

VARAUTUMINEN SISÄISIIN JA ULKOISIIN UHKIIN YDINLAITOKSESSA

1	JOHDANTO	5
2	SOVELTAMISALA	6
3	YDINLAITOKSEN TILA- JA SIOITUSSUUNNITTELU (LAYOUT-SUUNNITTELU)	7
3.1	Voimalaitosalueen sijoitussuunnittelu	7
3.2	Varautuminen ydinlaitoksen sisäisiin uhkiin	7
3.3	Turvallisuuslohkojen erottelua ja suojausta koskevat vaatimukset	9
3.4	Turvallisuuslohkojen rajapintojen läpivientejä ja aukkoja koskevat vaatimukset	10
3.5	Vaatimusten toteutumisen osoittaminen ja STUKille toimitettavat aineistot	10
4	MAANJÄRISTYKSET	11
4.1	Suunnittelumaanjärjestys	11
4.2	Rakenteiden ja laitteiden seisminen suunnittelu	12
4.2.1	Yleistä	12
4.2.2	Kuormitukset	12
4.2.3	Mitoitusperiaatteet	13
4.3	Maanjärjestyskestävyyden osoittaminen	14
4.3.1	Yleistä	14
4.3.2	Analyysit	14
4.3.3	Kokeet ja niiden yhdistäminen analyysien kanssa	14
4.3.4	Kokemuseräiset arviot	14
4.3.5	Sähkö- ja automaatiolaitteet	14
4.3.6	Laitekokonaisuudet	14
4.3.7	Ydinvoimalaitoksen turvallinen alasajo	14
4.3.8	PRA:n käyttö maanjärjestyskestävyyssuunnittelun tukena	15

jatkuu

Uusien ydinlaitosten osalta tämä ohje on voimassa 1.12.2013 alkaen toistaiseksi. Rakenteilla olevilla ja käyville ydinlaitoksilla tämä ohje saatetaan voimaan erillisellä STUKin päätöksellä. Ohje kumoaa ohjeen YVL 2.6.

Ensimmäinen painos
Helsinki 2013

ISBN 978-952-478-871-7 (nid.) Kopijyvä Oy 2013
ISBN 978-952-478-872-4 (pdf)
ISBN 978-952-478-873-1 (html)

4.4	Maanjäristyskestävyyden valvonta rakentamisen ja käytön aikana	15
4.5	Vaatimusten toteutumisen osoittaminen ja STUKille toimitettavat aineistot	16
5	MUUT YDINLAITOKSEN ULKOISET UHAT	16
<hr/>		
5.1	Ulkoisiin uhkiin varautumista koskevat yleiset vaatimukset	16
5.2	Hasardikäyrä	17
5.3	Sääilmiöt	18
5.4	Meriveden korkea ja matala pinta sekä ulkoiset tulvat	18
5.5	Jää ja suppo	18
5.6	Muut meriveden ja raakaveden saantia uhkaavat tapahtumat	19
5.7	Ulkoiset tulipalot ja räjähdykset	19
5.8	Sähkömagneettiset häiriöt	19
5.9	Eläinten ja kasvuston aiheuttamat uhat	19
5.10	Vaatimusten toteutumisen osoittaminen ja STUKille toimitettavat aineistot	19
6	SÄTEILYTURVAKESKUKSEN VALVONTAMENETTELYT	20
<hr/>		
	MÄÄRITELMÄT	21
<hr/>		
	VIITTEET	25
<hr/>		
	LIITE ESIMERKKI HYVÄKSYTYSTÄ SPEKTRIMUODOSTA	26
<hr/>		

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. Tässä ohjeessa esitetään, miten sisäiset ja ulkoiset uhat on otettava huomioon ydinlaitoksen suunnittelussa.

