

# YDINVOIMALAITOKSEN SUOJARAKENNUS

1	JOHDANTO	3
2	SOVELTAMISALA	4
2.1	Sivuavia ohjeita	4
3	SUOJARAKENNUKSEN SUUNNITTELUA KOSKEVAT VAATIMUKSET	4
3.1	Yleiset vaatimukset	4
3.2	Suojarakennuksen kestävyys häiriö- ja onnettomuustilanteissa	5
3.3	Suojarakennuksen tiiviyskokeet	5
3.4	Suojarakennuksen vuotojen kerääminen	5
3.5	Läpiviennit ja kulkuaukot	5
3.6	Suojarakennuksen eristys	6
3.7	Suojarakennuksen sisärakenteet	6
3.8	Paineen ja lämpötilan hallinta onnettomuustilanteissa	6
3.9	Palavat kaasut ja energeettiset ilmiöt	7
3.10	Reaktorin jäänteiden hallinta vakavassa reaktorionnettomuudessa	7
3.11	Kaasutilan puhdistaminen onnettomuuksissa	7
3.12	Pinnoitteet	7
3.13	Suojarakennuksen instrumentointi	7
3.14	Suojarakennuksen paine- ja tiiviyskokeet	7
3.15	Seisokkitiloja koskevat vaatimukset	8
4	SÄTEILYTURVAKESKUKSEN VALVONTAMENETTELYT	8
	MÄÄRITELMÄT	8

Uusien ydinlaitosten osalta tämä ohje on voimassa 1.12.2013 alkaen toistaiseksi. Rakenteilla olevilla ja käyvillä ydinlaitoksilla tämä ohje saatetaan voimaan erillisellä STUKin päätöksellä.

Ensimmäinen painos  
Helsinki 2013

ISBN 978-952-478-868-7 (nid.) Kopijyvä Oy 2013  
ISBN 978-952-478-869-4 (pdf)  
ISBN 978-952-478-870-0 (html)

# Valtuutusperusteet

Ydinenergiain (990/1987) 7 r §:n mukaan Säteilyturvakeskuksen tehtävänä on asettaa ydinenergiain 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 ydinenergiain (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.*

Ydinenergiain 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.** Valtioneuvoston asetuksen (717/2013) 13 §:ssä säädetään, että *radioaktiivisten aineiden leviämisen estämiseksi on noudatettava rakenteellista syvyysuuntaista turvallisuusperiaatetta. Rakenteellisen syvyysuuntaisen turvallisuusperiaatteen mukaisen suunnittelun on rajoitettava radioaktiivisten aineiden leviämistä ympäristöön peräkkäisillä leviämisesteillä, joita ovat polttoaine ja sen suojarakuori, ydinreaktorin jäähdytyspiiri (primääripiiri) ja suojarakennus.*

**102.** Valtioneuvoston asetuksen (717/2013) 13 §:n 3 momentin 3 kohdassa säädetään, että *suojarakennuksen eheyden varmistamiseksi*

1. *suojarakennus on suunniteltava siten, että se säilyttää tiiviytensä odotettavissa olevissa käyttöhäiriöissä sekä suurella varmuudella onnettomuustilanteissa;*
2. *suojarakennuksen suunnittelussa on otettava huomioon onnettomuuden seurauksena syntyvät paine-, säteily- ja lämpökuormat, säteilytasot laitostiloissa, palavat kaasut, heitteet sekä lyhytkestoiset suuren energian ilmiöt; ja*
3. *mahdollisuuden, että suojarakennuksen tiiviyys vaarantuu reaktoripainesäiliön rikkoutumisen seurauksena, on oltava erittäin pieni.*

**103.** Valtioneuvoston asetuksen (717/2013) 13 §:ssä säädetään, että *ydinvoimalaitos on varustettava järjestelmillä, jotka varmistavat vakavassa reaktorionnettomuudessa muodostuvan sydänsulan vakauttamisen ja jäähdyttämisen. Sydänsulan suora vuorovaikutus suojarakennuksen kantavan rakenteen kanssa on luotettavasti estettävä.*

**104.** Valtioneuvoston asetuksen (717/2013) 14 §:n 3 momentissa säädetään, että *onnettomuuksien estämiseksi ja niiden seurausten lieventämiseksi ydinvoimalaitoksessa on oltava järjestelmät reaktorin pysäyttämiseen ja alikriittisenä pitämiseen, reaktorissa syntyvän jälkilämmön poistamiseen sekä radioaktiivisten aineiden pidättämiseen laitoksen sisällä. Kyseisten järjestelmien*

