

## OHJE YVL B.3

# YDINVOIMALAITOKSEN DETERMINISTISET TURVALLISUUSANALYYSIT

1	Johdanto	4
2	Soveltamisala	5
2.1	Muita ohjeita turvallisuusanalyysille	5
2.2	Sivuavia ohjeita	6
3	Analysoitavat tapahtumat	7
4	Laitoksen käyttäytymistä koskevat analyysit	8
4.1	Yleistä	8
4.2	Analyysimenetelmät	8
4.3	Analyyseissä käytettävät oletukset	9
4.3.1	Odotettavissa olevien käyttöhäiriöiden analyyseissä käytettävät oletukset	9
4.3.2	Oletettujen onnettomuuksien analyyseissä käytettävät oletukset	10
4.3.3	Oletettujen onnettomuuksien laajennuksen analyyseissä käytettävät oletukset	10
4.3.4	Vakavien reaktorionnettomuuksien analyyseissä käytettävät oletukset	11
4.3.5	Jäähdytyspiirin paineenhallintaan liittyvissä analyyseissä käytettävät oletukset	12
5	Päästöjä ja säteilyannoksia koskevat analyysit	13
5.1	Analysoitavat tapahtumat	13
5.2	Analyysimenetelmät	13
5.3	Päästöjen ja säteilyannosten analyyseissa käytettävät oletukset	13
5.3.1	Yleiset oletukset	13
5.3.2	Polttoaineen käsittelyyn liittyvien oletettujen onnettomuuksien oletukset	14
5.3.3	Radioaktiivisten aineiden leviäminen ympäristöön	15
6	Tuloksille asetettavat hyväksymisvaatimukset	16
6.1	Yleiset vaatimukset	16
6.2	Odotettavissa olevat käyttöhäiriöt	16
6.3	Oletetut onnettomuudet	17
6.4	Oletettujen onnettomuuksien laajennus	17
6.5	Vakavat reaktorionnettomuudet	17
7	Säteilyturvakeskukselle toimitettavat asiakirjat	18
8	Säteilyturvakeskuksen valvontamenettelyt	20
9	Viitteet	21

## 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 16.09.2019 alkaen toistaiseksi. Rakenteilla olevilla ja käyville ydinlaitoksilla tämä ohje saatetaan voimaan erillisellä STUKin päätöksellä.

Ohje kumoaa ohjeen YVL B.3 (15.11.2013).

**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](http://www.stuk.fi)

## 1 Johdanto

101. IAEA:n yleiset turvallisuusvaatimukset [4] edellyttävät ydinvoimalaitoksen turvallisuuden arviointia. Ohjeessa YVL B.3 "Ydinvoimalaitoksen deterministiset turvallisuusanalyysit" esitetään ydinvoimalaitoksen deterministisiä turvallisuusanalyysijä koskevat vaatimukset. [2019-09-02 ]

102. Säteilyturvakeskuksen määräyksessä ydinvoimalaitosten turvallisuudesta (STUK Y/1/2018) 3 §:ssä esitetään, että *ydinlaitoksen turvallisuutta on arvioitava rakentamislupaa ja käyttöilupaa haettaessa, laitosmuutosten yhteydessä sekä määräaikaisten turvallisuusarviointien yhteydessä laitoksen käytön aikana. Turvallisuusarvion yhteydessä on osoitettava, että ydinlaitos on suunniteltu ja toteutettu siten, että turvallisuusvaatimukset täyttyvät. Turvallisuusarvion on katettava laitoksen käyttötilat ja onnettomuudet. Ydinlaitoksen turvallisuutta on arvioitava myös tapahtuneen onnettomuuden jälkeen ja, mikäli tarpeellista, turvallisuustutkimusten tulosten perusteella.* [2019-09-02 ]

103. STUKin määräyksen STUK Y/1/2018 3 §:n mukaan *ydinlaitoksen turvallisuutta ja sen turvallisuusjärjestelmien teknisiä ratkaisuja on arvioitava ja perusteltava analyttisesti ja tarvittaessa kokeellisesti. Analyysijä on ylläpidettävä ja tarvittaessa täsmennettävä ottaen huomioon oman laitoksen ja muiden ydinlaitosten käyttökokemukset, turvallisuustutkimuksen tulokset, laitosmuutokset ja laskentamenetelmissä tapahtuva kehitys.* [2019-09-02 ]

104. STUKin määräyksen STUK Y/1/2018 3 §:n mukaan *turvallisuusvaatimusten täyttymisen osoittamiseen käytettävien analyttisten menetelmien on oltava luotettavia sekä todennettuja ja kelpuutettuja käyttötarkoitukseensa. Analyysien avulla on osoitettava, että turvallisuusvaatimukset täyttyvät suurella varmuudella. Tulosten epävarmuus on otettava huomioon arvioitaessa turvallisuusvaatimusten täyttymistä.* [2019-09-02 ]

105. Ydinenergia-asetuksen (161/1988) 22 b §:ssä säädetään radioaktiivisten aineiden annos- ja päästörajat odotettavissa oleville käyttöhäiriöille, oletetuille onnettomuuksille, oletettujen onnettomuuksien laajenukselle ja vakaville onnettomuuksille. [2019-09-02 ]

106. STUKin määräyksen STUK Y/1/2018 10 §:ssä esitetään periaatteet polttoaineen, primääri- ja sekundääripiirin sekä suojarakennuksen eheyden varmistamiseksi laitoksen normaaleissa käyttötilanteissa, käyttöhäiriöissä ja onnettomuuksissa. [2019-09-02 ]

## 2 Soveltamisala

201. Ohjetta YVL B.3 sovelletaan determinististen turvallisuusanalyysien laatimiseen uusien ydinvoimalaitosten lupakäsittelyssä, käytössä olevien ydinvoimalaitosten laitosmuutoksissa ja ydinvoimalaitosten määräaikaissä turvallisuuksiarvioissa. [2019-09-02 ]

202. Ohjeen soveltamisesta muihin ydinlaitoksiin tehdään erillinen soveltamispäätös. [2013-11-15 ]

### 2.1 Muita ohjeita turvallisuusanalyysille

203. Vaatimukset ydinvoimalaitoksen riskien hallinnalle ja todennäköisyysperusteisille riskianalyysille esitetään ohjeessa YVL A.7 "Ydinvoimalaitoksen todennäköisyysperusteinen riskianalyysi ja riskien hallinta". [2019-09-02 ]

204. Vaatimus reaktorin ja polttoaineen käyttäytymiselvityksestä esitetään ohjeen YVL A.6 "Ydinvoimalaitoksen käyttööntoiminta" vaatimuksessa 608. [2019-09-02 ]

205. Vaatimus kriittisyysongelmien ehkäisemiseksi tehtävistä analyyseistä esitetään ohjeen YVL B.4 "Ydinpoltoaine ja reaktori" luvussa 5. [2019-09-02 ]