102. Ydinvoimalaitosta koskevat yleiset vaatimukset varautumisesta ulkoisiin uhkiin on esitetty ydinvoimalaitoksen turvallisuudesta annetun valtioneuvoston asetuksen (717/2013) 17 §:ssä: ”Ydinvoimalaitoksen suunnittelussa on otettava huomioon ulkoiset tapahtumat, jotka voivat uhata turvallisuustoimintoja. Järjestelmät, rakenteet ja laitteet on suunniteltava, sijoitettava ja suojattava siten, että mahdollisiksi arvioitujen ulkoisten tapahtumien vaikutukset laitoksen turvallisuuteen ovat vähäisiä. Järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden toimintakyky on osoitettava niiden suunnitteluperusteena olevissa laitoksen ulkoisissa ympäristöolosuhteissa. Ulkoisina tapahtumina on otettava huomioon harvinaiset sääolosuhteet, seismiset ilmiöt, laitoksen toimintaympäristössä tapahtuvien onnettomuuksien vaikutukset ja muut ympäristöstä tai ihmisen toiminnasta johtuvat tekijät. Suunnittelussa on otettava huomioon myös lainvastaiset toimet laitoksen vahingoittamiseksi sekä suuren liikennelentokoneen törmäys.”

103. Ydinjätelaitosta koskevat yleiset vaatimukset varautumisesta sisäisiin ja ulkoisiin uhkiin on esitetty ydinjätteiden loppusijoituksen turvallisuudesta annetun valtioneuvoston asetuksen (736/2008) 8 §:n 3 momentissa: ”Ydinjätelaitoksen suunnittelussa on otettava huomioon mahdollisina pidettävistä luonnonilmiöistä ja muista laitoksen ulkopuolisista tapahtumista aiheutuvat vaikutukset. Ulkopuolisina tapahtumina on otettava huomioon myös lainvastaiset toimet laitoksen vahingoittamiseksi.”

104. Ydinvoimalaitosta koskevat yleiset vaatimukset varautumisesta sisäisiin uhkiin on esitetty ydinvoimalaitoksen turvallisuudesta annetun valtioneuvoston asetuksen (717/2013) 18 §:ssä: ”Ydinvoimalaitoksen suunnittelussa on otettava huomioon sisäiset tapahtumat, jotka voivat uhata turvallisuustoimintoja. Järjestelmät, rakenteet ja laitteet on suunniteltava, sijoitettava ja suojattava siten, että sisäisten tapahtumien to-

dennäköisyydet ovat pieniä ja vaikutukset laitoksen turvallisuuteen vähäisiä. Järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden toimintakyky on osoitettava niiden suunnitteluperusteena olevissa huoneilojen sisäisissä ympäristöolosuhteissa. Sisäisinä tapahtumina on otettava huomioon tulipalot, tulvat, räjähdykset, sähkömagneettinen säteily, putkikatkot, säiliöiden rikkoutumiset, raskaiden esineiden putoamiset, räjähdysten ja laitteiden rikkoutumisten seurauksena syntyvät heitteet ja muut mahdolliset sisäiset tapahtumat.”

105. Ydinjätelaitoksia koskevat yleiset vaatimukset varautumisesta sisäisiin ja ulkoisiin uhkiin on esitetty ydinjätteiden loppusijoituksen turvallisuudesta annetun valtioneuvoston asetuksen (736/2008) 8 §:n 4 momentissa: ”Ydinjätelaitoksessa on varmistettava järjestelmien sijoituksella ja suojauksella sekä operatiivisin keinoin, etteivät tulipalot, räjähdykset tai muut laitoksen sisäiset tapahtumat uhkaa turvallisuutta.”