*suunnittelussa on sovellettava moninkertaisuus-, erottelu- ja erilaisuusperiaatteita, joilla varmistetaan turvallisuustoiminnon toteutuminen myös vikaantumistilanteissa.*

**105.** Valtioneuvoston asetuksen (717/2013) 14 §:n 8 momentissa säädetään, että *vakavien reaktorionnettomuuksien hallitsemiseksi ja seuraamiseksi on suunniteltava järjestelmät rakenteet ja laitteet, jotka ovat riippumattomia laitoksen normaalia käyttöä, odotettavissa olevia käyttöhäiriöitä ja oletettuja onnettomuuksia varten suunnitelluista järjestelmistä. Järjestelmien, joita tarvitaan suojarakennuksen tiiveyden varmistamiseksi vakavan reaktorionnettomuuden yhteydessä, on kyettävä suorittamaan turvallisuustoimintonsa myös yksittäisvikaantumisen sattuessa.*

**106.** Valtioneuvoston asetuksen (717/2013) 14 §:n 9 momentissa säädetään, että *laitos on suunniteltava siten, että se voidaan saattaa turvalliseen tilaan vakavan reaktorionnettomuuden jälkeen.*

**107.** Valtioneuvoston asetuksen (717/2013) 9 ja 10 §:ssä asetetaan annosrajat odotettavissa oleville käyttöhäiriöille, luokan 1 ja 2 oletetuille onnettomuuksille ja oletettujen onnettomuuksien laajennukselle.

**108.** Valtioneuvoston asetuksen (717/2013) 10 §:ssä säädetään, että *ydinvoimalaitoksen vakavasta onnettomuudesta aiheutuvasta radioaktiivisten aineiden päästöstä ei saa seurata tarvetta väestön laajoille suojautumistoimenpiteille eikä pitkäaikaisille laajojen maa- ja vesialueiden käyttörajoituksille. Pitkäaikaisvaikutusten rajoittamiseksi ulkoilmaan vapautuvan cesium-137-päästön raja-arvo on 100 TBq. Raja-arvon ylittymisen mahdollisuuden on oltava erittäin pieni.*

**109.** Valtioneuvoston asetuksen (717/2013) 10 §:ssä säädetään, että *onnettomuuden aikaisessa vaiheessa tapahtuvan, väestön suojautumistoimenpiteitä edellyttävän päästön mahdollisuuden on oltava erittäin pieni.*

## 2 Soveltamisala

201. Ohjeessa YVL B.6 esitetään ydinvoimalaitoksen suojarakennuksen suunnittelulle ja tiiviiden koestamiselle yksityiskohtaiset ohjetta YVL B.1 täydentävät vaatimukset ja hyväksymiskriteerit, joilla luvussa 1 mainittujen VNA (717/2013) säädösten toteutuminen varmistetaan ja osoitetaan.

202. Ohjeen YVL B.6 soveltamisesta muihin ydinlaitoksiin tehdään erillinen soveltamis päätös.

### 2.1 Sivuvia ohjeita

203. Vaatimukset ydinvoimalaitoksen turvallisuussuunnittelulle esitetään ohjeessa YVL B.1.

204. Vaatimukset ydinvoimalaitoksen varautumisesta sisäisiin ja ulkoisiin uhkiin esitetään ohjeessa YVL B.7.

205. Lentokonetörmäyksiä koskevia yksityiskohtaisia vaatimuksia suojarakennuksen suunnittelulle esitetään ohjeessa YVL A.11.

206. Vaatimukset ydinvoimalaitoksen deterministisille turvallisuusanalyysille esitetään ohjeessa YVL B.3.

207. Vaatimukset ydinlaitosten turvallisuusluokiteltujen rakennusten betoni-, teräs- ja liittorakenteiden suunnitteluun, toteutukseen ja käytön aikana tehtäviin tarkastuksiin esitetään ohjeessa YVL E.6.

