

YDINVOIMALAITOKSEN DETERMINISTISET TURVALLISUUSANALYYSIT

1	JOHDANTO	3
2	SOVELTAMISALA	3
2.1	Muita ohjeita turvallisuusanalyysille	3
2.2	Sivuvia ohjeita	4
3	ANALYSOITAVAT TAPAHTUMAT	4
4	LAITOKSEN KÄYTTÄYTYMISTÄ KOSKEVAT ANALYYSIT	4
4.1	Yleistä	4
4.2	Analyysimenetelmät	5
4.3	Analyyseissä käytettävät oletukset	5
4.3.1	Odotettavissa olevien käyttöhäiriöiden analyyseissä käytettävät oletukset	5
4.3.2	Oletettujen onnettomuuksien analyyseissä käytettävät oletukset	6
4.3.3	Oletettujen onnettomuuksien laajennuksen analyyseissä käytettävät oletukset	6
4.3.4	Vakavien reaktorionnettomuuksien analyyseissä käytettävät oletukset	6
4.3.5	Jäähdytyspiirin paineenhallintaan liittyvissä analyyseissä käytettävät oletukset	6
5	PÄÄSTÖJÄ JA SÄTEILYANNOKSIA KOSKEVAT ANALYYSIT	7
5.1	Analysoitavat tapahtumat	7
5.2	Analyysimenetelmät	7
5.3	Päästöjen ja säteilyannosten analyyseissa käytettävät oletukset	7
5.3.1	Yleiset oletukset	7
5.3.2	Polttoaineen käsittelyyn liittyvien oletettujen onnettomuuksien oletukset	8
5.3.3	Radioaktiivisten aineiden leviäminen ympäristöön	9
6	TULOKSILLE ASETETTAVAT HYVÄKSYMISVAATIMUKSET	9
6.1	Yleiset vaatimukset	9
6.2	Odotettavissa olevat käyttöhäiriöt	9
6.3	Oletetut onnettomuudet	9
6.4	Oletettujen onnettomuuksien laajennus	10
6.5	Vakavat onnettomuudet	10

jatkuu

Uusien ydinlaitosten osalta tämä ohje on voimassa 1.12.2013 alkaen toistaiseksi. Rakenteilla olevilla ja käyväillä ydinlaitoksilla tämä ohje saatetaan voimaan erillisellä STUKin päätöksellä. Ohje kumoaa ohjeen YVL 2.2.

Ensimmäinen painos
Helsinki 2013

ISBN 978-952-478-859-5 (nid.) Kopijyvä Oy 2013
ISBN 978-952-478-860-1 (pdf)
ISBN 978-952-478-861-8 (html)

7	SÄTEILYTURVAKESKUKSELLE TOIMITETTAVAT ASIAKIRJAT	10
8	SÄTEILYTURVAKESKUKSEN VALVONTAMENETTELYT	11
	MÄÄRITELMÄT	11

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 turvallisuusvaatimusten 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.*

1 Johdanto

101. IAEA:n yleiset turvallisuusvaatimukset [3] edellyttävät ydinvoimalaitoksen turvallisuuden arviointia. Ohjeessa YVL B.3 esitetään ydinvoimalaitoksen deterministisiä turvallisuusanalyysijä koskevat vaatimukset.

102. Valtioneuvoston asetuksen VNa 717/2013 3 §:n mukaan ydinvoimalaitoksen turvallisuutta on arvioitava rakentamislupaa ja käyttö-lupaa haettaessa, laitosmuutosten yhteydessä sekä määräaikaisten turvallisuusarviointien yhteydessä laitoksen käytön aikana. Turvallisuusarvion yhteydessä on osoitettava, että ydinvoimalaitos on suunniteltu ja toteutettu siten, että turvallisuusvaatimukset täyttyvät. Turvallisuusarvion tulee kattaa laitoksen kaikki käyttötilat. Ydinvoimalaitoksen turvallisuutta on arvioitava myös tapahtuneen onnettomuuden jälkeen ja, mikäli tarpeellista, turvallisuustutkimusten tulosten perusteella.

103. Valtionneuvoston asetuksen VNa 717/2013 3 §:n mukaan ydinvoimalaitoksen turvallisuutta ja sen turvallisuusjärjestelmien teknisiä ratkaisuja on arvioitava ja perusteltava analyttisesti ja tarvittaessa kokeellisesti. Analyttisiä menetelmiä ovat häiriö- ja onnettomuusanalyysit, sisäisten ja ulkoisten vaikutusten analyysit, lujuusanalyysit, vikasietoisuusanalyysit, vika- ja vaikutusanalyysit sekä todennäköisyysperusteiset riskianalyysit. Analyysijä on ylläpidettävä ja tarvittaessa täsmennettävä ottaen huomioon oman laitoksen ja muiden ydinvoimalaitosten käyttökokemukset, turvallisuustutkimuksen tulokset, laitosmuutokset ja laskentamenetelmissä tapahtuva kehitys.