106. Ydinvoimalaitoksen valmiusjärjestelyistä annetun valtioneuvoston asetuksen (716/2013) 3 §:n mukaan ”Valmiusjärjestelyt on suunniteltava siten, että valmiustilanteet saadaan tehokkaasti hallintaan, voimalaitosalueella olevien ihmisten turvallisuudesta huolehditaan ja toimenpiteet varautumisalueen väestön säteilyaltituksen ehkäisemiseksi tai rajoittamiseksi käynnistetään nopeasti. Suunnittelussa on otettava huomioon kaikkien voimalaitosalueella olevien ydinlaitosten samanaikainen valmiustilanne ja sen mahdollisiksi arvioidut seuraukset, erityisesti säteilytilanne laitospaikalla ja sen ympäristössä ja pääsymahdollisuudet alueelle. Suunnittelussa on otettava huomioon, että valmiustilanne voi olla pitkäkestoinen. Suunnittelun on perustuttava analyysihin, joilla selvitetään mahdolliseen päästöön johtavien vakavien onnettomuuksien ajallista etenemistä. Tällöin on otettava huomioon laitoksen tilaa, tapahtumien ajallista kehittymistä, säteilytilannetta laitoksella, päästöjä, päästöreittejä ja säätilannetta koskevat vaihtelut. Suunnittelussa on otettava huomioon turvallisuutta heikentävät tapahtumat, niiden hallittavuus ja seurausten vakavuus sekä lainvastaiseen toimintaan liittyvät uhkatilanteet ja niiden mahdollisiksi arvioidut seuraukset.”

107. Sisäisiä ja ulkoisia uhkia torjutaan ydinlaitoksen tila- ja sijoitussuunnittelulla, moninkertaisuus-, erottelu- ja erilaisuusperiaatteiden soveltamisella, laitteiden ja rakenteiden lujusteknisellä mitoituksella sekä laitteiden olosuhdekelpoisuudella. Lisäksi ydinlaitoksella on oltava ohjeistettujen menettelyjen sisäisten ja ulkoisten uhkien varalta. Ydinlaitoksen tila- ja sijoitussuunnittelulla (eli layout-suunnittelulla) on tärkeä asema varautumisessa sisäisiin ja ulkoisiin uhkiin.

2 Soveltamisala

201. Tätä ohjetta sovelletaan sisäisiin ja ulkoisiin uhkiin varautumiseen ydinlaitoksen elinkaaren eri vaiheissa. Eräät ohjeessa erikseen mainitut vaatimukset on rajattu koskemaan vain ydinvoimalaitosta.

202. Tätä ohjetta sovelletaan ydinennergialain mukaisen valtioneuvoston periaatepäätöksen hakijaan ja haltijaan, ydinlaitoksen rakentamisluvan hakijaan ja haltijaan sekä ydinlaitoksen käyttöluvan hakijaan ja haltijaan.

203. Ydinlaitoksen rakentamisen aikana ennen, kuin laitokselle on tuotu ydinpolttoainetta tai ydinjätettä, tätä ohjetta on sovellettava siinä laajuudessa, kuin on tarpeen turvallisuuden kannalta tärkeiden järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden eheyden ja toimintakyvyn varmistamiseksi laitoksen käytön aikana.

204. Tätä ohjetta sovelletaan käytöstäpoistovaiheessa olevaan ydinlaitokseen erillisen päätöksen mukaan siinä laajuudessa, kuin ydinlaitoksen sisältämien radioaktiivisten aineiden määrä ja vapautumisen vaara huomioon ottaen on perusteltua.

205. Tätä ohjetta ei sovelleta ydinjätteiden maanalaiseen loppusijoitustilaan eikä tutkimusreaktoriin.

206. Tässä ohjeessa käsitellään luonnonilmiöiden aiheuttamia uhkia ja ihmisen toimintaan liittyviä ulkoisia uhkia, muun muassa räjähdyksiä ja kemikaalipäästöjä, joiden tarkoituksena ei ole ydinlaitoksen tahallinen vahingoittaminen.

Lainvastaiseen toimintaan varautumista koskevat vaatimukset esitetään ohjeessa YVL A.11.