208. Vaatimukset ydinlaitosten sähkö- ja automaatiolaitteille esitetään ohjeessa YVL E.7.

209. Häätäpoistumisteiden merkitsemistä koskevat vaatimukset on esitetty ohjeessa YVL B.8.

210. Ydinlaitosten rakentamista ja käyttöönottoa koskevat vaatimukset esitetään ohjeessa YVL A.5.

211. Vaatimukset ydinvoimalaitoksen käytölle esitetään ohjeessa YVL A.6.

212. Vaatimukset ikääntymisen hallinnalle ydinlaitoksissa esitetään ohjeessa YVL A.8.

## 3 Suojarakennuksen suunnittelua koskevat vaatimukset

### 3.1 Yleiset vaatimukset

301. Ydinvoimalaitoksessa on oltava tiivis suojarakennusjärjestelmä

- rajoittamaan radioaktiivisten aineiden päästöjä normaalissa käytössä, odotettavissa olevissa käyttöhäiriöissä ja onnettomuuksissa;
- suojaamaan laitosta luonnosta aiheutuvia ja ihmisen aikaansaamia ulkoisia tapahtumia vastaan sekä
- biologiseksi suojaksi säteilyä vastaan normaalissa käytössä, odotettavissa olevissa käyttöhäiriöissä ja onnettomuuksissa.

302. Suojarakennuksen on varmistettava reaktorin ja sen jäähdytyspiirin eheys ulkoisten tapahtumien varalta.

303. Suojarakennus on suunniteltava siten, että sen tiiviyden säilyminen ohjeissa YVL B.7 ja YVL A.11 luetelluissa ulkoisissa tapahtumissa. Suojarakennuksen on suojattava reaktorin ja turvallisuustoimintoja toteuttavia järjestelmiä ulkoisia tapahtumia vastaan.

304. Suojarakennusjärjestelmän on vähennettävä säteilyaltistusta kaikista suojarakennuksen sisällä olevista lähteistä suojarakennuksen ulkopuolella työskentelevän laitoshenkilökunnan annosten pitämiseksi niin pienenä kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista.

305. Suojarakennus on suunniteltava siten, että oletetun onnettomuuden tai oletetun onnettomuuden laajennuksen jälkeen laitos saadaan pitkällä aikavälillä sellaiseen tilaan, jossa polttoaineen poistaminen reaktoripainesäiliöstä on mahdollista.

306. Betonisuojarakennus on varustettava tiiviillä teräsvuorauksella.

### 3.2 Suojarakennuksen kestävyys häiriö- ja onnettomuustilanteissa

307. Suojarakennukselle on määriteltävä suunnittelupaine ja suunnittelulämpötila sekä suunnittelupainetta ja -lämpötilaa vastaava suojarakennuksen sallittu vuoto oletetuissa onnettomuuksissa. Suojarakennuksen katsotaan olevan tiivis, kun vuoto ei ylitä sallittua vuotoa.

308. Suojarakennuksen suunnittelupaine ja -lämpötila oletetuissa onnettomuuksissa saadaan ohjeen YVL B.3 mukaisesti tehdyistä suojarakennusanalyysistä valitsemalla mitoittavaksi tapaukseksi suojarakennusta eniten kuormittava oletettu onnettomuus. Analyysistä saatavaa maksimipainetta (ylipaine) on lisättävä 10 %:n marginaalilla, joka ottaa huomioon laskentamenetelmien ja laskentatapaukseen liittyvät epävarmuudet.

309. Suojarakennus on mitoitettava siten, että suojarakennus säilyttää tiiviytensä vakavassa reaktorionnettomuudessa, vaikka 100 % reaktorin sydänalueen sisältämistä helposti hapettuvista materiaaleista reagoi veden kanssa.

310. Suojarakennukselle on määritettävä ne paine- ja lämpötilarajat, joissa suojarakennus on tiivis vakavissa reaktorionnettomuuksissa

311. Suojarakennuksen tiiviyys vakavassa reaktorionnettomuudessa on osoitettava lämpötilassa ja paineessa, jossa YVL B.3:n mukaisesti tehtyjen vakavien onnettomuuksien analyysien suojarakennuksen maksimipaineeseen (ylipaine) lisätään 50 %:n marginaali ja vedyn palamisesta AICC-periaatteella laskettu paineen kasvu.

312. Paineenalennusperiaatteeseen perustuva suojarakennus on suunniteltava siten, että sellainen onnettomuustilanne, johon yhdistyy suojarakennuksen paineenalennustoiminnon menetyt, ei johda suojarakennuksen rakenteellisen eheyden menettämiseen.