206. Ydinvoimalaitoksen varautuminen sisäisiin ja ulkoisiin uhkiin ja niitä koskevat analyysimenetelmät esitetään ohjeessa YVL B.7 "Varautuminen sisäisiin ja ulkoisiin uhkiin ydinlaitoksessa". [2019-09-02 ]

207. Vaatimukset päästöjen ja säteilyannosten arvioinnille esitetään ohjeessa YVL C.4 "Ydinlaitoksen ympäristön väestön säteilyannosten arviointi". [2019-09-02 ]

208. Vaatimukset valmiustilanteita ja valmiussuunnitelmaa varten tehtävistä analyyseistä esitetään ohjeessa YVL C.5 "Ydinvoimalaitoksen valmiusjärjestelyt". [2019-09-02 ]

209. Vaatimukset ydinvoimalaitoksen primääripiirin ja muiden ydinteknisesti tärkeiden painelaitteiden käyttökuormituksista, jännitysanalyysistä, haurasmurtuma-analyysistä ja vuoto ennen murtumaa -analyysistä esitetään ohjeessa YVL E.4 "Ydinvoimalaitoksen painelaitteiden lujuusanalyysit". [2019-09-02 ]

210. Vaatimukset automaation vikaantumisen analyyseistä esitetään ohjeen YVL B.1 "Ydinvoimalaitoksen turvallisuussuunnittelu" luvussa 5.2. [2019-09-02 ]

## 2.2 Sivuavia ohjeita

211. Ohjeessa YVL B.1 esitetään järjestelmiltä vaadittavat vikakriteerit ja vaatimukset hallitun ja turvallisen tilan saavuttamiselle. [2019-09-02 ]

212. Hyväksymisvaatimukset ydinpolttoaineelle esitetään ohjeessa YVL B.4. [2019-09-02 ]

213. Hyväksymisvaatimuksia ydinvoimalaitoksen paineenhallinnalle esitetään ohjeessa YVL B.5 "Ydinvoimalaitoksen primääripiiri". [2019-09-02 ]

214. Hyväksymisvaatimukset ydinvoimalaitoksen suojarakennuksen eheydelle esitetään ohjeessa YVL B.6 "Ydinvoimalaitoksen suorarakennus". [2019-09-02 ]

### 3 Analysoitavat tapahtumat

301. Laitoksen käyttäytymistä sekä radioaktiivisten aineiden päästöjä ja niistä aiheutuvia säteilyannoksia koskevien analyysien on katettava ydinvoimalaitoksen normaalit käyttötilanteet, odotettavissa olevat käyttöhäiriöt, oletetut onnettomuudet, oletettujen onnettomuuksien laajennukset ja vakavat reaktorionnettomuudet. Esimerkkejä analysoitavista tapahtumista on esitetty viitteissä [4 ja 5]. [2019-09-02 ]

302. Analysoitavat tapahtumat on valittava niin, että ydinvoimalaitoksen käyttäytyminen häiriöissä ja onnettomuuksissa sekä häiriöiden ja onnettomuuksien päästöt ja säteilyannokset selvitetään kattavasti. [2013-11-15 ]

303. Ohjaajien toiminta on arvioitava siten, että onnettomuuden hallinnassa tarvittavat keskeiset ohjaajien toimenpiteet voidaan tunnistaa ja ohjaajien mahdollisten virhetoimintojen vaikuttavuus arvioida. [2019-09-02 ]

304. Kunkin turvallisuustoimintoja suorittavan järjestelmän aiheeton käynnistyminen on käsiteltävä alkutapahtumana. [2013-11-15 ]

305. Reaktorin jäähdytyspiirin paineenhallinta-analyyseissä on tarkasteltava niitä tilanteita, joissa jäähdytyspiirin paine pyrkii nousemaan tai laskemaan alkutapahtuman seurauksena, ja niitä tilanteita, joissa jäähdytyspiirin painetta on nostettava tai laskettava. [2013-11-15 ]

306. Paineenhallinta-analyysit on tehtävä myös matalille käyttölämpötiloille. [2019-09-02 ]

307. Poistettu. [2019-09-02 ]

308. Vakavien reaktorionnettomuuksien analyysien on katettava vakavan reaktorionnettomuuden hallintastrategian vaatimat toimenpiteet ja ilmiöt. [2013-11-15 ]

## 4 Laitoksen käyttäytymistä koskevat analyysit

### 4.1 Yleistä

401. Analyysien on katettava odotettavissa olevat käyttöhäiriöt ja onnettomuudet, jotka määräävät tai rajoittavat turvallisuustoimintoja toteuttavien järjestelmien mitoitusta.

[2013-11-15 ]

402. Odotettavissa olevat käyttöhäiriöt ja onnettomuudet on analysoitava tilanteen käynnistävästä alkutapahtumasta turvalliseen tilaan asti. [2013-11-15 ]

### 4.2 Analyysimenetelmät

403. Analyysimenetelmien soveltuvuus käyttötarkoitukseensa on perusteltava. [2013-11-15 ]

404. Analyyseissä käytettävistä malleista ja laskentamenetelmistä on esitettävä kuvaus. Mallit on kuvattava sellaisella tarkkuudella, joka mahdollistaa mallin oikeellisuuden tarkastamisen suhteessa laitoksen suunnitteluun sekä valittujen mallinusratkaisujen soveltuvuuden arvioinnin. Kuvauksessa esitettäviä tietoja ovat laitosta tai sen osaa kuvaava analyysimalli (esim. mallissa käytetty noodijako), perustelu valituille malliparametreille sekä analyyseissä käytetyt laitos tiedot tai viittaus lähteeseen, josta laitos tiedot ovat saatavissa. [2019-09-02 ]

405. Fysikaalisten mallien ja analyyseissä käytettävien tietokoneohjelmien kelpoisuus on osoitettava vertaamalla niillä saatuja laskentatuloksia erillisilmiöille tai kokonaisille järjestelmille tehtyihin kokeisiin tai ydinvoimalaitoksilla tapahtuneisiin häiriöihin. Myös vertailua muihin aiemmin kelpuutettuihin malleihin voidaan käyttää hyväksi. [2013-11-15 ]

406. Laskentamenetelmissä käytettävät laitos- ja polttoainetyyppikohtaiset kokeelliset korrelaatiot on perusteltava esittämällä se mittausaineisto, josta korrelaatiot on johdettu. Jos korrelaatio on yleisesti tunnettu ja mittausaineisto on julkisesti saatavilla, riittää viittaus kirjallisuuslähteisiin. [2013-11-15 ]

407. Jos käytettävissä ei ole luotettavia laskentamenetelmiä, teknisen ratkaisun hyväksyttävyyden on perusteltava kokeellisesti. [2013-11-15 ]

408. Laitoksen käyttäytymistä koskevissa analyyseissä on käytettävä vaihtoehtoisesti joko konservatiivista analyysimenetelmää täydennettynä herkkyytstarkasteluilla tai parhaan arvion menetelmää täydennettynä epävarmuusanalyysillä. [2013-11-15 ]