104. Valtionneuvoston asetuksen VNa 717/2013 3 §:n mukaan turvallisuusvaatimusten täyttymisen osoittamiseen käytettävien analyttisten menetelmien on oltava luotettavia ja kelpoistettuja käyttötarkoitukseensa. Analyysien avulla on osoitettava, että turvallisuusvaatimukset täyttyvät suurella varmuudella. Tulosten epävarmuus on arvioitava ja otettava huomioon turvallisuusmarginaaleja määriteltäessä.

105. Valtioneuvoston asetuksen VNa 717/2013 9 ja 10 §:ssä asetetaan radioaktiivisten aineiden annos- ja päästörajat odotettavissa oleville käyttöhäiriöille, oletetuille onnettomuuksille, oletettujen onnettomuuksien laajennukselle ja vakaville onnettomuuksille.

106. Valtioneuvoston asetuksen VNa 717/2013 13 §:ssä asetetaan periaatteet polttoaineen, primääri- ja sekundääripiirin sekä suojarakennuksen eheyden varmistamiseksi laitoksen normaaleissa käyttötilanteissa, käyttöhäiriöissä ja onnettomuuksissa.

2 Soveltamisala

201. Ohjetta YVL B.3 sovelletaan determinististen turvallisuusanalyysien laatimiseen uusien ydinvoimalaitosten lupakäsittelyssä, käytössä olevien ydinvoimalaitosten laitosmuutoksissa ja ydinvoimalaitosten määräaikaissä turvallisuuksiarvioissa.

202. Ohjeen soveltamisesta muihin ydinlaitoksiin tehdään erillinen soveltamis päätös.

2.1 Muita ohjeita turvallisuusanalyysille

203. Vaatimukset ydinvoimalaitoksen riskien hallinnalle ja todennäköisyysperusteisille riskianalyysille esitetään ohjeessa YVL A.7.

204. Vaatimus reaktorin ja polttoaineen käyttäytymisselvityksestä esitetään ohjeessa YVL A.6, vaatimus 608.

205. Vaatimus kriittisysonnettomuuden ehkäisemiseksi tehtävistä analyysistä esitetään ohjeen YVL B.4 luvussa 5.

206. Ydinvoimalaitoksen varautuminen sisäisiin ja ulkoisiin uhkiin ja niitä koskevat analyysimenetelmät esitetään ohjeessa YVL B.7.

207. Vaatimukset päästöjen ja säteilyannosten arvioinnille esitetään ohjeessa YVL C.4.

208. Vaatimukset valmiustilanteita ja valmiussuunnitelmaa varten tehtävistä analyysistä esitetään ohjeessa YVL C.5.

209. Vaatimukset ydinvoimalaitoksen primääripiirin ja muiden ydinteknisesti tärkeiden painelaitteiden jännitysanalyyseistä, haurasmurtuma-analyyseistä ja vuoto ennen murtumaa -analyyseistä esitetään ohjeessa YVL E.4.

210. Vaatimukset automaation vikaantumisen analyyseistä esitetään ohjeeseen YVL B.1 luvussa 5.2.

2.2 Sivuvia ohjeita

211. Ohjeessa YVL B.1 esitetään deterministisissä turvallisuusanalyyseissä käytettävät vikaoletukset ja vaatimukset hallitun ja turvallisen tilan saavuttamiselle.

212. Hyväksymisvaatimukset ydinpolttoaineelle esitetään ohjeessa YVL B.4

213. Hyväksymisvaatimuksia ydinvoimalaitoksen paineenhallinnalle esitetään ohjeessa YVL B.5.

214. Hyväksymisvaatimukset ydinvoimalaitoksen suojarakennuksen eheydelle esitetään ohjeessa YVL B.6.

3 Analysoitavat tapahtumat

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

302. Analysoitavat tapahtumat on valittava niin, että ydinvoimalaitoksen käyttäytyminen häiriöissä ja onnettomuuksissa sekä häiriöiden ja onnettomuuksien päästöt ja säteilyannokset selvitetään kattavasti.

303. Ohjaajien toiminta on arvioitava siten, että onnettomuuden hallinnassa tarvittavat keskeiset ohjaajatoimenpiteet voidaan tunnistaa ja ohjaajien mahdollisten virhetoimintojen vaikutus arvioida.

304. Kunkin turvallisuustoimintoja suorittavan järjestelmän aiheeton käynnistyminen on käsiteltävä alkutapahtumana.

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.

306. Paineenhallinta-analyysit on tehtävä myös matalille käyttölämpötiloille. Ydinvoimalaitoksen ferriittisestä teräksestä valmistettujen turvallisuusluokan 1 painelaitteiden rasitetuimmille osille on tehtävä ohjeeseen YVL E.4 luvun 6 mukainen haurasmurtuma-analyysi.