313. Vaatimuksen 312 mukainen onnettomuustilanne on analysoitava DEC-B-tyyppisenä oletettujen onnettomuuksien laajenuksena. Oletettujen onnettomuuksien laajennusten analyysi-

seissä käytettävät oletukset esitetään ohjeessa YVL B.3.

### 3.3 Suojarakennuksen tiiviyskokeet

314. Suojarakennuksen sekä sen läpivientien ja kulkuaukkojen tiiviyys on voitava koestaa.

### 3.4 Suojarakennuksen vuotojen kerääminen

315. Primääriseen suojarakennuksen kaasutilasta vuotavat radioaktiiviset aineet on ohjattava sekundääriseen suojarakennukseen, josta ne on voitava kerätä ja käsitellä asianmukaisesti.

316. Primääriseen ja sekundääriseen suojarakennuksen välinen tila on varustettava suodatetulla ilmanvaihtojärjestelmällä, joka pystyy onnettomuuksien aikana pitämään välitilan alipaineisena. Välitilan ilmanvaihtojärjestelmän on toimitettava myös yksittäisvikautumisen sattuessa.

### 3.5 Läpiviennit ja kulkuaukot

317. Suojarakennuksen läpiviennit ja kulkuaukot on suunniteltava kestäväksi samat lämpö- ja painekuormat kuin itse suojarakennus.

318. Suojarakennuksen läpivientien, kulkuaukkojen ja eristysventtiilien sijoittelu, rakenne, suojaaminen ja tiivistämateriaalit on toteutettava siten, että ne säilyttävät toimintakykynsä ja tiiviytensä normaalissa käytössä, odotettavissa olevissa käyttöhäiriöissä ja onnettomuuksissa.

319. Suojarakennuksen läpivientien on kestäväksi putkiston liikkeiden ja onnettomuustilanteiden aiheuttamat kuormat.

320. Henkilökulkuaukkoja on oltava vähintään kaksi. Henkilökulkuaukot on sijoitettava riittävän etäälle toisistaan siten, että kaikissa tilanteissa ainakin toinen henkilökulkuaukoista on käytettävissä hätäpoistumiseen suojarakennuksesta. Molempia on pystyttävä käyttämään myös ilman sähkövoimaa. Hätäpoistumisteiden merkitsemistä koskevat vaatimukset on esitetty ohjeessa YVL B.8.

321. Suojarakennuksen henkilökulkuaukkoina on käytettävä ilmalukkoja, joiden rakenne on sellainen, että ainakin yksi ovi on aina suljettuna silloin, kun kuljetaan ilmalukon kautta. Ilmalukon

ovet on pidettävä suljettuina lukuun ottamatta niitä tilanteita, jossa ilmalukkoa käytetään lukuun suojarakennukseen tai sieltä pois.

**322.** Materiaaliluukuissa on oltava tiivistestattavat kaksoistiivisteet. Suojarakennuksen materiaaliluukku on pidettävä suljettuna. Sen saa avata vain sellaisissa olosuhteissa, joissa materiaaliluukku voidaan sulkea ajassa, joka on riittävän lyhyt estämään tällaisissa olosuhteissa mahdollisten häiriöiden tai onnettomuuksien aiheuttamat päästöt. Vaatimukset 353 ja 355 koskevat materiaaliluukun käyttöä seisokkitilanteissa.

### 3.6 Suojarakennuksen eristys

**323.** Jokainen putki, joka lävistää suojarakennuksen painerajapinnan ja joka on yhteydessä primääripiiriin tai yhteydessä suojarakennuksen kaasutilaan, on onnettomuustilanteissa voitava sulkea luotettavasti. Tällaisessa putkessa on oltava vähintään kaksi toisistaan riippumatonta peräkkäistä eristysventtiiliä. Peräkkäisiin eristysventtiileihin on sovellettava erilaisuusperiaatetta.

**324.** Vaatimuksen 323 mukainen eristysventtiili voi olla joko kiinni lukittu tai automaattisesti toimiva, jolloin sen on oltava laitoksen suojausjärjestelmän ohjaama tai passiivisesti sulkeutuva (takaiskuventtiili). Sekä suojarakennuksen sisä- että ulkopuolella on oltava vähintään yksi eristysventtiili.

**325.** Jokaisessa putkessa, joka lävistää suojarakennuksen painerajapinnan eikä ole yhteydessä primääripiiriin eikä suoraan yhteydessä suojarakennuksen kaasutilaan, on oltava vähintään yksi suojarakennuksen ulkopuolinen eristysventtiili.