409. Konservatiivisia analyysiejä täydentävillä herkkyytstarkasteluilla on kartoitettava lopputulosten herkkyys käytettyjen analyysimallien, alkutilan ja keskeisten parametrien



suhteen. [2013-11-15 ]

410. Käytettäessä parhaan arvion menetelmää on sen yhteydessä esitettävä tilastomatematisesti perusteltavissa oleva epävarmuusanalyysi. Esimerkkejä tällaisista menetelmistä on esitetty viitteessä [7]. [2019-09-02 ]

### **4.3 Analyyseissä käytettävät oletukset**

411. Analyysien alkutila ja analyyseissä käytettyjen parametrien valinta on perusteltava. [2019-09-02 ]

411a. Jos konservatiivisen analyysin lopputuloksen kannalta epäedullisin parametrivalinta ei ole yksiselitteinen, on esitettävä tuloksia parametrin koko vaihtelualueelta. [2019-09-02 ]

412. Silloin, kun käytetään parhaan arvion menetelmää, on järjestelmien toimintaa eniten haittaava vikayhdistelmä valittava ohjeen YVL B.1 luvussa 4.3 esitettyjen vikakriteerien mukaisesti. [2013-11-15 ]

413. Ohjaajien toimenpiteitä edeltävä harkinta- ja toiminta-aika on valittava riittävän pitkäksi. Valittu harkinta- ja toiminta-aika on perusteltava. Ohjaajien voidaan olettaa toimivan kutakin analysoitavaa tapahtumaa koskevien kirjallisten tai sähköisessä muodossa tallennettujen ohjeiden mukaisesti. [2013-11-15 ]

#### **4.3.1 Odotettavissa olevien käyttöhäiriöiden analyyseissä käytettävät oletukset**

414. Odotettavissa olevia käyttöhäiriöitä on analysoitava seuraavasti:

1. Kaikki laitoksen järjestelmät toimivat suunnitellulla tavalla lukuun ottamatta alkutapahtumana tarkasteltavaa vikaa tai ohjausvirhettä seurausvaikutuksineen. Järjestelmiin, joilla rajoitetaan käyttöhäiriöiden kehittymistä onnettomuuksiksi on oletettava tapahtuman seurausten kannalta rajoittavin vika (N+1)-vikakriteerin mukaisesti.

2. Turvallisuusluokittelemattomia järjestelmiä ei saa hyödyntää tapahtuman seurauksia lieventävinä järjestelminä. Turvallisuusluokittelemattomien järjestelmien toiminta (käynnistyminen, käynnin jatkuminen tai pysähtyminen) on oletettava, mikäli järjestelmä suunnitellulla tavalla toimiessaan voi pahentaa alkutapahtuman seurauksia. Odotettavissa olevien käyttöhäiriöiden tai oletettujen onnettomuuksien varalle suunnitelluille järjestelmille on oletettava niiden vähimmäissuorituskyky. [2019-09-02 ]

414a. Odotettavissa olevien käyttöhäiriöiden analyysiin ei tarvitse yhdistää oletusta ulkoisen sähköverkon menetyksestä. Ulkoisen sähköverkon menetys on analysoitava omana alkutapahtumanaan. [2019-09-02 ]

#### **4.3.2 Oletettujen onnettomuuksien analyyseissä käytettävät oletukset**

415. Oletetuissa onnettomuuksissa turvallisuusjärjestelmille on oletettava niiden vähimmäissuorituskyky. [2019-09-02 ]

416. Normaalkäytön järjestelmiä ei saa hyödyntää tapahtuman seurauksia lieventävinä järjestelminä. Normaalkäytön järjestelmien toiminta (käynnistyminen, käynnin jatkuminen tai pysähtyminen) on oletettava, mikäli järjestelmä suunnitellulla tavalla toimiessaan voi pahentaa alkutapahtuman seurauksia. [2019-09-02 ]

417. Oletettujen onnettomuuksien analyyseissä saa alkutapahtumasta hallittuun tilaan asti ja laitoksen siinä pitämiseksi olettaa vain oletettujen onnettomuuksien varalle suunnitellut järjestelmät tapahtuman seurauksia lieventävinä järjestelminä. Järjestelmien, joilla rajoitetaan käyttöhäiriöiden kehittymistä onnettomuuksiksi, toiminta (käynnistyminen, käynnin jatkuminen tai pysähtyminen) on oletettava, mikäli järjestelmä suunnitellulla tavalla toimiessaan voi pahentaa alkutapahtuman seurauksia. [2019-09-02 ]

418. Oletettuihin onnettomuuksiin on yhdistettävä oletus ulkoisen sähköverkon menetyksestä, mikäli se voi pahentaa alkutapahtuman seurauksia. Ulkoisen sähköverkon menetys on oletettava tapahtumaan tilanteen hallinnan kannalta pahimmalla ajanhetkellä. [2019-09-02 ]

#### **4.3.3 Oletettujen onnettomuuksien laajennuksen analyyseissä käytettävät oletukset**

419. DEC A -onnettomuuksissa on oletettava lopputuloksen kannalta rajoittavin yksittäisvika järjestelmiin, joita tarvitaan turvallisuustoiminnon toteuttamiseen kyseisen tapahtuman yhteydessä. DEC B ja C -onnettomuuksissa ei yksittäisvikaa tarvitse olettaa. Analyyseissä on oletettava alkutapahtuman seurausvaikutukset. [2019-09-02 ]

419a. DEC A -onnettomuuksien analyyseissä normaalkäytön järjestelmiä ei saa hyödyntää tapahtuman seurauksia lieventävinä järjestelminä. Normaalkäytön järjestelmien toiminta (käynnistyminen, käynnin jatkuminen tai pysähtyminen) on oletettava, mikäli järjestelmä suunnitellulla tavalla toimiessaan voi pahentaa alkutapahtuman seurauksia. [2019-09-02 ]

420. DEC A -onnettomuuksien analyyseissä alkutapahtumaan on yhdistettävä samanaikainen ulkoisen sähköverkon menetys, mikäli se voi pahentaa alkutapahtuman seurauksia. Samanaikaista ulkoisen sähköverkon menetystä ei DEC B tai C -onnettomuuksien analyyseissa tarvitse yhdistää muuhun alkutapahtumaan, ellei se ole todennäköinen seuraus alkutapahtumasta. [2019-09-02 ]

421. Oletettujen onnettomuuksien laajennusta käsitteleviä onnettomuuksia analysoitaessa laitoksen alkutilaa ja toimivien osajärjestelmien suorituskykyä koskeviin oletuksiin voidaan soveltaa parhaan arvion menetelmää. [2013-11-15 ]

422. Kun parhaan arvion menetelmää sovelletaan oletettujen onnettomuuksien laajennuksiin, analyysijä ei tarvitse täydentää vaatimuksen 410 mukaisella epävarmuusanalyysillä. DEC A -onnettomuuksien analyysijä on tarvittaessa täydennettävä herkkyystarkasteluilla, joilla osoitetaan riittävä marginaali hyväksymisvaatimuksiin. [2019-09-02 ]