207. Tässä ohjeessa käsitellään uhkia, joita voi esiintyä Suomen nykyisillä tai suunnitelluilla ydinlaitoksen sijaintipaikoilla tai niiden kanssa samankaltaisilla sijaintipaikoilla laitoksen elinkaaren aikana. Säteilyturvakeskus asettaa tarvittaessa mahdollisesti tarvittavat lisävaatimukset oleellisesti nykyisistä sijoituspaikoista poikkeavalle paikalle.

208. Ydinlaitoksen tila- ja sijoitussuunnittelua sekä sisäisiin ja ulkoisiin uhkiin varautumista koskevia vaatimuksia esitetään myös seuraavissa ohjeissa:

- YVL A.2 ”Ydinlaitoksen sijaintipaikka”, mm. ulkoisia olosuhteita koskevat selvitykset
- YVL A.7 ”Ydinvoimalaitoksen todennäköisyysperusteinen riskianalyysi ja riskien hallinta”, mm. seisminen PRA ja fragilitiitit sekä muiden ulkoisten tapahtumien PRA
- YVL A.11 ”Ydinlaitoksen turvajärjestelyt”
- YVL B.1 ”Ydinvoimalaitoksen turvallisuussuunnittelu”, mm. yleiset erotteluvaatimukset, varautuminen sähkömagneettisiin häiriöihin ja ilmastointijärjestelmien suunnitteluvaatimukset
- YVL B.8 ”Ydinlaitoksen palontorjunta”
- YVL C.1 ”Ydinlaitoksen rakenteellinen säteilyturvallisuus”, säteilysuojelun huomioon ottaminen tila- ja sijoitussuunnittelussa
- YVL C.5 ”Ydinvoimalaitoksen valmiusjärjestelyt”, ulkoisten tapahtumien huomioon ottaminen valmiusjärjestelyjen suunnittelussa.

209. Yksityiskohtaisia tila- ja sijoitussuunniteluun sekä sisäisiin ja ulkoisiin uhkiin varautumiseen liittyviä vaatimuksia esitetään myös muissa YVL-ohjeissa. Viittaukset tärkeimpiin muihin YVL-ohjeisiin ovat jäljempänä lukukohdasta.

210. Ydinlaitoksen rakentamista ja suunnittelua koskevat myös Suomessa voimassa olevat rakentamiseen ja pelastustoimeen liittyvät lait, asetukset ja määräykset. Tila- ja sijoitussuunnittelussa on otettava huomioon erityisesti Rakentamismääräyskokoelman (RakMK) ohjeis-

sa E1, E2 ja F2 esitetyt vaatimukset. Ydinlaitoksen palontorjuntaa koskevat vaatimukset esitetään ohjeessa YVL B.8.

211. Tässä ohjeessa esitetyt vaatimukset koskevat ydinlaitoksen turvallisuuden kannalta tärkeitä järjestelmiä, rakenteita ja laitteita, ellei vaatimuksessa ole erikseen esitetty sen soveltamislaajuutta. Turvallisuuden kannalta tärkeällä järjestelmällä, rakenteella ja laitteella tarkoitetaan järjestelmää, rakennetta ja laitetta, jota tarvitaan, joko sellaisenaan tai välillisesti, ydinvoimalaitoksen turvalliseen tilaan saattamisessa, turvallisessa tilassa pitämisessä tai radioaktiivisten aineiden leviämisen estämisessä ja valvonnassa normaalin käytön aikana sekä häiriö- ja onnettomuustilanteissa. Tämä tarkoittaa turvallisuusluokkiin 1, 2 ja 3 kuuluvia järjestelmiä, rakenteita ja laitteita sekä luokkaan EYT/STUK kuuluvia järjestelmiä, rakenteita ja laitteita, jotka suojaavat turvallisuustoimintoja suorittavia järjestelmiä sisäisiltä tai ulkoisilta uhkilta tai joita tarvitaan ohjeen YVL B.1 mukaisen DEC C -tapahtuman hallinnassa.