**326.** Vaatimuksen 325 mukaisen eristysventtiilin on oltava joko automaattisesti toimiva, kiinni- asentoon lukittu tai käsin kauko-ohjattava.

**327.** Suojarakennuksen eristysventtiilin on sulkeuduttava niin nopeasti, että se tehokkaasti rajoittaa onnettomuustilanteessa suojarakennukseen vapautuneiden radioaktiivisten aineiden pääsyä venttiilin kautta suojarakennuksen ulkopuolelle.

**328.** Suojarakennuksen eristysventtiilin ja suojarakennuksen seinän väliin jäävän putkiyhteen pituuden on oltava niin lyhyt kuin mahdollista.

**329.** Takaiskuventtiiliä ei saa käyttää suojarakennuksen ulkopuolisena eristysventtiilinä.

**330.** Suojarakennus on voitava eristää onnettomuuksissa myös yksittäisvikautumisen sattuessa.

**331.** Suojarakennuksen eristysventtiilien ohjaustoiminnolle esitetään ohjeessa YVL B.1 vaatimus 456.

**332.** Eristyssignaalista automaattisesti sulkeutuvien suojarakennuksen eristysventtiilien on ensisijaisesti sulkeuduttava omatoimisesti, mikäli eristysventtiilin toimilaitteen käyttövoima menetetään.

**333.** Eristysventtiilien asento on voitava todeta valvomossa mittauksen perusteella lukuun ottamatta kiinni lukittuja käsikäyttöisiä venttiilejä, joiden osalta valvomossa on oltava tieto niiden tilasta.

### 3.7 Suojarakennuksen sisärakenteet

**334.** Onnettomuustilanteissa syntyvät kuormat eivät saa vaurioittaa suojarakennuksen sisäosien rakenteita tai onnettomuuden hallintaan tarvittavia laitteita siten, että vauriot estävät onnettomuustilanteen hallintaa.

### 3.8 Paineen ja lämpötilan hallinta onnettomuustilanteissa

**335.** Ydinvoimalaitoksessa on oltava järjestelmät, jotka poistavat suojarakennuksesta lämpöä onnettomuuksien aikana. Järjestelmien turvallisuustoimintona on suojarakennuksen paineen ja lämpötilan alentaminen ja pitäminen riittävän matalana.

**336.** Suojarakennuksen lämmönpoisto on oletetuissa onnettomuuksissa voitava toteuttaa myös yksittäisvikautumisen sattuessa, vaikka mikä tahansa turvallisuustoimintoon vaikuttava laite olisi samanaikaisesti pois käytöstä korjauksen tai huollon vuoksi.

**337.** Suojarakennuksen lämmönpoisto on vakavassa reaktorionnettomuudessa voitava toteuttaa myös yksittäisvikautumisen sattuessa.

**338** Suojarakennukseen kertyneen höyry-kaasuseoksen päästämistä ympäristöön ei saa käyttää ensisijaisena keinona suojarakennuksen paineen hallintaan.

**339.** Suojarakennuksen painerajapinnan yli vaikuttava paine-ero on vakavan reaktorionnettomuuden jälkeen kyettävä laskemaan vakavan onnettomuuden turvallista tilaa vastaavalle tasolle.

**340.** Ratkaisussa, jossa vaatimuksen 339 edellyttämä suojarakennuksen paineen alentaminen toteutetaan niin, että suojarakennuksen sisältämää kaasua päästetään ympäristöön, paineenalennusjärjestelmä on varustettava tehokkaalla suodattimella. Poistettavat kaasut on suodatuksen jälkeen ohjattava laitoksen poistoilma-putteihin. Poistettavassa kaasussa mahdollisesti olevat palavat kaasut eivät saa aiheuttaa vaaraa onnettomuuden hallinnalle tai radioaktiivisten päästöjen mittaukselle.

### **3.9 Palavat kaasut ja energettiset ilmiöt**

**341.** Suojarakennuksen rakenteen ja onnettomuuksien hallintaan käytettävien järjestelmien on estettävä sellaiset kaasupalot, kaasuräjähdykset tai muut energettiset ilmiöt, jotka voivat uhata suojarakennuksen eheyttä tai heikentää sen tiiviyyttä tai uhata onnettomuuden hallintaan tarvittavien laitteiden toimintakuntoa.