#### **4.3.4 Vakavien reaktorionnettomuuksien analyyseissä käytettävät oletukset**

423. Vakavia reaktorionnettomuuksia analysoitaessa laitoksen alkutilaa ja toimivien osajärjestelmien suorituskykyä koskeviin oletuksiin voidaan soveltaa parhaan arvion menetelmää, kuitenkin niin, että mitä keskeisempi toiminto on, sitä suurempi varmuus sen onnistumisesta on osoitettava. [2013-11-15 ]

424. Kun parhaan arvion menetelmää sovelletaan vakaviin onnettomuuksiin, analyysijä ei tarvitse täydentää vaatimuksen 410 mukaisella epävarmuusanalyysillä. [2013-11-15 ]

425. Vakavien reaktorionnettomuuksien analyyseissä on vakavien onnettomuuksien hallintaan suunniteltuihin järjestelmiin oletettava niiden toimintaa eniten haittaava vika ohjeissa YVL B.1 ja YVL B.6 esitetyn vikakriteerin mukaisesti. Analyyseissä on lisäksi oletettava alkutapahtuman seurausvaikutukset. [2019-09-02 ]

425a. Vakavien reaktorionnettomuuksien analyyseissä on vakavan reaktorionnettomuuden jälkeiseen hallittuun tilaan asti ja sen ylläpidon aikana oletettava ulkoisen sähköverkon olevan käyttökunnon. [2019-09-02 ]

426. Vakavan reaktorionnettomuuden hallintastrategian mukaisiin toimenpiteisiin kuluva aika ja muut toimenpiteiden suoritusedellytyksiin liittyvät tekijät (esimerkiksi paikallisesti ohjattavien laitteiden luoksepäästävyys) on perusteltava. [2019-09-02 ]

427. Vedyn hallintastrategiaa perustelevissa analyyseissä on erikseen arvioitava niitä tilanteita, joissa vedyn tuottonopeus kasvaa. [2013-11-15 ]

#### 4.3.5 Jäähdytyspiirin paineenhallintaan liittyvissä analyyseissä käytettävät oletukset

428. Jäähdytyspiirin paineenhallinnan analyysit odotettavissa oleville käyttöhäiriöille on tehtävä luvussa 4.3.1 vaaditulla tavalla. Primääripiirin puhallusventtiileihin ei tarvitse näissä analyyseissä olettaa yksittäisvikaa, mutta venttiilien ohjausjärjestelmän on täytettävä (N+1)-vikakriteeri. [2019-09-02 ]

429. Jäähdytyspiirin paineenhallinnan analyysit onnettomuuksille on tehtävä luvuissa 4.3.2–4.3.4 vaaditulla tavalla. [2019-09-02 ]

430. Paineen nousuun johtavien oletettujen onnettomuuksien analyyseissä valitaan oletukset seuraavassa esitetyin täsmennyksin ja lisäyksin:

1. Reaktorin pikasulku tapahtuu reaktorin suojausjärjestelmän toisesta signaalista.
2. Muut paineen alentamiseen tarkoitetut järjestelmät kuin varoventtiilit ja niihin rinnastettavat puhallusventtiilit vikaantuvat.
3. Varoventtiileitä ja niihin rinnastettavia puhallusventtiileitä vikaantuu kiinni-asettoon seuraavasti:

Kokonais määrä venttiilejä:	Vikaantuu:
2–3	1
4–8	2
≥ 9	neljäsosa lukumäärästä pyöristettynä seuraavaan kokonaislukuun

4. Varoventtiilien ja niihin rinnastettavien puhallusventtiilien puhalluskyky on varoventtiilille soveltuvan standardin mukaisella tavalla määritellyn nimelliskapasiteetin suuruinen, ja avautumispaine on nimellinen asetuspaine.
5. Varoventtiilit ja niihin rinnastettavat puhallusventtiilit järjestetään laskevan kapasiteetin mukaisesti. Saman kapasiteetin omaavat venttiilit järjestetään edelleen toistensa suhteen nousevan avautumispaineen mukaisesti. Näin järjestetyistä venttiileistä oletetaan vikaantuviksi 1:nen, 4:s, 9:s jne.
6. Jos varoventtiilin tai siihen rinnastettavan puhallusventtiilin toiminnan ohjaamiseen vaaditaan enemmän kuin yksi ohjauslaite ja näiden laitteiden avautumisella on eri asetusarvot, avautumispaineeksi on oletettava ylempi asetuspaine.

[2019-09-02 ]

431. Poistettu. [2019-09-02 ]

## 5 Päästöjä ja säteilyannoksia koskevat analyysit

### 5.1 Analysoitavat tapahtumat

501. Päästöjen ja säteilyannosten analyysit on tehtävä niille vaatimuksessa 301 mainituille häiriö- ja onnettomuustilanteille, jotka ovat radioaktiivisten aineiden päästöjen ja säteilyannosten kannalta mitoitettavia. Mitoittavien tapausten valinta on perusteltava.

[2019-09-02 ]

502. Vaatimuksen 501 analyysijä on täydennettävä suojarakennuksen pidätyskyvyn analyysillä, jossa luokan 2 oletetussa onnettomuudessa päästö suojarakennukseen arvioidaan olettamalla ohjeen YVL B.4 vaatimuksen 417 mukaisesti vaurioituvien polttoainesauvojen maksimimääräksi 10 %. [2019-09-02 ]

503. Ydinpolttoaineen käsittelyssä ja varastoinnissa oletettavia käyttöhäiriöitä ja onnettomuuksia on lueteltu ohjeen YVL D.3 perustelumuiotiossa. [2019-09-02 ]

### 5.2 Analyysimenetelmät

504. Päästöjen analyysimenetelmiin sovelletaan luvussa 4.2 esitettyjä, laitoksen käyttäytymistä koskeville analyysimenetelmille asetettuja vaatimuksia. [2013-11-15 ]

505. Ohjeessa YVL C.4 esitetään vaatimukset niille analyysimenetelmille, joilla arvioidaan ydinvoimalaitoksen radioaktiivisten aineiden päästöistä aiheutuvia ympäristön väestön säteilyannoksia. [2019-09-02 ]

### 5.3 Päästöjen ja säteilyannosten analyyseissa käytettävät oletukset

#### 5.3.1 Yleiset oletukset

506. Päästöjen analyyseissä laitoksen kuvaukseen on käytettävä samoja oletuksia kuin luvussa 4.3 esitetyissä analyyseissä. [2013-11-15 ]

507. Primäärijäähdytteessä on oletettava olevan analysoitavan tapahtuman alkuhetkellä radioaktiivisia aineita vähintään ne määrät, jotka on asetettu enimmäismääräksi laitoksen turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa. [2019-09-02 ]

508. Vuotavien sauvojen lukumäärä analysoitavan tapahtuman alkuhetkellä on valittava yhdenmukaisesti vaatimuksen 507 kanssa. [2013-11-15 ]