307. Ydinvoimalaitoksen pääosien laitteiden käyttökuormitukset ja niiden toistuvuus koko elinajan aikana on analysoitava. Näihin kuuluvat myös sallitut kuormitukset korkeissa ja matalissa käyttölämpötiloissa. Sallittujen kuormitusten perusteella on määritettävä normaalien käyttötilanteiden paine- ja lämpötila-alueet, joilla laitteita voidaan turvallisesti käyttää. Vaatimukset ydinvoimalaitoksen primääripiirin ja muiden turvallisuuden kannalta tärkeiden ydinteknistien painelaitteiden kuormituksista ja lujuusanalyseista esitetään ohjeessa YVL E.4.

308. Vakavien reaktorionnettomuuksien analyysien on katettava vakavan reaktorionnettomuuden hallintastrategian vaatimat toimenpiteet ja ilmiöt.

4 Laitoksen käyttäytymistä koskevat analyysit

4.1 Yleistä

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

402. Odotettavissa olevat käyttöhäiriöt ja onnettomuudet on analysoitava tilanteen käynnistävästä alkutapahtumasta turvalliseen tilaan asti.

4.2 Analyysimenetelmät

403. Analyysimenetelmien soveltuvuus käyttötarkoitukseensa on perusteltava.

404. Analyyseissä käytettävistä malleista ja laskentamenetelmistä on esitettävä kuvaus. Mallit on kuvattava sellaisella tarkkuudella, joka mahdollistaa niillä tehtyjä analyysejä varmentavat vertailevat analyysit. Kuvauksessa esitettäviä tietoja ovat laitosta tai sen osaa kuvaava analyysimalli (esim. mallissa käytetty noodijako), perustelu valituille malliparametreille sekä analyyseissä käytetyt laitostiedot tai viittaus lähteeseen, josta laitostiedot ovat saatavissa.

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

406. Laskentamenetelmissä käytettävät laitos- ja polttoainetyypikohtaiset kokeelliset korrelaatiot on perusteltava esittämällä se mittausaineisto, josta korrelaatiot on johdettu. Jos korrelaatio on yleisesti tunnettu ja mittausaineisto on julkisesti saatavilla, riittää viittaus kirjallisuuslähteisiin.

407. Jos käytettävissä ei ole luotettavia laskentamenetelmiä, teknisen ratkaisun hyväksyttävyyden on perusteltava kokeellisesti.

408. Laitoksen käyttäytymistä koskeissa analyyseissä on käytettävä vaihtoehtoisesti joko konservatiivista analyysimenetelmää täydennettynä herkkyystarkasteluilla tai parhaan arvion menetelmää täydennettynä epävarmuusanalyysillä.

409. Konservatiivisia analyysejä täydentävillä herkkyystarkasteluilla on kartoitettava lopputulosten herkkyys käytettyjen analyysimallien, alkutilan ja keskeisten parametrien suhteen.

410. Käytettäessä parhaan arvion menetelmää on sen yhteydessä esitettävä tilastomatematiikalla perusteltavissa oleva epävarmuusanalyysi.

Esimerkkejä tällaisista menetelmistä on esitetty viitteessä [6].

4.3 Analyyseissä käytettävät oletukset

411. Konservatiivisten analyyssien alkutilan ja parametrivalintojen konservatiivisuus on perusteltava. Jos lopputuloksen hyväksyttävyyden kannalta epäedullisin valinta ei ole yksiselitteinen, on esitettävä tuloksia parametrin koko vaihtelualueelta.

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

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.

4.3.1 Odotettavissa olevien käyttöhäiriöiden analyyseissä käytettävät oletukset

414. Odotettavissa olevat käyttöhäiriöt on analysoitava kahdella tavalla seuraavasti:

1. Kaikki laitoksen järjestelmät toimivat suunnitellulla tavalla lukuun ottamatta alkutapahtumana tarkasteltavaa vikaa tai ohjausvirhettä seurausvaikutuksineen.
- 2a Turvallisuusluokittelemattomien järjestelmien käynnistymistä ei saa olettaa tapahtuman seurauksia lieventävinä järjestelminä. Turvallisuusluokittelemattomien järjestelmien toiminta on oletettava, mikäli järjestelmä suunnitellulla tavalla toimiessaan voi pahentaa alkutapahtuman seurauksia.
- 2b Turvallisuusluokkiin 2 tai 3 kuuluviin, odotettavissa olevien käyttöhäiriöiden tai oletettujen onnettomuuksien varalle suunniteltuihin järjestelmiin on oletettava tapahtuman seurausten kannalta rajoittavin vika ohjeen YVL B.1 luvussa 4.3 esitettyjen vikakriteerien mukaisesti.
- 2c Kullekin toimivalle laitteelle on valittava käyttöarvot, jotka määräaikaissa testeissä vastaavat laitteiden toiminnalle asetettuja hyväksymisrajoja.