**342.** Palavien kaasujen käsittelyyn on ensisijaisesti käytettävä suojarakennuksen sisälle sijoitettuja järjestelmiä ja laitteita, jotka eivät tarvitse ulkoista käyttövoimaa.

### **3.10 Reaktorin jäänteiden hallinta vakavassa reaktorionnettomuudessa**

**343.** Vaurioituneen reaktorin jäänteet on jäähdytettävä siten, että radioaktiivisten aineiden vapautumista suojarakennuksen ilmatilaan voidaan tehokkaasti rajoittaa ja että jäänteiden säteilylämpö ei vaaranna suojarakennuksen eheyttä.

### **3.11 Kaasutilan puhdistaminen onnettomuuksissa**

**344.** Radioaktiivisia aineita on onnettomuuksissa voitava poistaa suojarakennuksen kaasutilasta.

### **3.12 Pinnoitteet**

**345.** Suojarakennuksessa käytettävät pinnoitteet eivät saa vaarantaa onnettomuustilanteen hallintaa.

### **3.13 Suojarakennuksen instrumentointi**

**346.** Suojarakennuksessa on oltava instrumentointi, jonka avulla voidaan valvoa suojarakennusjärjestelmän toimintaa ja kuntoa sekä mahdollista jäähdytyspiirin vuotoa.

**347.** Onnettomuuksien seuranta ja hallintaa varten suojarakennuksessa on oltava mittaus- ja valvontainstrumentointi, jolla saadaan riittävä tieto suojarakennuksen tilasta ja jonka perusteella tarvittavat onnettomuuden hallintatoimenpiteet voidaan suorittaa.

**348.** Suojarakennuksen valvontainstrumentoinnilla on saatava riittävä tieto vakavan reaktorionnettomuuden kulusta ja suojarakennuksen eheyttä mahdollisesti uhkaavista seikoista. Lisäksi suojarakennuksessa on oltava mittaus- ja valvontainstrumentointi, jolla saadaan riittävä tieto tilanteesta laitoksen saattamiseksi turvalliseen tilaan vakavan onnettomuuden jälkeen.

**349.** Kelpoistusvaatimukset mittaus- ja valvontainstrumentoinnille esitetään ohjeessa YVL E.7.

### **3.14 Suojarakennuksen paine- ja tiiviyskokeet**

**350.** Suojarakennukselle on ennen laitoksen käyttöönottoa tehtävä painekoe, jolla todennetaan suojarakennuksen rakenteellinen kestävyys. Painekokeessa käytettävä ylipaine on oltava vähintään 1,15-kertainen suojarakennuksen suunnitteluylipaineeseen verrattuna. Laitoksen käyttöönottoon liittyvät vaatimukset esitetään ohjeessa YVL A.5. Vaatimus suojarakennuksen paine- ja tiiviyskokeita koskevasta suunnitelmasta esitetään ohjeessa YVL E.6.



351. Suojarakennukselle sekä sen läpivienneille ja kulkuaukoille on määrääjain tehtävä tiiviyskoe, jolla todennetaan, että suojarakennuksen tiiviys on laitoksen käyttöänsä aikana säilynyt hyväksyttävänä. Tiiviyskoe on tehtävä suojarakennusta eniten kuormittavan oletetun onnettomuuden paineessa sellaisin väliajoin, että suojarakennuksen tiiviyttä voidaan seurata luotettavasti.

352. Suojarakennus on suunniteltava siten, että määrääjäaikaisen tiiviyskokeen koepaine ei heikennä suojarakennuksen ja sen sisäpuolella olevien rakenteiden toimintakykyä tai aiheuta niiden käyttöänsä merkittävää lyhenemistä.

### 3.15 Seisokitiloja koskevat vaatimukset

353. Suojarakennuksen tai vaihtoehtoisesti sekundäärisen suojarakennuksen on seisokitiloissa oltava tiivis, jos

- suojarakennuksessa käsitellään polttoainetta
- raskaita taakkoja siirretään reaktorin yläpuolella, kun reaktorissa on polttoainetta
- raskaita taakkoja siirretään käytettyä polttoainetta sisältävien altaiden yläpuolella
- tehdään toimenpiteitä, jotka lisäävät reaktorin reaktiivisuutta tai saattavat johtaa hallitsemattomaan reaktoripiirin vesimäärän vähenemiseen.

354. Sekundäärisen suojarakennuksen hätäilmanvaihtojärjestelmien on oltava käyttökuntoisia niissä tilanteissa, joissa edellytetään suojarakennuksen tiiviyttä.