509. Primäärijäähdytteen radioaktiivisten aineiden pitoisuutta arvioitaessa on otettava huomioon lisääntyvä fissiotuotteiden vapautuminen vaurioituneesta polttoaineesta polttoaineen

ja jäähdytteen välisen paine-eron muuttuessa. Pitoisuuden kasvu ja kasvun aikariippuvuus on perusteltava. [2019-09-02 ]

510. Analyyseissä on otettava huomioon vaurioituneisiin polttoainesauvoihin tunkeutuvan jäähdytteen vaikutus radioaktiivisten aineiden vapautumiseen. [2013-11-15 ]

511. Radioaktiivisten aineiden jakautuminen vuotavan aineen kaasu- ja nestefaasiin on perusteltava. [2013-11-15 ]

512. Höyryyn sekoittuneesta jodista osa on oletettava kaasumaiseksi. Kaasumaisen ja aerosolimudossa olevan jodin osuudet on perusteltava. [2013-11-15 ]

513. Ilmatilaan vapautuneista halogeeneista osan on oletettava olevan sitoutuneena epäorgaanisiin yhdisteisiin ja osan orgaanisiin yhdisteisiin. Jakauma erityyppisten yhdisteiden kesken on perusteltava. [2019-09-02 ]

514. Ilmatilaan päässeiden radioaktiivisten aineiden on oletettava aluksi kulkevan ilmanvaihto- ja suodatusjärjestelmän kautta ympäristöön sellaisella tavalla, joka vastaa järjestelmän normaalia toimintaa. Jos ilmanvaihtoa voidaan ko. tilanteessa käyttää usealla eri tavalla, on analyysiin valittava se tapa, joka johtaa suurimpiin päästöihin. [2013-11-15 ]

515. Ilmanvaihto voidaan olettaa eristetyksi suojausjärjestelmän suunnittelun mukaisesti siten, että suojausrajoina käytettyjen parametrien arvojen muutokset onnettomuuden aikana arvioidaan konservatiivisesti. [2013-11-15 ]

516. Jos suojarakennuksessa vallitseva paine ja lämpötila kasvavat onnettomuuden aikana yli niiden arvojen, joille suojarakennuksen tiiviysvaatimukset on asetettu ja joissa vuoto nopeus mitataan kokeellisesti, on päästölaskuissa käytettävä vuoto nopeus perusteltava erikseen. [2013-11-15 ]

### **5.3.2 Polttoaineen käsittelyyn liittyvien oletettujen onnettomuuksien oletukset**

517. Käytetyn polttoainepipun putoamista koskevassa analyysissä on oletettava, että polttoainepippu

1. on ollut täydellä teholla käytetyssä reaktorissa täyden käyttöjakson
2. on ollut sijoitettuna reaktorin kuormitetuimpaan kohtaan ja on saavuttanut täyden poistopalaman
3. on jäähtynyt sen ajan, joka on lyhyin tarkasteltavassa onnettomuudessa mahdollinen jäähtymisaika
4. vaurioituu siten, että nipun kaikki polttoainesauvat menettävät tiiviytensä.

[2019-09-02 ]

518. Mikäli käytetyllä polttoaineella täytettyä siirtopakkausta nostetaan siten, että kansi ei ole tiiviisti suljettu, on analyyseissä oletettava, että

1. onnettomuus voi tapahtua missä tahansa tilassa ja tilanteessa, jossa pakkausta nostetaan
2. säiliö on täytetty polttoaineella, joka on saavuttanut täyden poistopalaman
3. siirtoa edeltävä polttoaineen jäähtymisaika on hallinnollisten rajoitusten mukainen minimiaika
4. vaurioituvien polttoainemäärien lukumäärä on arvioitava konservatiivisesti.

[2019-09-02 ]

519. Raskaan esineen putoamista koskevissa analyyseissä on oletettava, että

1. onnettomuus voi tapahtua sellaisessa tilassa, jossa polttoaineen yläpuolella on sallittua käsitellä raskaita esineitä
2. ko. tilassa kyseeseen tuleva putoava esine on mahdollisimman suuret vauriot aikaansaava
3. polttoaineen palama on suurin ja jäähtymisaika pienin, mikä voi tulla kyseeseen tarkasteltavassa onnettomuudessa
4. vaurioituvien polttoainemäärien lukumäärä on arvioitava konservatiivisesti.

[2013-11-15 ]

520. Käytetyn polttoaineen käsittelyonnettomuuksissa kaikkien vapautuvien jalokaasujen on oletettava pääsevän kyseessä olevan rakennuksen ilmatilaan. Jos polttoainevaurio tapahtuu veden alla, muiden fissiotuotteiden vapautumista arvioitaessa voidaan olettaa, että osa niistä pidättyy veteen ja vain osa vapautuu ilmatilaan veden yläpuolella. [2013-11-15 ]

521. Poistettu. [2019-09-02 ]

### **5.3.3 Radioaktiivisten aineiden leviäminen ympäristöön**

522. Oletukset radioaktiivisten aineiden ympäristöön leviämisestä ja väestön säteilyannoslaskuista esitetään ohjeessa YVL C.4. [2013-11-15 ]

## 6 Tuloksille asetettavat hyväksymisvaatimukset

### 6.1 Yleiset vaatimukset

601. Siirretty ohjeeseen YVL B.1. [2019-09-02 ]

602. Luvuissa 6.2 ja 6.3 hyväksymisvaatimukset on esitetty konservatiiviselle analyysimenetelmälle. Sovellettaessa parhaan arvion menetelmää epävarmuusanalyysillä täydennettynä tulos on hyväksyttävä, jos 95 %:n varmuustasolla on 95 %:n todennäköisyydelle, että tarkastettava suure ei ylitä konservatiiviselle analyysimenetelmälle asetettua hyväksymisrajaa. [2019-09-02 ]

603. Hallitun ja turvallisen tilan saavuttamista koskevia vaatimuksia on esitetty ohjeen YVL B.1 luvussa 4.3. [2013-11-15 ]

604. Radioaktiivisten aineiden päästöjen ja niistä aiheutuvien säteilyannosten rajoitukset odotettavissa oleville käyttöhäiriöille ja onnettomuuksille asetetaan ydinenergia-asetuksen 22 b §:ssä. [2019-09-02 ]

605. Hyväksymisvaatimukset automaation vikaantumisen analyyseistä esitetään ohjeen YVL B.1 luvussa 5.2. [2013-11-15 ]

606. Ydinvoimalaitoksen painelaitteiden lujuustarkasteluja koskevat hyväksymisvaatimukset on esitetty ohjeessa YVL E.4. [2013-11-15 ]

607. Poistettu. [2019-09-02 ]

### 6.2 Odotettavissa olevat käyttöhäiriöt

608. Odotettavissa olevana käyttöhäiriönä vaatimuksen 414 kohdan 1 oletuksilla analysoitava yksittäisen toiminnassa olevan laitteen vikaantuminen tai virhetoiminto laitoksen normaalin käytön aikana ei saa johtaa tarpeeseen käynnistää oletettujen onnettomuuksien varalle suunniteltuja järjestelmiä. [2019-09-02 ]