3 Ydinlaitoksen tila- ja sijoitussuunnittelu (layout-suunnittelu)

3.1 Voimalaitosalueen sijoitussuunnittelu

301. Voimalaitosalueen sijoitussuunnittelu on toteutettava laitoksen ydin- ja säteilyturvallisuuden, valmius- ja pelastusjärjestelyjen sekä turva- ja järjestelyjen kannalta tarkoituksenmukaisesti.

302. Voimalaitosalueen sijoitussuunnittelussa on otettava huomioon usean laitossyksikön samanaikaisen onnettomuuden mahdollisuus.

303. Voimalaitosalueen liikenne- ja kulkujärjestelyjen suunnittelussa on otettava huomioon harvinaiset sääolosuhteet, tulvat ja muut harvinaiset ulkoiset olosuhteet sekä onnettomuuden aikaiset säteilyolosuhteet. Voimalaitosalueen sijoitussuunnittelussa on otettava huomioon rakennusten ja rakennelmien luoksepäästävyys palo- ja onnettomuustilanteissa sekä harvinaisissa ulkoisissa olosuhteissa.

304. Voimalaitosalueen liikenne- ja kulkujärjestelyt, huomioiden vaarallisten aineiden kuljetukset, on suunniteltava siten, ettei kuljetusonnettomuus vaaranna laitoksen turvallisuutta eikä valmiusjärjestelyjä.

305. Räjähdyksivaarallisia aineita sisältävät rakennukset ja tilat on sijoitettava niin, että mahdollinen räjähdys ei vaaranna turvallisuuden kannalta tärkeitä järjestelmiä, rakenteita tai laitteita.

306. Voimalaitosalueen sijoitussuunnittelu on toteutettava siten, että tulipalojen, tulvien ja muiden uhkien vaikutusten leviämisen mahdollisuus rakennuksesta toiseen estetään.

307. Voimalaitosalueen sijoitussuunnittelu on toteutettava siten, että turbiinin, generaattorin tai muiden suurten pyörivien koneiden vaurioituessa syntyvät heitteet eivät aiheuta vaaraa turvallisuuden kannalta tärkeille järjestelmille, rakenteille ja laitteille. Vaaran arvioinnissa on otettava huomioon kaikki samalla voimalaitosalueella tai sen välittömässä läheisyydessä sijaitsevat laitokset.

308. Meriveden otto- ja poistoaukkojen sijoittelu on suunniteltava niin, että toisiaan varmentavien järjestelmien samanaikaisen menetyksen vaara ulkoisista syistä on mahdollisimman vähäinen.

309. Ulkoisten sähköverkkoyhteyksien suunnittelussa on otettava huomioon toisiaan varmentavia järjestelmiä samanaikaisesti uhkaavat ilmiöt.

310. Jos samalle voimalaitosalueelle tai sen välittömään läheisyyteen on tarkoitus sijoittaa useita ydinvoimalaitossyksiköitä tai muita ydinlaitoksia, voimalaitosalueen sijoitussuunnittelussa on otettava huomioon rakennustöiden ja kuljetusten mahdolliset vaikutukset toiminnassa oleviin ydinlaitoksiin.

3.2 Varautuminen ydinlaitoksen sisäisiin uhkiin

311. Ydinlaitoksen suunnittelussa on varauduttava laitoksen sisäisiin uhkiin. Sisäisiin uhkiin voidaan varautua muun muassa tila- ja sijoitussuunnittelun avulla. Suunnittelussa huomioon

otettavat sisäiset uhat on selvitettävä laitoskoh-
taisesti. Sisäisinä uhkina on tarkasteltava aina-
kin seuraavia ilmiöitä:

