilta ja muilta ydinlaitoksilta kerättyihin käyttökokemuksiin. [2019-02-15]

721. Luvanhaltijalla on oltava menettelytavat ja tietojärjestelmät, jotka ohjaavat ja varmistavat laitososien kunnonvalvonnan ja kunnossapidon toteutuksen suunnitellussa aikataulussa ja ohjeistuksen mukaisesti. [2019-02-15]

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. [2019-02-15]

7.4 Varaosat

723. Luvanhaltijan on säännöllisesti valvottava ja arvioitava laitososien kunnossapidossa tarvittavien varaosien riittävyttä ja käyttökuntoisuutta ydinlaitoksella. Tämä koskee myös laitososien kunnonvalvonnan ja kunnossapidon mittaus- ja analyysilaitteiden ja työkalujen varaosia. [2013-11-15]

724. Luvanhaltijalla on oltava laitospaikalla varaosat niille toiminnoille, joilla varmistetaan ydinlaitoksen pitäminen turvallisessa tilassa pitkäkestoisten häiriö- ja onnettomuustilanteiden aikana. Tällaisissa toiminnoissa varaosavarannon on katettava osajärjestelmät (yksi tai useampi redundanssi), joiden yhteiskapasiteetti riittää toiminnon ylläpitämiseen. Varaosavarantoon on sisällyttävä sellaiset laitososien varaosat tai vaihto-osat, jotka voivat vikaantua pitkäaikaisessa käytössä ja jotka ovat kriittisiä toimintojen käyttökuntoisuudelle. [2019-02-15]

725. Varaosille ja tarveaineille asetetut vaatimukset on selvitettävä ja vaatimuksenmukaisuus varmistettava ennen hankintaa sekä haettava tarvittaessa YVL-ohjeiden edellyttämä hyväksyntä ennen käyttöä. [2019-02-15]

726. Luvanhaltijalla on oltava varaosan ja tarveaineen hankintaa, vastaanottoa ja varastointia varten ohjeistetut menettelyt varmistamaan, että laitososissa käytettävät varaosat ja tarveaineet ovat vaatimuksenmukaisia. [2013-11-15]

727. Ydinlaitoksella säilytettävälle varaosille ja tarveaineille on järjestettävä jäljellä olevan varastointi- ja käyttöiän valvonta. [2013-11-15]

728. Luvanhaltijalla on oltava menettelyt, joilla se luotettavasti estää tuotevääräennökset varaosien hankintaketjussa. [2013-11-15]

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 syntymään. [2019-02-15]

8 Muutostyöt

801. Luvanhaltijan on seurattava järjestelmällisesti ydinlaitoksen fyysistä ja teknologista ikääntymistä ja tunnistettava ikääntymisestä aiheutuvat ydinlaitoksen muutostyötarpeet.

[2019-02-15]

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”. [2019-02-15]

803. Luvanhaltijan on käynnistettävä uusien turvallisuusvaatimusten edellyttämien

muutostöiden valmistelu viipymättä. [2019-02-15]

804. Luvanhaltijan on arvioitava muutostyön turvallisuusvaikutukset suunnitteluvaiheessa.

Muutostyöllä ei saa heikentää ydinlaitoksen turvallisuutta eikä laitososien kunnonvalvonnan tai kunnossapidon edellytyksiä. [2013-11-15]

805. Muutostyön suunnittelussa on selvitettävä ajantasaiset järjestelmä- ja laitetason suunnitelmat, suunnitteluperusteet ja todelliset rakenteet sekä tunnistettava niiden perusteella mahdolliset laitososan muutostyötä rajoittavat tekijät. Suunnitteluvaiheessa on myös selvitettävä muutostyön vaikutukset ydinlaitoksen muihin laitososiin. [2019-02-15]

806. Luvanhaltijan on laadittava muutostyöstä järjestelmä- ja laitetason suunnitelmat.

Muutostyön ennakkotarkastuksessa ja toteutuksessa on noudatettava muissa YVL-ohjeissa esitettyjä hyväksyntämenettelyjä. [2013-11-15]

807. Muutostyöstä aiheutuvat päivitystarpeet piirustuksissa, ohjeissa ja muissa asiakirjoissa on selvitettävä ja päivitykset tehtävä viipymättä muutostyön yhteydessä. [2013-11-15]