609. Odotettavissa olevana käyttöhäiriönä vaatimuksen 414 kohdan 1 oletuksilla analysoitavan tapahtuman hyväksymisvaatimuksena on se, että primääripiirin suunnittelupainetta ei ylitetä eikä yksikään primääripiirin varoventtiili avaudu. [2019-09-02 ]

610. Polttoaineen eheyttä koskevat hyväksymisvaatimukset odotettavissa oleville käyttöhäiriöille esitetään ohjeen YVL B.4 luvussa 4. [2013-11-15 ]

611. Hyväksymisvaatimukset ydinvoimalaitoksen paineenhallinnalle odotettavissa olevissa käyttöhäiriöissä esitetään ohjeen YVL B.5 luvussa 4.2. [2013-11-15 ]



612. Suojarakennusta koskeva tiiviysvaatimus odotettavissa oleville käyttöhäiriöille esitetään STUKin määräyksen STUK Y/1/2018 10 §:ssä. [2019-09-02 ]

### **6.3 Oletetut onnettomuudet**

613. Polttoaineen eheyttä koskevat hyväksymisvaatimukset oletetuille onnettomuuksille esitetään ohjeen YVL B.4 luvussa 4. [2013-11-15 ]

614. Vaatimuksia ydinvoimalaitoksen ylipainesuojaukselle ja paineen alentamiselle oletetuissa onnettomuuksissa esitetään ohjeen YVL B.5 luvuissa 4.3 ja 4.4. [2013-11-15 ]

615. Oletettuihin onnettomuuksiin kuuluvan ylipainesuojausanalyysin hyväksymisvaatimus on, että suojattavan kohteen paine ei ylitä painetta, joka on 1,1 kertaa suojattavan kohteen suunnittelupaine. [2013-11-15 ]

616. Suojarakennusta koskevat vaatimukset oletetuille onnettomuuksille esitetään STUKin määräyksen STUK Y/1/2018 10 §:ssä ja ohjeen YVL B.6 luvussa 3. [2019-09-02 ]

### **6.4 Oletettujen onnettomuuksien laajennus**

617. Polttoaineen eheyttä koskevat hyväksymisvaatimukset oletettujen onnettomuuksien laajennukselle esitetään ohjeen YVL B.4 luvussa 4. [2013-11-15 ]

618. Oletettujen onnettomuuksien laajennuksiin kuuluvan ylipainesuojausanalyysin hyväksymisvaatimus on, että suojattavan kohteen paine ei ylitä painetta, joka on 1,2 kertaa suojattavan kohteen suunnittelupaine. [2013-11-15 ]

### **6.5 Vakavat reaktorionnettomuudet**

619. Vaatimuksia jäähdytyspiirin paineen alentamiselle vakavissa reaktorionnettomuuksissa esitetään STUKin määräyksen STUK Y/1/2018 10 §:ssä ja ohjeen YVL B.5 luvussa 4.4. [2019-09-02 ]

620. Suojarakennusta koskevat vaatimukset vakaville reaktorionnettomuuksille esitetään ohjeen YVL B.6 luvussa 3. [2019-09-02 ]

## 7 Säteilyturvakeskukselle toimitettavat asiakirjat

701. Ydinvoimalaitoksen lupakäsittelyä varten Säteilyturvakeskukselle toimitettavat asiakirjat on esitetty ohjeessa YVL A.1 "Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta". [2019-09-02 ]

702. Osana periaatepäätösvaiheessa toimitettavaa soveltuvuus selvitystä luvanhakijan on osoitettava, että analyysien suorittajalla on riittävät valmiudet tehdä alustavan turvallisuusselosteen häiriö- ja onnettomuusanalyysit ohjeen YVL B.3 edellyttämällä tavalla. [2013-11-15 ]

703. Alustavassa turvallisuusselosteessa on esitettävä kuvaus häiriö- ja onnettomuusanalyseissa käytettävistä laskentamenetelmistä ja niiden kelpuutuksesta sekä järjestelmien teknisten ratkaisujen hyväksyttävyyden osoittavat alustavat häiriö- ja onnettomuusanalyysit. [2013-11-15 ]

703a. Turvallisuuden kannalta tärkeiden järjestelmien muutoksista tai yksityiskohtaisesta suunnittelusta rakentamisluvan myöntämisen jälkeen on toimitettava suunnitteluratkaisujen hyväksyttävyyden osoittavat häiriö- ja onnettomuusanalyysit osana muutosaineistoa. [2019-09-02 ]

704. Lopullisessa turvallisuusselosteessa on esitettävä kuvaus häiriö- ja onnettomuusanalyseissa käytettävistä laskentamenetelmistä ja niiden kelpuutuksesta sekä järjestelmien teknisten ratkaisujen hyväksyttävyyden osoittavat lopulliset häiriö- ja onnettomuusanalyysit. [2013-11-15 ]

705. Alustavassa ja lopullisessa turvallisuusselosteessa on esitettävä analyysien keskeiset tulokset. Tarkemmat tiedot analyseissa käytetyistä oletuksista ja laskentamenetelmistä voidaan esittää joko turvallisuusselosteessa tai aihekohtaisissa raporteissa. [2013-11-15 ]

706. Alustavan ja lopullisen turvallisuusselosteen yhteydessä Säteilyturvakeskukselle on lähetettävä tiedoksi vaatimuksen 404 mukainen kuvaus analyseissa käytettävistä malleista. [2013-11-15 ]

707. Alustavan turvallisuusselosteen analyseissa laitos on kuvattava niin tarkoin, kuin se on suunnittelun tässä vaiheessa mahdollista, jotta laitoksen toiminta odotettavissa olevissa käyttöhäiriöissä ja onnettomuuksissa kaikissa käyttötilanteissa voidaan analysoida. [2013-11-15 ]

708. Käyttölupaa varten tehtävissä analyseissa laitos on kuvattava niin, että se vastaa sitä laitosta, jolle käyttölupaa haetaan. [2013-11-15 ]

709. Käytössä olevaa laitosta varten tehtävissä analyyseissä laitos on kuvattava niin, että se vastaa toteutettua tai meneillään olevissa muutostöissä toteutettavaa laitosta. [2013-11-15 ]

710. Käytössä olevalle ydinvoimalaitokselle suunniteltavista turvallisuuden kannalta tärkeiden järjestelmien muutoksista on periaatesuunnitelman yhteydessä toimitettava arvio muutoksen vaikutuksista laitoksen käyttäytymiseen häiriö- ja onnettomuustilanteissa sekä yhteenveto suunnitteluanalyysien tuloksista. Lopulliset hyväksyttävyyden osoittavat häiriö- ja onnettomuusanalyysit on toimitettava osana ennakkotarkastusaineistoa. [2019-09-02 ]