4.3.2 Oletettujen onnettomuuksien analyyseissä käytettävät oletukset

415. Oletetuissa onnettomuuksissa turvallisuusluokitelluille järjestelmille on oletettava niiden vähimmäissuorituskyky.

416. Turvallisuusluokittelemattomien järjestelmien käynnistymistä ei saa olettaa onnettomuuden seurauksia lieventävinä järjestelminä. Turvallisuusluokittelemattomien järjestelmien käynnistyminen on oletettava, mikäli järjestelmä suunnitellulla tavalla toimiessaan voi pahentaa alkutapahtuman seurauksia.

417. Luokan 2 oletettujen onnettomuuksien analyyseissä saa alkutapahtumasta hallittuun tilaan asti olettaa vain turvallisuusluokan 2 järjestelmät tapahtuman seurauksia lieventävinä järjestelminä. Alempien turvallisuusluokkien järjestelmien toiminta on oletettava, mikäli järjestelmä suunnitellulla tavalla toimiessaan voi pahentaa alkutapahtuman seurauksia.

418. Oletettuihin onnettomuuksiin on yhdistettävä oletus ulkoisen sähköverkon menetyksestä, mikäli se voi pahentaa alkutapahtuman seurauksia.

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 seurauksivaikutukset.

420. Samanaikaista ulkoisen sähköverkon menetystä ei oletettujen onnettomuuksien laajennusanalyyseissä tarvitse yhdistää muuhun alkutapahtumaan, ellei se ole todennäköinen seurauksivaikutus alkutapahtumasta.

421. Oletettujen onnettomuuksien laajennusta käsitteleviä onnettomuuksia analysoitaessa laitoksen alkutilaa ja toimivien osajärjestelmien suorituskykyä koskeviin oletuksiin voidaan soveltaa parhaan arvion menetelmää.

422. Kun parhaan arvion menetelmää sovelletaan oletettujen onnettomuuksien laajennuksiin, analyysijä ei tarvitse täydentää vaatimuksen 410 mukaisella epävarmuusanalyysillä.

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.

424. Kun parhaan arvion menetelmää sovelletaan vakaviin onnettomuuksiin, analyysijä ei tarvitse täydentää vaatimuksen 410 mukaisella epävarmuusanalyysillä.

425. Vakavien reaktorionnettomuuksien analyyseissä on vakavien onnettomuuksien hallintaan suunniteltuihin järjestelmiin oletettava niiden toimintaa eniten haittaava vika ohjeen YVL B.1 luvussa 4.3 esitetyn vikakriteerin mukaisesti. Analyyseissä on lisäksi oletettava alkutapahtuman seurauksivaikutukset.

426. Vakavan reaktorionnettomuuden hallintastrategian mukaisiin toimenpiteisiin kuuluva aika ja muut toimenpiteiden suoritusedellytyksiin liittyvät tekijät (esimerkiksi paikallisesti ohjattavien laitteiden luokse päästävyys) on perusteltava.

427. Vedyn hallintastrategiaa perustelevissa analyyseissä on erikseen arvioitava niitä tilanteita, joissa vedyn tuottonopeus kasvaa.

4.3.5 Jäähdytyspiirin paineenhallintaan liittyvissä analyyseissä käytettävät oletukset

428. Jäähdytyspiirin paineenhallinta-analyysit odotettavissa oleville käyttöhäiriöille tehdään ainoastaan vaatimuksen 414 alakohdassa 1 esitetyllä tavalla.

429. Jäähdytyspiirin paineenhallinnan analyysit onnettomuuksille on tehtävä luvuissa 4.3.2–4.3.4 esitetyllä tavalla.

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:

kokonaismäärä 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., 4., 9. 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.

431. Matalien käyttölämpötilojen paineenhallinta-analyyseissä häiriö- ja onnettomuustilanteet tulee tarkastella ohjeen YVL E.4 mukaisina käyttökuormituksina B, C tai D. Kuormitusten ryhmittely on esitetty ohjeen YVL E.4 vaatimuksissa 407–409.

5 Päästöjä ja säteilyannoksia koskevat analyysit

5.1 Analysoitavat tapahtumat

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

502. Vaatimuksen 501 analyysejä on täydennettävä suojarakennuksen pidätyskyvyn analyysillä, jossa luokan 2 oletetussa onnettomuudessa päästö suojarakennukseen arvioidaan olettamalla ohjeen YVL B.4 vaatimuksen 417 mukainen vaurioituvien polttoainesauvojen maksimimäärä (10 %).

503. Ydinpolttoaineen käsittelyssä ja varastoinnissa oletettavia käyttöhäiriöitä ja onnettomuuksia on lueteltu ohjeen YVL D.3 luvussa 3.2.