808. Luvanhaltijan on koulutuksella huolehdittava, että käyttö- ja kunnossapito-organisaatiot

saavat tiedon muutostyön vaikutuksista laitososan ja ydinlaitoksen käyttöön, kunnonvalvontaan ja kunnossapitoon. [2013-11-15]

809. Luvanhaltijan on ylläpidettävä rekisteriä laitososien suunnitteluperusteista ja toteutetuista muutostöistä. [2013-11-15]

810. Luvanhaltijan on pidettävä STUK tietoisena laitososien tulevista muutostöistä, joita se suunnittelee toteuttavansa ydinlaitoksen käyttöiän aikana. [2013-11-15]

9 Toimitettavat asiakirjat

9.1 Ikääntymisen hallinnan periaatesuunnitelma

901. Luvanhakijan on ydinlaitoksen rakentamislupaa hakiessaan toimitettava STUKille hyväksyttäväksi periaatesuunnitelma laitososien ikääntymisen hallinnasta. [2013-11-15]

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. [2019-02-15]

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 laitososien turvallisuusmerkityksen mukaan
- e. menettelyt laitososien teknologisen ikääntymisen hallitsemiseksi
- f. ydinlaitoksen varaosat pitkäkestoisten häiriö- ja onnettomuustilanteiden varalta
- g. tiedot ikääntymisen hallinnan piiriin kuuluvista laitososista:

- laitepaikkatunnukset
- suunnitteluperusteiset käyttöolosuhteet ja -tilanteet
- tunnistetut ikääntymismekanismit
- kunnonvalvonta- ja ennakkohuolto-ohjelmat
- aikarajoitteiset kelpoistukset ja analyysit

Ikääntymisen hallintaohjelmassa esitettävät laitositiedot (g.) voidaan ryhmitellä luvanhaltijan tarkoituksenmukaiseksi katsomalla tavalla esim. laiteryhmä- tai/ja järjestelmäkohtaisesti.

[2019-02-15]

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. [2019-02-15]

904a. Luvanhaltijan on toimitettava ikääntymisen hallintaohjelman päivitykset STUKille hyväksyttäväksi. Vähäiset päivitykset voidaan toimittaa tiedoksi. [2019-02-15]

9.3 Ikääntymisen seurantaraportti

905. Luvanhaltijan on ydinlaitoksen käytön aikana toimitettava vuosittain STUKille tiedoksi laitossien ikääntymisen hallinnan seurantaraportti vuoden ensimmäisellä kolmanneksella. Luvanhaltija voi esittää ja perustella vuotta pidempää raportointiväliä sellaisille laitoksille, joissa käyttökuntoisuutta heikentävät ikääntymisilmiöt etenevät muita laitossia hitaammin. [2019-02-15]

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

- a. vikojen lukumäärän kehityssuunta vikatyypeittäin pitkällä aikavälillä
- b. yhteenveto sekä seurantajakson aikana tehdyistä että myöhemmin toteutettavista 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. [2019-02-15]

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. [2019-02-15]

908. Siirretty numerolle 904a. [2019-02-15]

10 Säteilyturvakeskuksen valvontamenettelyt

1001. Rakentamislupavaiheessa STUK käsittelee ydinlaitoksen ikääntymisen hallinnan periaatesuunnitelman. Hyväksytty ikääntymisen hallinnan periaatesuunnitelma on yksi edellytys STUKin myönteiselle lausunnolle rakentamislupahakemuksesta. [2013-11-15]

1002. Käyttölupavaiheessa STUK käsittelee ikääntymisen hallintaohjelman. Hyväksytty ikääntymisen hallintaohjelma on yksi edellytys STUKin myönteiselle lausunnolle käyttölupahakemuksesta. [2013-11-15]

1003. Ydinlaitoksen käytön aikana STUK valvoo ikääntymisen hallintaohjelman täytäntöönpanoa luvanhaltijan vuosittain laatiman seurantaraportin perusteella. [2013-11-15]

1004. STUK valvoo ydinlaitoksen ikääntymisen hallinnan vaikuttavuutta käyttötapauksien, käytönaikaisen tarkastusohjelman (KTO-tarkastukset) ja muiden tekemiensä tarkastusten osana sekä myös ohjeessa YVL A.1 kuvattujen määräaikaisten turvallisuusarvioiden ja käyttölupahakemusten käsittelyn yhteydessä. [2019-02-15]