711. Määräaikaisen turvallisuusarvioinnin yhteydessä luvanhaltijan on arvioitava häiriö- ja onnettomuusanalyysien kattavuus ja ajantasaisuus sekä tarvittaessa päivitettävä analyysit lopulliseen turvallisuusselosteeseen. [2019-09-02 ]

## 8 Säteilyturvakeskuksen valvontamenettelyt

801. Periaatepäätösvaiheessa STUK tarkastaa periaatepäätöshakemuksen liitteenä toimitetun soveltuvuus selvityksen ja siinä esitetyn kuvauksen häiriö- ja onnettomuusanalyysissa käytettävistä laskentamenetelmistä. STUK laatii tarkastuksen perusteella alustavan turvallisuusarvion. [2013-11-15 ]

802. STUK tarkastaa rakentamislupahakemuksen liitteenä toimitetun alustavan turvallisuusselosteen, siihen kuuluvat häiriö- ja onnettomuusanalyysit ja käytettyjen laskentamenetelmien kelpuutuksen. STUK laatii tarkastuksen perusteella turvallisuusarvion. [2013-11-15 ]

803. STUK tarkastaa käyttölupahakemuksen liitteenä toimitetun lopullisen turvallisuusselosteen, siihen kuuluvat häiriö- ja onnettomuusanalyysit ja käytettyjen laskentamenetelmien kelpuutuksen. STUK laatii tarkastuksen perusteella turvallisuusarvion. [2013-11-15 ]

804. Käytössä olevalle ydinvoimalaitokselle STUK tarkastaa ja tarkastuksen perusteella hyväksyy järjestelmämuutoksista tehtävät periaatesuunnitelmat, ennakkotarkastusaineistot ja muutokset lopulliseen turvallisuusselosteeseen. [2013-11-15 ]

805. Rakentamis- ja käyttölupavaiheessa sekä tarvittaessa laitoksen käytön aikana STUK tekee itse tai teettää ulkopuolisella asiantuntijaorganisaatiolla riippumattomat vertailuanalyysit tärkeimmistä laitoksen järjestelmien mitoitukseen vaikuttavista alkutapahtumista. [2019-09-02 ]

## 9 Viitteet

1. Ydinenergi laki (990/1987). [2013-11-15 ]
2. Ydinenergia-asetus (161/1988). [2013-11-15 ]
3. Säteilyturvakeskuksen määräys ydinvoimalaitosten turvallisuudesta (STUK Y/1/2018). [2019-09-02 ]
4. Safety Assessment for Facilities and Activities, General Safety Requirements. IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 4 (Rev. 1). IAEA, Vienna 2016. [2019-09-02 ]
5. Deterministic Safety Analysis for Nuclear Power Plants. IAEA Specific Safety Guide No. SSG-2. IAEA, Vienna 2009. [2013-11-15 ]
6. Poistettu. [2019-09-02 ]
7. Best Estimate Safety Analysis for Nuclear Power Plants: Uncertainty Evaluation. IAEA Safety Reports Series No. 52. IAEA, Vienna 2008. [2013-11-15 ]
8. Safety of Nuclear Power Plants: Design. IAEA Safety Standards Series No. SSR-2/1 (Rev. 1). IAEA, Vienna 2016. [2019-09-02 ]

# Määritelmät

---

## **Alkutapahtuma (initiating event)**

Alkutapahtumalla tarkoitetaan yksilöityä tapahtumaa, joka johtaa odotettavissa oleviin käyttöhäiriöihin tai onnettomuustilanteisiin.

## **Hallittu tila (controlled state)**

Hallitulla tilalla tarkoitetaan tilaa, jossa reaktori on sammutettu ja sen jälkilämmön poisto on turvattu. (STUK Y/1/2018)

## **Hallittu tila vakavan reaktorionnettomuuden jälkeen (controlled state following a severe reactor accident)**

Hallitulla tilalla vakavan reaktorionnettomuuden jälkeen tarkoitetaan tilaa, jossa jälkilämmön poisto reaktorisydämen jäänteistä ja suojarakennuksesta on turvattu, reaktorisydämen jäänteiden lämpötila on vakaa tai laskussa, reaktorisydämen jäänteet ovat muodossa, jossa ei ole vaaraa uudelleenkriittisyydestä eikä reaktorisydämen jäänteistä enää vapaudu merkittäviä määriä fissiotuotteita. (STUK Y/1/2018)

## **Järjestelmä (system)**

Järjestelmällä tarkoitetaan laitteista ja rakenteista muodostuvaa kokonaisuutta, joka suorittaa määritetyn toiminnon.

## **Järjestelmän vähimmäissuorituskyky (minimum system performance)**

Järjestelmän vähimmäissuorituskyky saadaan, kun tehdään seuraavat oletukset:

1. Otetaan huomioon alkutapahtuman seurausvaikutukset (esim. laitteiden rikkoutuminen).
2. Lisäksi valitaan järjestelmän toimintaa eniten haittaava vikayhdistelmä ohjeen YVL B.1 vaatimuksen 442 mukaisesti. Reaktorin pikasulkujärjestelmään oletetaan lisäksi reaktiivisuusvaikutukseltaan pahin yksittäisvika.
3. Valitaan kullekin toimivalle laitteelle käyttöarvot, jotka määräaikaissä testeissä vastaavat laitteiden toiminnalle asetettuja hyväksymisrajoja.

## **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.

## **Kelpuutus (validation)**

Kelpuutuksella tarkoitetaan objektiiviseen näyttöön perustuvaa varmistumista siitä, että tiettyä käyttöä tai soveltamista koskevat vaatimukset on täytetty.

### **Konservatiivinen analyysimenetelmä (conservative analysis method)**

Konservatiivisella analyysimenetelmällä tarkoitetaan sellaista turvallisuusanalyysin tekotapaa, jossa käytettäviin laskentamalleihin ja alkuoletuksiin liittyvät epävarmuudet otetaan huomioon niin, että analysoitavan tapahtuman seuraukset olisivat hyvällä varmuudella lievempiä kuin analyysituloksella osoittaa.

### **Kriittisyysongelma (criticality accident)**

Kriittisyysongelmalla tarkoitetaan onnettomuutta, jonka aiheuttaa hallitsematon fissioiden ketjureaktio. (STUK Y/1/2018)

### **Kuormitusten analyysi (load analysis)**

Kuormitusten analyysillä tarkoitetaan koko elinkaaren kattavaa laskennallista määrittelyä niille mekaanisille ja termisille rasituksille (käyttökuormituksille, service loadings), joita laite kokee suunnittelun perusteena olevissa laitoksen käyttötilanteissa ja onnettomuuksissa, kun huomioon otetaan käyttöä, vaadittuja toimintoja sekä tapahtumien kulkua koskevat ohjeet, spesifikaatiot ja analyysit.

### **Normaali käyttötilanne (normal operating conditions)**

Normaaleilla käyttötilanteilla tarkoitetaan ydinlaitoksen suunnitellun mukaista käyttöä ohjeiden mukaisesti. Normaaleja käyttötilanteita ovat myös testaukset, laitoksen ylös- ja alasajo, huolto ja ydinpolttoaineen vaihto. (STUK Y/1/2018)

YVL-ohjeissa käytetään myös termiä normaali käyttö, joka tarkoittaa samaa kuin normaali käyttötilanne.