- tulipalot sekä niiden seurauksena muodostu-
van savun ja vaarallisten kaasujen leviämi-
nen ja räjähdykset
- laitoksella käsiteltävien aineiden räjähdykset
ja kemialliset reaktiot
- vaarallisten kaasujen ja nesteiden vapautu-
minen
- valokaaret
- sähkömagneettiset häiriöt
- nesteitä tai kaasuja sisältävien laitteiden,
putkistojen ja säiliöiden rikkoutumisen seu-
rausvaikutukset (missiilit, suihkuvoimat,
putkihuitaisut, paineaallot)
- pyörivien koneiden ja muiden laitteiden rik-
koutumisesta aiheutuvat heitteet (missiilit)
- raskaiden taakkojen putoaminen
- tulvat
- palovesi- ja sammutusjärjestelmän aiheeton
toiminta
- huonetilojen jäähtymisen, lämmityksen ja
ilmanvaihdon menetys ja aiheeton toiminta.

312. Huonetilat, joissa poikkeuksellisen korkea
tai matala lämpötila voi vaarantaa niissä sijait-
sevien turvallisuuden kannalta tärkeiden laittei-
den toimintakyvyn, on varustettava lämpötilan
valvonnalla, josta on johdettava hälytykset pää-
valvomoon.

313. Laitteiden sijoittelussa ja suojauksessa on
otettava huomioon putkistojen ja laitteiden rik-
koutumisesta aiheutuvat iskut, vesisuihkut, höy-
rypurkaukset ja mahdolliset heitteet (missiilit)
sekä veden aiheuttama hydrostaattinen paine.

314. Tulvat on otettava huomioon tila- ja sijoit-
tussuunnittelussa. Suunnittelussa on otettava
huomioon ainakin seuraavista syistä johtuvaa
sisäistä tulvimista: putkistojen, laitteiden, säi-
liöiden ja altaiden vuodot rikkoutumisen tai
toiminnallisen syyn takia, järjestelmien suunni-
teltu tai virheellinen automaattinen käynnisty-
minen, pumppujen automaattisen pysäytyksen
epäonnistuminen ja käyttöhenkilöstön virheet.
Merivesiputkistojen murtumia myös harvinais-
en korkean meriveden aikana on tarkasteltava.
Ulkoisia tulvia käsitellään luvussa 5.4.

315. Tulviin varautumista koskevassa suunnit-
telussa on otettava huomioon tilanteet, joissa
prosessijärjestelmiä on avattu huolto- tai kor-
jaustöitä varten.

316. Rakenteiden mitoituksessa on otettava huo-
mioon tulvien aiheuttama hydrostaattinen paine,
nostevoimat ja mahdolliset muut kuormitukset.
Vaatimukset tulvien huomioon ottamisesta tur-
vallisuuslohkojen välisessä erottelussa esitetään
tarkemmin luvuissa 3.3 ja 3.4.

317. Turvallisuuslohkojen tilat, joihin on sijoitettu
tulvalähteitä, on varustettava vuodonvalvonnalla.
Vuodonvalvonnan hälytykset on johdettava
päävalvomoon. Kyseisissä tiloissa mahdolliset
vuotovedet on ohjattava viemärijärjestelmään
tai sellaisiin tiloihin, joista ne voidaan poistaa.

318. Ydinlaitoksen tila- ja sijoitussuunnittelussa
on otettava huomioon raskaiden taakkojen nos-
tot. Nostoreitit ja niiden alla olevat rakenteet on
suunniteltava niin, että raskaiden taakkojen pu-
toaminen ei vaaranna turvallisuuden kannalta
tärkeitä järjestelmiä, rakenteita tai laitteita.