11 LIITE A Tyypillisiä ikääntymismekanismeja

11.1 Fyysinen ikääntyminen

11.1.1 Mekaaniset komponentit

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

Alttiit 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. [2019-02-15]

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

Alttiit kohteet: Austeniittisten ruostumattomien terästen hitsausliitokset; putkistot primääri- ja sekundääripiirissä, reaktorin sisäosat, palkeet. [2013-11-15]

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. [2013-11-15]

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. [2013-11-15]

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 jännityksenpoistohehkutettu tai joita on kylmämuokattu, höyrystimien lämmönsiirto-putkien primääripuoli, säätösauvakoneiston

yhteet, paineistin. [2013-11-15]

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; syöttövesiyhteet ja vaakasuorat putkistot, ohutseinämäiset putket ja putkikäyrät. [2013-11-15]

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. [2013-11-15]

A08. Eroosiokorroosio (Erosion Corrosion) – Eroosiokorroosiossa 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 epäjatkuvuuskohtat, kuten putkimutkat, -haarat ja virtausten tuloaukot ja supistukset, sisäpuolelta huonosti muotoillut hitsit sekä virtausmittauslaippojen jättöpuolet. [2013-11-15]

A09. Vesi-iskut (Water Hammering) – Vesi-iskut voivat aiheuttaa suuria dynaamisia kuormia. Alttiit kohteet: Virtauksen pysähtyminen esim. venttiilin sulkeutuessa nopeasti. [2013-11-15]

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. [2013-11-15]

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

Alttiit kohteet: Austeniittiset ja ferriittiset teräkset sekä Ni-seokset mukaan lukien hitsausliitokset ja eriparihitsit; höyrystimien lämmönsiirtoputket, pultit reaktorin kannessa, höyrystimen runko. [2013-11-15]

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. [2013-11-15]

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 suojakerrosta 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. [2013-11-15]

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

Alttiit kohteet: Austeniittiset ruostumattomat teräkset ja Ni-seokset mukaanlukien hitsausliitokset; höyrystimien lämmönsiirtoputket sekundaaripuolella. [2019-02-15]

A15. Galvaaninen korroosio (Galvanic corrosion) - Sähkökemiallinen korroosioprosessi, johon osallistuu kaksi sähköä johtavaa metallia ja elektrolyytti. Alhaisemman elektrodipotentiaalisen 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. [2013-11-15]

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

Alttiit kohteet: Suojaamattomat hiili- ja niukkaseosteiset teräkset, kovakromatut pinnoitteet korkeissa lämpötiloissa. [2013-11-15]

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. [2013-11-15]

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; yhteet, T-liitokset, jännityskonsentraatiokohdat putkistoissa. [2013-11-15]

A19. Korroosioväsyminen (Corrosion Fatigue) – Metallin väsymisen aiheuttama väsyminen, vaihtokuormituksen tai lämpötilavaihteluiden alainen ja sen väsymiskestävyys heikkenee (särö 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. [2019-02-15]

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. [2013-11-15]

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. [2013-11-15]

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

Alttiit kohteet: Reaktoripaineastiat, teräkset; perusaine ja hitsausliitokset; austeniittiset ruostumattomat teräkset, Ni-seokset; reaktorin sisäosat. [2013-11-15]

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

Alttiit kohteet: Austeniittiset ruostumattomat teräkset; reaktorin sisäosat, mm. erilaiset pultit. [2013-11-15]

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

Alttiit kohteet: Austeniittiset ruostumattomat teräkset; reaktorin sisäosat. [2013-11-15]

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. [2013-11-15]

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. [2013-11-15]

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. [2013-11-15]

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 ohutseinämäiset lämmönsiirtoputket. [2019-02-15]

A29. Viruminen (Creep) – Korkeissa lämpötiloissa ($T > 0,3 \times T_{\text{sulamispiste}} (\text{K})$) 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 ylikuumentuessa. [2019-02-15]

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. [2013-11-15]

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

Alttiit kohteet: Seisovien pumppujen ja moottorien laakerit. [2013-11-15]

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. [2013-11-15]

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

Alttiit kohteet: Eristemateriaalit. [2013-11-15]

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.
[2013-11-15]

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. [2013-11-15]

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. [2013-11-15]

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

Alttiit kohteet: Rele- ja katkaisijakontaktorit, liittimien kosketuspinnat, johtimien liittokset.