5.2 Analyysimenetelmät

504. Päästöjen analyysimenetelmiin sovelletaan luvussa 4.2 esitettyjä, laitoksen käyttäytymistä koskeville analyysimenetelmille asetettuja vaatimuksia.

505. Ohjeessa YVL C.4 esitetään vaatimukset niille analyysimenetelmille, joilla arvioidaan ydinvoimalaitoksen radioaktiivisista päästöistä aiheutuvia ympäristön väestön säteilyannoksia.

5.3 Päästöjen ja säteilyannosten analyyseissä käytettävät oletukset

5.3.1 Yleiset oletukset

506. Päästöjen analyyseissä laitoksen kuvaukseen on käytettävä samoja oletuksia kuin luvussa 4.3 esitetyissä analyyseissä.

507. Primäärijäähdytteeseen on oletettava analysoitavan tapahtuman alkuhetkellä radioaktiivisia aineita vähintään ne määrät, jotka on asetettu enimmäismääräksi laitoksen turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa.

508. Vuotavien sauvojen lukumäärä analysoitavan tapahtuman alkuhetkellä on valittava yhdenmukaisesti vaatimuksen 507 kanssa.

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.

510. Analyyseissä on otettava huomioon vaurioituneisiin polttoainesauvoihin tunkeutuvan jäähdytteen vaikutus radioaktiivisten aineiden vapautumiseen.

511. Radioaktiivisten aineiden jakautuminen vuotavan aineen kaasu- ja nestefaasiin on perusteltava.

512. Höyryyn sekoittuneesta jodista osa on oletettava kaasumaiseksi. Kaasumaisen ja aerosolim muodossa olevan jodin osuudet on perusteltava.

513. Ilmatilaan vapautuneista halogeeneista osan on oletettava olevan sitoutuneena epäorgaanisissa yhdisteissä ja osan orgaanisissa yhdisteissä. Jakauma erityyppisten yhdisteiden kesken on perusteltava.

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.

515. Ilmanvaihto voidaan olettaa eristetyksi suojausjärjestelmän suunnittelun mukaisesti siten, että suojausrajoina käytettyjen parametrien arvojen muutokset onnettomuuden aikana arvioidaan konservatiivisesti.

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.

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 kaikki polttoainesauvat menettävät tiiviytensä.

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. kansi menettää tiiviytensä onnettomuudessa
3. säiliö on täytetty polttoaineella, joka on saavuttanut täyden poistopalaman
4. siirtoa edeltävä polttoaineen jäähtymisaika on hallinnollisten rajoitusten mukainen minimiaika
5. vaurioituvien polttoainepippujen lukumäärä on arvioitava konservatiivisesti.

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 polttoainepippujen lukumäärä on arvioitava konservatiivisesti.

520. Käytetyn polttoaineen käsittelyonnettomuuksissa kaikkien vapautuvien jalokaasujen on oletettava pääsevän kyseessä olevan raken-

nuksen ilmatilaan. Jos polttoaineaurio tapahtuu veden alla, muiden fissiotuotteiden vapautumista arvioitaessa voidaan olettaa, että osa niistä pidättyy veteen ja vain osa vapautuu ilmatilaan veden yläpuolella.

521. Ilmatilaan vapautuneista halogeeneista osan on oletettava olevan sitoutuneena epäorgaanisissa yhdisteissä ja osan orgaanisissa yhdisteissä. Jakauma erityyppisten yhdisteiden kesken on perusteltava.

5.3.3 Radioaktiivisten aineiden leviäminen ympäristöön

522. Oletukset radioaktiivisten aineiden ympäristöön leviämisestä ja väestön säteilyannoslaskuista esitetään ohjeessa YVL C.4.

6 Tuloksille asetettavat hyväksymisvaatimukset

6.1 Yleiset vaatimukset

601. Odotettavissa olevien käyttöhäiriöiden, oletettujen onnettomuuksien ja oletettujen onnettomuuksien laajenuksen analyysissä on osoitettava, että reaktori voidaan sammuttaa ja pitää sammutettuna ja että laitos voidaan saattaa hallittuun ja tämän jälkeen turvalliseen tilaan. Lisäksi on osoitettava, että laitos saadaan pitkällä aikavälillä sellaiseen tilaan, jossa polttoaineen poistaminen reaktorista on mahdollista.

602. Lukujen 6.2 ja 6.3 hyväksymisvaatimukset on kirjoitettu konservatiiviselle analyysimenetelmälle. Sovellettaessa parhaan arvion menetelmää epävarmuusanalyysillä täydennettynä tulos on hyväksyttävä, jos 95 %:n varmuustasolla on 95 %:n todennäköisyys sille, että tarkasteltava suure ei ylitä konservatiiviselle analyysimenetelmälle asetettua hyväksymisrajaa.