355. Jos suojarakennus on seisokissa tehtävä epätiiviksi, on tiiviys pystyttävä palauttamaan sellaisessa ajassa, että seisokin aikana mahdollisessa onnettomuustilanteessa radioaktiivisten aineiden päästöjä ympäristöön voidaan tehokkaasti rajoittaa. Tiiviyden palauttamiseen käytettävä aika on perusteltava.

356. Jos epätiiviiin suojarakennuksen tiiviyden palauttaminen ei seisokitilanteissa ole mahdollista, reaktoripolttoaineen vaurioituminen seisokin aikana mahdollisessa onnettomuustilanteessa on käytännössä eliminoitava.

## 4 Säteilyturvakeskuksen valvontamenettelyt

401. Suojarakennuksen lupakäsittelyn vaiheet – periaatepäätös, rakentamislupa, käyttö lupa sekä muutokset – sekä STUKin laitos- ja järjestelmätason valvonnan periaatteet esitetään ohjeessa YVL B.1. Lupakäsittelyä varten tarvittavat asiakirjat on esitetty ohjeessa YVL A.1.

402. STUK valvoo vaatimuksissa 350 ja 351 esitettyjä paine- ja tiiviyskokeita. Kokeiden ajankohta on ilmoitettava STUK:lle viimeistään kuu-kautta ennen kokeen suorittamista. Vaatimukset kokeiden tulosten toimittamiselle STUK:iin esitetään ohjeessa YVL A.9.

403. STUK valvoo suojarakennuksen tiiviyden varmistamiseksi tehtäviä kokeita. Vaatimukset kokeiden tulosten toimittamiselle STUKiin esitetään ohjeessa YVL A.9.

## Määritelmät

### AICC

AICC, Adiabatic Isochoric Complete Combustion, on konservatiivinen arvio vety-palon aiheuttamalle paineistumiselle (ei kuitenkaan dynaamiselle kuormitukselle). Palon oletetaan olevan adiabaattinen (lämpöä ei siirry rakenteisiin), isokooringen (tilavuus ei muutu) ja täydellinen (kaikki käytettävissä oleva vety palaa).

### 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 määritetyt toiminnot.

### **Kelpoistus**

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

### **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 polttoaine-

vaurioita, 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 turvallisuustoiminnot 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).

### **Onnettomuus**

Onnettomuudella tarkoitetaan oletettuja onnettomuuksia, oletettujen onnettomuuksien laajennuksia ja vakavia onnettomuuksia. (VNA 717/2013)

### **Primäärinen suojarakennus**

Primäärinen suojarakennus on reaktoria ja sen jäähdytyspiiriä ympäröivä paineen kestävä ja tiivis rakennus, jonka tehtävänä on suojata reaktoria ja jäähdytyspiiriä ulkoisilta tapahtumilta ja estää radioaktiivisten aineiden päästö ympäristöön onnettomuustilanteissa. Kun ohjeessa YVL B.6 käytetään sanaa suojarakennus, tarkoitetaan sillä primääristä suojarakennusta. Primääristä suojarakennusta

voi ympäröidä sekundäärinen suojarakennus. Sekundäärinen suojarakennuksen tarkoituksena on mahdollistaa primäärisestä suojarakennuksesta vuotavien radioaktiivisten aineiden kerääminen ja käsittely. Tätä tarkoitusta varten primäärinen ja sekundäärinen suojarakennuksen väliin jäävässä välitilassa ylläpidetään alipainetta. Sekundäärinen suojarakennus voi osaltaan toimia myös suojana ulkoisia tapahtumia vastaan.

### **Suojarakennusjärjestelmä**

Suojarakennusjärjestelmäksi kutsutaan suojarakennusta (rakenne) ja sen järjestelmiä, joiden tarkoituksena on eristää suojarakennus, poistaa lämpöä suojarakennuksesta ja hallita onnettomuustilanteissa radioaktiivisia aineita ja palavia kaasuja.

### **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)

### **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 of Nuclear Power Plants: Design. IAEA Safety Standards Series No. SSR-2/1. IAEA, Vienna 2012.
5. Design of Reactor Containment Systems for Nuclear Power Plants IAEA Safety Standards Series No NS-G-1.10, IAEA, Vienna 2004.
6. WENRA Reactor Safety Reference Levels, Western European Nuclear Regulators' Association, Reactor Harmonization Working Group, January 2008.