[2013-11-15]

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. [2013-11-15]

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

Alttiit kohteet: Juotokset sähkö- ja automaatiolaitteissa. [2013-11-15]

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

Alttiit kohteet: Kontaktorien koskettimet, sähkömoottorien ja generaattorien laakerit.

[2013-11-15]

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. [2013-11-15]

11.1.3 Betonirakenteet

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

Alttiit kohteet: Jänneteräkset, ankkuripultit, teräsvuoraus; hiili- ja ferriittiset niukkaseosteiset teräkset. [2013-11-15]

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

Alttiit kohteet: Jänneteräkset, ankkuripultit, teräsvuoraus; hiili- ja niukkaseosteiset ferriittiset teräkset. [2013-11-15]

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 räsitus 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. [2013-11-15]

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. [2013-11-15]

A46. Karbonatisoituminen (Carbonation of Concrete) – Kemiallisessa reaktiossa veteen liuennut 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 $40 \% < \text{RH} < 90 \%$. [2013-11-15]

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).

[2013-11-15]

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 täytyminen heikentää lisäksi pakkasrasituskestävyyttä.

Alttiit kohteet: Lämpökäsitellyt betonivalmisosat ja massiiviset betonirakenteet, joiden sitoutumisen aikainen lämpötila on yli $70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sementti sisältää trikalsiumaluminaattia.

[2013-11-15]

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 ($\text{SO}_4^{2-} > 200 \text{ mg/l}$) liikkuvalla vedelle (pohjavesi, viemärivesi). Betonin sideaine sisältää kalsiumhydroksidia ja kalsiumaluminaatteja. [2019-02-15]

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 tiettyntyyppisiä 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). [2013-11-15]

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 $\leq 3 \text{ °dH}$) kanssa. [2013-11-15]

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. [2013-11-15]

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 NH_4^+ > 15 mg/l, magnesium Mg^{2+} > 300 mg/l, aggressiivinen CO_2 > 15 mg/l).

[2019-02-15]

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. [2013-11-15]

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 syntyynyttä jännitystä, rakenne voi vaurioitua tai halkeilla.

Alttiit kohteet: Betonirakenteet, joissa ei ole otettu huomioon pakkovoimia. [2013-11-15]

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). [2013-11-15]

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

Alttiit kohteet: Rakenteet, jotka altistuvat virtaavan veden vaikutukselle. [2013-11-15]

A58. Korkea lämpötila (High Temperature) – Korkean lämpötilan vaikutuksesta sementtikivessä oleva vesi höyrystyy. Tämä heikentää betonin lujuusominaisuuksia. Korkeammissa 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.

[2013-11-15]

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.

[2013-11-15]

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

Alttiit kohteet: Jänneteräokset. [2013-11-15]

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. [2013-11-15]

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

Alttiit kohteet: Kaikki betonirakenteet. [2013-11-15]

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. [2013-11-15]

A64. Standardit – Laitososat eivät vastaa niitä standardipäivityksiä tai uusia standardeja, joita käytetään viitteinä laitososien suunnittelua, valmistusta ja materiaaleja koskevissa vaatimuksissa. [2013-11-15]

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

[2013-11-15]

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. [2013-11-15]

A67. Tekninen tuki – Laitososan tekninen tuki päättyy valmistajan tai toimittajan lopettaessa toimintansa. [2013-11-15]

A68. Varaosien saatavuus – Varaosien saatavuus päättyy laitteen valmistajan tai muiden varaosavalmistajien lopettaessa toimintansa. [2013-11-15]

12 Viitteet

1. Ydinenergi laki (990/1987). [2013-11-15]
2. Ydinenergia-asetus (161/1988). [2013-11-15]
3. Säteilyturvakeskuksen määräys ydinvoimalaitoksen turvallisuudesta (STUK Y/1/2018). [2019-02-15]
4. Säteilyturvakeskuksen määräys ydinjätteiden loppusijoituksen turvallisuudesta (STUK Y/4/2018). [2019-02-15]
5. Ageing Management for Nuclear Power Plants, IAEA, Safety Guide No. NS-G-2.12. [2013-11-15]
6. WENRA Reactor Safety Reference Levels, Issue I: Ageing Management, Issue K: Maintenance, Inservice Inspections and Functional Testing [2013-11-15]