603. Hallitun ja turvallisen tilan saavuttamista koskevia vaatimuksia on esitetty ohjeen YVL B.1 luvussa 4.3.

604. Radioaktiivisten aineiden päästö- ja annosrajat odotettavissa oleville käyttöhäiriöille ja onnettomuuksille asetetaan valtioneuvoston asetuksen VNa 717/2013 9 ja 10§:ssä.

605. Hyväksymisvaatimukset automaation viikaantumisen analyysistä esitetään ohjeen YVL B.1 luvussa 5.2.

606. Ydinvoimalaitoksen painelaitteiden lujuustarkasteluja koskevat hyväksymisvaatimukset on esitetty ohjeessa YVL E.4.

607. Matalien käyttölämpötilojen paineenhallinta-analyysillä on osoitettava, että paineen nousun estämiseksi suunnitellut järjestelmät pitävät paineen ja lämpötilan sellaisissa arvoissa, joissa laitteiden eheys tai toimintakyky ei vaarannu ja että marginaalit laitteiden nopeaan murtumaan ovat riittävät kussakin käyttökuormituksessa.

6.2 Odotettavissa olevat käyttöhäiriöt

608. Odotettavissa olevana käyttöhäiriönä vaatimuksen 414 kohdan 1 oletuksilla analysoitava tapahtuma ei saa johtaa tarpeeseen käynnistää oletettujen onnettomuuksien varalle suunniteltuja järjestelmiä.

609. Odotettavissa olevana käyttöhäiriönä vaatimuksen 414 kohdan 1 oletuksilla analysoitavan tapahtuman hyväksymisvaatimuksena suojattavan kohteen ylipaineen osalta on se, että suunnittelupainetta ei ylitetä eikä yksikään varoventtiili avaudu.

610. Polttoaineen eheyttä koskevat hyväksymisvaatimukset odotettavissa oleville käyttöhäiriöille esitetään ohjeen YVL B.4 luvussa 4.

611. Hyväksymisvaatimukset ydinvoimalaitoksen paineenhallinnalle odotettavissa olevissa käyttöhäiriöissä esitetään ohjeen YVL B.5 luvussa 4.2.

612. Suojarakennusta koskeva tiiviysvaatimus odotettavissa oleville käyttöhäiriöille esitetään valtioneuvoston asetuksen VNa 717/2013 13 §:ssä.

6.3 Oletetut onnettomuudet

613. Polttoaineen eheyttä koskevat hyväksymisvaatimukset oletetuille onnettomuuksille esitetään ohjeen YVL B.4 luvussa 4.

614. Vaatimuksia ydinvoimalaitoksen ylipainesuojaukselle ja paineen alentamiselle oletetuissa onnettomuuksissa esitetään ohjeen YVL B.5 luvuissa 4.3 ja 4.4.

615. Oletettuihin onnettomuuksiin kuuluvan ylipainesuojausanalyysin hyväksymisvaatimus on, että suojattavan kohteen paine ei ylitä painetta, joka on 1,1 kertaa suojattavan kohteen suunnittelupaine.

616. Suojarakennusta koskevat vaatimukset oletetuille onnettomuuksille esitetään valtioneuvoston asetuksen VNa 717/2013 13 §:ssä ja ohjeen YVL B.6 luvussa 3.

6.4 Oletettujen onnettomuuksien laajennus

617. Polttoaineen eheyttä koskevat hyväksymisvaatimukset oletettujen onnettomuuksien laajennukselle esitetään ohjeen YVL B.4 luvussa 4.

618. Oletettujen onnettomuuksien laajennuksiin kuuluvan ylipainesuojausanalyysin hyväksymisvaatimus on, että suojattavan kohteen paine ei ylitä painetta, joka on 1,2 kertaa suojattavan kohteen suunnittelupaine.

6.5 Vakavat onnettomuudet

619. Vaatimuksia jäähdytyspiirin paineen alentamiselle vakavissa onnettomuuksissa esitetään valtioneuvoston asetuksen VNa 717/2013 13 §:ssä ja ohjeen YVL B.5 luvussa 4.4.

620. Suojarakennusta koskevat vaatimukset vakaville onnettomuuksille esitetään ohjeen YVL B.6 luvussa 3.

7 Säteilyturvakeskukselle toimitettavat asiakirjat

701. Ydinvoimalaitoksen lupakäsittelyä varten Säteilyturvakeskukselle toimitettavat asiakirjat on esitetty ohjeessa YVL A.1.

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.

703. Alustavassa turvallisuusselosteessa on esitettävä kuvaus häiriö- ja onnettomuusanalyysissa käytettävistä laskentamenetelmistä ja niiden kelpuutuksesta sekä järjestelmien teknisten ratkaisujen hyväksyttävyyden osoittavat alustavat häiriö- ja onnettomuusanalyysit.