### **Odotettavissa oleva käyttöhäiriö (anticipated operational occurrence)**

Odotettavissa olevalla käyttöhäiriöllä tarkoitetaan sellaista poikkeamaa normaaleista käyttötilanteista, jonka voidaan odottaa esiintyvän yhden tai useamman kerran sadan käyttövuoden aikana. (YEA 161/1988)

### **Oletettu onnettomuus (postulated accident)**

Oletetulla onnettomuudella tarkoitetaan sellaista poikkeamaa normaaleista käyttötilanteista, jonka voidaan olettaa esiintyvän harvemmin kuin kerran sadassa käyttövuodessa, pois lukien oletetun onnettomuuden laajennukset, ja josta ydinlaitoksen edellytetään selviytyvän ilman vakavia polttoaineaurioita, vaikka yksittäisiä turvallisuuden kannalta tärkeiden järjestelmien laitteita olisi käyttökunnottomina huoltotöiden tai vikojen johdosta; oletetut onnettomuudet jaetaan niiden alkutapahtumataajuuden perusteella kahteen luokkaan: a) luokan 1 oletetut

onnettomuudet, joiden voidaan olettaa esiintyvän harvemmin kuin kerran sadassa käyttövuodessa, mutta vähintään kerran tuhannessa käyttövuodessa; b) luokan 2 oletetut onnettomuudet, joiden voidaan olettaa esiintyvän harvemmin kuin kerran tuhannessa käyttövuodessa. (YEA 161/1988)

### **Oletetun onnettomuuden laajennus (design extension condition)**

Oletetun onnettomuuden laajennuksella tarkoitetaan:

- a) onnettomuutta, jossa odotettavissa olevaan käyttöhäiriöön tai luokan 1 oletettuun onnettomuuteen liittyy turvallisuustoiminnon toteuttamiseen tarvittavassa järjestelmässä esiintyvä yhteisvika;
- b) onnettomuutta, jonka aiheuttaa todennäköisyysperusteisen riskianalyysin perusteella merkittäväksi tunnistettu vikayhdistelmä; tai
- c) onnettomuutta, jonka aiheuttaa harvinainen ulkoinen tapahtuma, ja josta laitoksen edellytetään selviytyvän ilman vakavia polttoainevaurioita.

(YEA 161/1988)

### **Paineenhallinta-analyysi (pressure control analysis)**

Paineenhallinta-analyysillä tarkoitetaan analyysiä, jonka avulla osoitetaan, että paineenhallintajärjestelmät täyttävät niille asetetut suunnitteluvaatimukset.

### **Parhaan arvion menetelmä (best estimate method)**

Parhaan arvion menetelmällä tarkoitetaan sellaista turvallisuusanalyysin tekotapaa, jossa tarkasteltavan ilmiön fysikaalinen mallinnus on mahdollisimman realistinen ja laskennan alkuoletukset valitaan realistisesti.

### **Turvallinen tila (safe state)**

Turvallisella tilalla tarkoitetaan tilaa, jossa reaktori on sammutettu ja paineeton, ja sen jälkilämmön poisto on turvattu. (STUK Y/1/2018)

### **Turvallinen tila vakavan reaktorionnettomuuden jälkeen (safe state following a severe reactor accident)**

Turvallisella tilalla vakavan reaktorionnettomuuden jälkeen tarkoitetaan tilaa, jossa vakavan reaktorionnettomuuden hallitun tilan ehdot täytyvät ja lisäksi suojarakennuksen sisäpuolella vallitseva paine on niin alhainen, että vuoto suojarakennuksesta on vähäinen, vaikka suojarakennus ei olisi tiivis. (STUK Y/1/2018)

### **Turvallisuuden kannalta tärkeä järjestelmä/rakenne/laitte (system/structure/component important to safety)**

Turvallisuuden kannalta tärkeällä järjestelmällä, rakenteella ja laitteella tarkoitetaan



turvallisuusluokkiin 1, 2 ja 3 kuuluvia järjestelmiä, rakenteita ja laitteita sekä luokkaan EYT/STUK kuuluvia järjestelmiä.

### **Turvallisuusluokiteltu järjestelmä/rakenne/laitte (safety-classified system/structure/component)**

Turvallisuusluokitellulla järjestelmällä, rakenteella ja laitteella tarkoitetaan järjestelmää, rakennetta tai laitetta, joka on luokiteltu niiden turvallisuusmerkityksen mukaan eri turvallisuusluokkiin.

### **Turvallisuustoiminnot (safety functions)**

Turvallisuustoiminnoilla tarkoitetaan turvallisuuden kannalta tärkeitä toimintoja, joiden tarkoituksena on hallita häiriötilanteita tai ehkäistä onnettomuustilanteiden syntyminen tai eteneminen tai lieventää onnettomuustilanteiden seurauksia. (STUK Y/1/2018)

### **Vakava reaktorionnettomuus (severe reactor accident)**

Vakavalla reaktorionnettomuudella tarkoitetaan onnettomuutta, jossa huomattava osa reaktorissa olevasta polttoaineesta menettää alkuperäisen rakenteensa. (STUK Y/1/2018)

### **Vikakriteeri (N+1) (failure criterion (N+1))**

(N+1)-vikakriteerillä tarkoitetaan samaa kuin kuin yksittäisvikakriteerillä. Turvallisuustoiminto on pystyttävä toteuttamaan, vaikka mikä tahansa toimintoa varten suunniteltu yksittäinen laite vikaantuisi.

### **Vikakriteeri (N+2) (failure criterion (N+2))**

(N+2)-vikakriteerillä tarkoitetaan sitä, että ydinvoimalaitoksen tärkeimmät hallittuun tilaan siirtymiseksi ja siinä pysymiseksi tarvittavat turvallisuustoiminnot on pystyttävä toteuttamaan oletetuissa onnettomuuksissa, vaikka mikä tahansa toimintoon liittyvän järjestelmän yksittäinen laite olisi käyttökunnon ja vaikka mikä tahansa toinen saman turvallisuustoiminnon toteuttamiseen osallistuvan järjestelmän tai sen toiminnan kannalta välttämättömän tukijärjestelmän laite olisi samanaikaisesti poissa käytöstä sen tarvitseman korjauksen, huollon tai koestuksen vuoksi.

### **Yksittäisvika (single failure)**

Yksittäisvialla tarkoitetaan yksittäistä vikaa, jonka seurauksena järjestelmä, laite tai rakenne ei pysty toteuttamaan sille määriteltyä toimintoa.

### **Yksittäisvikakriteeri (single failure criterion)**

Yksittäisvikakriteeri, (N+1)-vikakriteeri tarkoittaa, että turvallisuustoiminto on pystyttävä toteuttamaan, vaikka mikä tahansa toimintoa varten suunniteltu yksittäinen laite vikaantuisi.