Määritelmät

Aikarajoitteinen kelpoistaminen tai analyysi (time limited ageing qualification or analysis)

Aikarajoitteisella kelpoistamisella tai analyysillä tarkoitetaan testausta tai laskennallista analyysiä, jolla osoitetaan käyttöolosuhteidensa rasittaman laitososan käyttöikä, kun käyttökuntauisuuden säilyminen on ajallisesti rajoitettu laitososan eheyden tai toimintakyvyn heiketessä suhteessa rasitusajaan.

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 laitososan käyttökuntauisuuden menetykseen.

Ikääntyminen (ageing)

Ikääntymisellä (ageing) tarkoitetaan sekä fyysistä että teknologista ikääntymistä, jota voi tapahtua ydinlaitoksen laitososissa.

Ikääntymisen hallinta (ageing management)

Ikääntymisen hallinnalla tarkoitetaan laitososien käyttökuntauisuuden ja teknologisen vaatimuksenmukaisuuden varmistamista ydinvoimalaitoksen käyttöä ajan.

Ikääntymisen hallintaohjelma (ageing management programme)

Ikääntymisen hallintaohjelmalla tarkoitetaan niitä luvanhaltijan määrittelemiä toimintoja ja tehtäviä, joilla luvanhaltija toteuttaa ydinlaitoksen ikääntymisen hallinnan.

Kelpoistus (qualification)

Kelpoistuksella tarkoitetaan YVL-ohjeissa yleensä samaa kuin kelpuutuksella. Kelpuutuksella tarkoitetaan objektiiviseen näyttöön perustuvaa varmistumista siitä, että tiettyä käyttöä tai soveltamista koskevat vaatimukset on täytetty.

Korjaus (repair)

Korjauksella tarkoitetaan ohjeissa A.8 ja E.11 vikaantuneen laitososan käyttökuntauisuuden palauttamista.

Kunnonvalvonta (condition monitoring)

Kunnonvalvonnalla tarkoitetaan laitososan käyttökuntauisuuden valvontaa.

Kunnossapito (maintenance)

Kunnossapidolla tarkoitetaan laitoksen suunniteltua huoltoa, jolla vikaantumisen todennäköisyyttä vähennetään ennalta, tai havaittuun tarpeeseen perustuvaa laitoksen kunnostusta tai korjausta.

Kunnostus (overhaul)

Kunnostuksella tarkoitetaan havaittujen poikkeamien tai puutteiden poistamista laitoksen rakenteesta tai toiminnassa laitoksen vielä täyttäessä käyttökuntoisuudelle asetetut vaatimukset.

Käyttöikä (service life)

Käyttöikä tarkoittaa sitä aikaa, joka alkaa käyttökuntoisuusvaatimukset täyttävän laitoksen käyttöönotosta ja joka päättyy, kun heikentynyttä käyttökuntoisuutta ei enää palauteta vaatimuksen mukaiseksi.

Käyttökuntoisuus (operability)

Käyttökuntoisuudella tarkoitetaan laitoksen eheyttä ja toimintakykyä laitoksen suunnitteluperusteiden mukaisesti.

Laitososa (systems, structures and components (SSC))

Laitososalla tarkoitetaan ydinlaitoksen turvallisuuden kannalta tärkeää mekaanista, sähkötekniistä, automaatiotekniistä tai rakennustekniistä järjestelmää, rakennetta ja laitetta (Systems, Structures and Components), joka kuuluu joko turvallisuusluokkaan 1, 2 tai 3 tai luokkaan EYT/STUK.

Muutostyö (modification)

Muutostyöllä tarkoitetaan järjestelmän, rakenteen tai laitteen muuttamista siten, että se ei enää vastaa aikaisempia suunnitelmia.

Teknologinen ikääntyminen (obsolescence)

Teknologisella ikääntymisellä 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.

Varaosaa (spare part)

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

Vika, vikaantuminen (fault, failure)

Vialla tai vikaantumisella tarkoitetaan ohjeessa YVL A.8 sitä, että laitososa ei enää täytä käyttökuntauisuudelle asetettuja vaatimuksia.