704. Lopullisessa turvallisuusselosteessa on esitettävä kuvaus häiriö- ja onnettomuusanalyysissa käytettävistä laskentamenetelmistä ja niiden kelpuutuksesta sekä järjestelmien teknisten ratkaisujen hyväksyttävyyden osoittavat lopulliset häiriö- ja onnettomuusanalyysit.

705. Alustavassa ja lopullisessa turvallisuusselosteessa on esitettävä analyysien keskeiset tulokset. Tarkemmat tiedot analyyseissä käytetyistä oletuksista ja laskentamenetelmistä voidaan esittää joko turvallisuusselosteessa tai aihekohtaisissa raporteissa.

706 Alustavan ja lopullisen turvallisuusselosteen yhteydessä Säteilyturvakeskukselle on lähetettävä tiedoksi vaatimuksen 404 mukainen kuvaus analyyseissä käytettävistä malleista.

707. Alustavan turvallisuusselosteen analyyseissä laitos on kuvattava niin tarkoin, kuin se on suunnittelun tässä vaiheessa mahdollista, jotta laitoksen toiminta odotettavissa olevissa käyttöhäiriöissä ja onnettomuuksissa kaikissa käyttötilanteissa voidaan analysoida.

708. Käyttölupaa varten tehtävissä analyyseissä laitos on kuvattava niin, että se vastaa sitä laitosta, jolle käyttölupaa haetaan.

709. Käytössä olevaa laitosta varten tehtävissä analyyseissä laitos on kuvattava niin, että se vastaa toteutettua tai meneillään olevissa muutostöissä toteutettavaa laitosta.

710. Käytössä olevalle ydinvoimalaitokselle suunniteltavista turvallisuusluokkien 1, 2 ja 3 järjestelmämuutoksista on periaatesuunnitelman yhteydessä toimitettava arvio muutoksen vai-

kutuksista laitoksen käyttäytymiseen häiriö- ja onnettomuustilanteissa sekä yhteenveto suunnitteluanalyysien tuloksista. Lopulliset hyväksyttävyyden osoittavat häiriö- ja onnettomuusanalyysit on toimitettava osana ennakkotarkastusaineistoa.

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

8 Säteilysuojelun valvontamenettelyt

801. Periaatepäätösvaiheessa STUK tarkastaa periaatepäätöshakemuksen liitteenä toimitetun soveltuvuus selvityksen ja siinä esitetyn kuvauksen häiriö- ja onnettomuusanalyysissä käytettävistä laskentamenetelmistä. STUK laatii tarkastuksen perusteella alustavan turvallisuusarvion.

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

803. STUK tarkastaa käyttöluvhakemuksen liitteenä toimitetun lopullisen turvallisuusselosteen, siihen kuuluvat häiriö- ja onnettomuusanalyysit ja käytettyjen laskentamenetelmien kelpuutuksen. STUK laatii tarkastuksen perusteella turvallisuusarvion.

804. Käytössä olevalle ydinvoimalaitokselle STUK tarkastaa ja tarkastuksen perusteella hyväksyy järjestelmämuutoksista tehtävät periaatesuunnitelmat, ennakkotarkastusaineistot ja muutokset lopulliseen turvallisuusselosteeseen.

805. Rakentamis- ja käyttöluvavaiheessa sekä tarvittaessa laitoksen käytön aikana STUK tekee itse tai teettää ulkopuolisella asiantuntijaorganisaatiolla riippumattomat vertailuanalyysit tärkeimmistä laitoksen järjestelmien hyväksyttävyyteen vaikuttavista alkutapahtumista.

Määritelmät

Alkutapahtuma

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

Hallittu tila

Hallittu tilalla tarkoitetaan tilaa, jossa reaktori on sammutettu ja sen jälkilämmön poisto on turvattu. (VNA 717/2013)

Hallittu tila vakavan reaktorionnettomuuden jälkeen

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. (VNA 717/2013)

Järjestelmä

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

Järjestelmän vähimmäissuorituskyky

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 luvussa 4.3 esitetyn vikakriteerin mukaisesti. Reaktorin pikasulkujärjestelmään oletetaan lisäksi reaktiivisuusvaikutukseltaan pahin yksittäisvika.
3. Valitaan kullekin toimivalle laitteelle käyttöarvot, jotka määräaikaissa testeissä vastaavat laitteiden toiminnalle asetettuja hyväksymisrajoja.

Kelpoistus

Kelpoistuksella tarkoitetaan prosessia, jonka perusteella osoitetaan kyky täyttää määritellyt vaatimukset (vastaa ISO 9000:n päteväintiprosessia).

Kelpuutus

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

Konservatiivinen analyysimenetelmä

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

Kriittisyysonnettomuus

Kriittisyysonnettomuudella tarkoitetaan onnettomuutta, jonka aiheuttaa hallitsematon fissioiden ketjureaktio. (VNA 717/2013)

Kuormitusten analyysi

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 kulua koskevat ohjeet, spesifikaatiot ja analyysit.