319. Tila- ja sijoitussuunnittelussa on otettava
huomioon mm. seuraavia asioita koskevat muis-
sa ohjeissa esitetyt vaatimukset:

- YVL A.8: tarkastustoiminnan ja ikääntymi-
sen hallinnan toteuttamismahdollisuuksia
koskevat vaatimukset
- YVL A.11: turvajärjestelyjä ja lentokoneen
törmäystä koskevat vaatimukset
- YVL B.1: laitostilojen ympäristöolosuhteita
koskevat yleiset vaatimukset, ilmanvaihtoa
ja ilmastointia koskevat vaatimukset, sähkö-
magneettisiin häiriöihin varautuminen
- YVL B.2 järjestelmien, rakenteiden ja laittei-
den maanjäristysluokittelua koskevat vaati-
mukset
- YVL B.5: putkihuitaisut
- YVL B.6: suojarakennuksen suunnittelua kos-
keva vaatimukset
- YVL B.8: palo-osastointia, poistumisteitä ja
palokuormalähtöisiin räjähdysiin varautu-
mista koskevat vaatimukset
- YVL C.1: rakenteellista säteilysuojelua ja
laitostiloihin tapahtuvaan radioaktiivisten
aineiden vapautumiseen varautumista kos-

kevat vaatimukset, mm. radioaktiivista nestettä sisältävien järjestelmien huonetilojen vuodonhallinnan vaatimukset

- YVL C.5: valmiustoimintaa varten tarvittavat tilat
- YVL D.1: ydinmateriaalivalvontaan liittyvät vaatimukset
- YVL D.3 ja YVL D.4: ydinjätehuoltoon liittyvät vaatimukset
- YVL E.4: primääripiirin eheyden varmistamiseksi noudatettavaan leak before break -periaatteeseen liittyvät vuodonvalvontaa koskevat vaatimukset ja putkimurtumien varalta tehtäviä suojauskohteita koskevat vaatimukset
- YVL E.6: radioaktiivista polttoainetta sisältävien allasrakenteiden suunnitteluperiaatteet mukaan lukien niiden tekninen varmistus ja monitorointi
- YVL E.11 nostoreitit, raskaan taakan putoaminen, polttoaineen käsittely.

320. Tilanteissa, joissa eri teknisiä alueita koskevien vaatimusten välillä on ristiriitoja, niiden tärkeysjärjestystä on arvioitava ydin- ja säteilyturvallisuuden näkökulmasta.

3.3 Turvallisuuslohkojen erottelua ja suojausta koskevat vaatimukset

321. Turvallisuuslohkojen välisille rakenteille ja muille erotteluun käytettävillä rakenteille sekä etäisyyteen perustuvalle erottelulle asetettavat teknilliset vaatimukset on määriteltävä tarkasteltavan sisäisen tai ulkoisen uhan sekä RakMK:n ja sovellettavien standardien perusteella.

322. Ovia, luokkuja ja läpivientejä turvallisuuslohkojen välillä on vältettävä.

323. Turvallisuuslohkojen välisissä rakenteissa olevat aukot on pidettävä ydinlaitoksen normaalin käytön aikana suljettuina ja tiiviinä.

324. Ohjeen YVL B.1 mukaan sellaisissa tiloissa, joissa turvallisuuslohkoja ei voida rakentaa erillisiksi osastoiksi, ne on eroteltava toisistaan osittain erottelevilla rakenteilla tai riittävällä etäisyydellä. Kyseisissä tapauksissa käytettävissä erotteluratkaisuissa on otettava huomioon palontorjunnan syvyyspuolustusperiaate [YVL B.8] ja

niitä on perusteltava analyysilla. Esimerkkejä kyseisistä tapauksista ovat suojarakennus sekä valvomo ja sen alapuoliset kaapelitilat.

325. Jos turvallisuuslohkon kautta on välttämätöntä johtaa kaapeleita, jotka eivät toiminnallisesti liity turvallisuuslohkon järjestelmiin, kaapelit on sijoitettava kaapelikanaviin, jotka täyttävät turvallisuuslohkojen välistä erottelua koskevat vaatimukset.