Normaali käyttö (DBC 1)

Normaalilla käytöllä (DBC 1) tarkoitetaan ydinvoimalaitoksen suunnittelun mukaista käyttämistä turvallisuusteknisten käyttöehtojen ja käyttöohjeiden mukaisesti. Niihin kuuluvat myös testaukset, laitoksen ylös- ja alasajo, huolto ja polttoaineen vaihto. Muiden ydinlaitosten osalta normaalilla käytöllä tarkoitetaan vastaavanlaista laitoksen käyttöä.

Odotettavissa oleva käyttöhäiriö (DBC 2)

Odotettavissa olevalla käyttöhäiriöllä (DBC 2) tarkoitetaan sellaista poikkeamaa normaaleista käyttötilanteista, jonka voidaan odottaa esiintyvän yhden tai useamman kerran sadan käyttövuoden aikana. (VNA 717/2013)

Oletettu onnettomuus

Oletetulla onnettomuudella tarkoitetaan sellaista poikkeamaa normaaleista käyttötilanteista, jonka voidaan olettaa esiintyvän harvemmin kuin kerran sadassa käyttövuodessa, pois lukien oletetun onnettomuuden laajennukset ja josta ydinvoimalaitoksen edellytetään selviytyvän ilman vakavia polttoainevaurioita, 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 (DBC 3), joiden voidaan olettaa esiintyvän harvemmin kuin kerran sadassa käyttövuodessa mutta vähintään kerran tuhannessa käyttövuodessa. b) luokan 2 oletetut onnettomuudet (DBC 4), joiden voidaan olettaa esiintyvän harvemmin kuin kerran tuhannessa käyttövuodessa.

Oletetun onnettomuuden laajennus (DEC)

Oletetun onnettomuuden laajennuksella (DEC) tarkoitetaan:

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

Paineenhallinta-analyysi

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

Parhaan arvon menetelmä

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

Turvallinen tila

Turvallisella tilalla tarkoitetaan tilaa, jossa reaktori on sammutettu ja paineeton ja sen jälkilämmön poisto on turvattu. (VNA 717/2013)

Turvallinen tila vakavan reaktorionnettomuuden jälkeen

Turvallisella tilalla vakavan reaktorionnettomuuden jälkeen tarkoitetaan tilaa, jossa vakavan reaktorionnettomuuden hallitun tilan ehdot ovat voimassa ja lisäksi suojarakennuksen sisäpuolella vallitseva paine on niin alhainen, että vuoto suojarakennuksesta on vähäinen, vaikka suojarakennus ei olisi tiivis. (VNA 717/2013)

Turvallisuusluokiteltu järjestelmä/rakenne/laitte

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

Turvallisuustoiminnot

Turvallisuustoiminnoilla tarkoitetaan turvallisuuden kannalta tärkeitä toimintoja, joiden tarkoituksena on hallita häiriötilanteita tai ehkäistä onnettomuustilanteiden syntyminen tai eteneminen tai lieventää onnettomuustilanteiden seurauksia. (VNA 717/2013)

Vakava reaktorionnettomuus

Vakavalla reaktorionnettomuudella tarkoitetaan onnettomuutta, jossa huomattava osa

reaktorissa olevasta polttoaineesta menettää alkuperäisen rakenteensa. (VNA 717/2013)

(N+1)-vikakriteeri

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

(N+2)-vikakriteeri

(N+2)-vikakriteerillä tarkoitetaan, että turvallisuustoiminto on pystyttävä toteuttamaan, vaikka mikä tahansa toimintoa varten suunniteltu yksittäinen laite vikaantuisi ja mikä tahansa toinen rinnakkaisen järjestelmän laite tai osa – tai sen toiminnan kannalta välttämättömän tukijärjestelmän laite – olisi samanaikaisesti poissa käytöstä korjauksen tai huollon vuoksi.

Yksittäisvika

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

Viitteet

1. Ydinenergialaki (990/1987).
2. Ydinenergia-asetus (161/1988).
3. Valtioneuvoston asetus ydinvoimalaitoksen turvallisuudesta (717/2013).
4. Safety Assessment for Facilities and Activities, General Safety Requirements. IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 4. IAEA, Vienna 2009.
5. Deterministic Safety Analysis for Nuclear Power Plants. IAEA Specific Safety Guide No. SSG-2. IAEA, Vienna 2009.
6. Safety Assessment and Verification for Nuclear Power Plants. IAEA Safety Guide No. NS-G-1.2. IAEA, Vienna 2001.
7. Best Estimate Safety Analysis for Nuclear Power Plants: Uncertainty Evaluation. IAEA Safety Reports Series No. 52. IAEA, Vienna 2008.
8. Safety of Nuclear Power Plants: Design. IAEA Safety Standards Series No. SSR-2/1. IAEA, Vienna 2012.