326. Turvallisuuslohkojen erottelun ja erottelevien rakenteiden sekä turvallisuuslohkon ja muiden tilojen tai ulkoalueen rajapinnan suunnittelussa on otettava huomioon kyseisissä turvallisuuslohkoissa tai niiden viereisissä muissa tiloissa sijaitsevat järjestelmät ja palokuormat ja kyseisissä tiloissa mahdolliseksi arvioitu tulipalo, myrkyllisten kaasujen vapautuminen, tulva ja siihen liittyvä hydrostaattinen paine sekä muut mahdollisiksi arvioituiden sisäiset ja ulkoiset uhat. Maanpinnan alapuolisissa tiloissa suunnittelussa on otettava huomioon maanpinnan tasoon asti nousevan vedenpinnan aiheuttama paine-ero turvallisuuslohkojen välillä.

327. Putkien ja painelaitteiden murtumien vaikutukset turvallisuuslohkossa sijaitseviin muihin laitteisiin, rakenteisiin ja järjestelmiin on analysoitava. Analysoinnin yhteydessä on tarkasteltava myös höyryn leviämistä sekä kosteuden ja lämmön vaikutuksia.

328. Putkien ja painelaitteiden murtumien ja räjähdysten aiheuttamaan paineen nousuun on varauduttava suunnittelemalla asianomaisiin tiloihin hallitut paineenpurkautumisreitit, esimerkiksi purkausluukut, jotka avautuvat paineen nousun vaikutuksesta rakenteellisten vaurioiden estämiseksi.

329. Tulvien vaikutusten rajoittamiseksi on maanpinnan tason alapuolisissa rakennusten osissa vältettävä turvallisuuslohkojen välisiä läpivientejä. Suunnittelussa on käytettävä teknisiä keinoja sisäisen tulvan leviämisen estämiseksi, vuotovesien hallitsemiseksi ja vuotomäärän rajoittamiseksi. Rakennusten viemäroinnin sekä perusvesi- ja salaojajärjestelmien kautta tapah-

tuva tulviminen ja tulvien leviäminen on estettävä asianmukaisilla suunnitteluratkaisuilla.

330. Periaatteet turvallisuusluokiteltujen järjestelmien rinnakkaisten osajärjestelmien erottelemisesta eri turvallisuuslohkoihin esitetään ohjeessa YVL B.1.

331. Turvallisuuslohkojen välisten osastoivien rakenteiden on täytettävä ohjeessa YVL B.8 esitettävät palonkestovaatimukset.

3.4 Turvallisuuslohkojen rajapintojen läpivientejä ja aukkoja koskevat vaatimukset

332. Turvallisuuslohkojen välisten ovien, luukkujen ja läpivientien toiminnallinen tarve on perusteltava, ja ne on suunniteltava kestäämään turvallisuuslohkojen väliselle rakenteelle asetetut tiiviyyttä, paineenkestoa, palonkestoa ja muita ympäristöolosuhteita koskevat vaatimukset.

333. Ovien, luukkujen ja läpivientien määrä on pidettävä mahdollisimman pienenä turvallisuuslohkon ja sellaisen muun tilan välillä, jossa on suuria palokuormia tai suuria tulvalähteitä.

334. Turvallisuuslohkojen väliset ovet sekä turvallisuuslohkon ja muiden tilojen tai ulkoalueen väliset ovet on varustettava valvonta- ja hälytysjärjestelmällä tilatiedon saamiseksi valvomoon tai hälytyskeskukseen. Tavallisten käyntiovien on oltava itsesulkeutuvia ja -salpautuvia.

335. Jos maanpinnan (rakennusten kynnyskorkeuden) alapuolisissa tiloissa on kulkuyhteys turvallisuuslohkojen välillä, kulkuyhteydessä on oltava kaksi peräkkäistä ovea (kaksinkertainen ovi tai kulku neutraalin tilan kautta). Kumpikin ovi on suunniteltava kestäämään turvallisuuslohkojen välisten erottelevien rakenteiden suunnitteluperusteena käytettävä vedenpaine.

336. Maanpinnan yläpuolisissa tiloissa on arvioitava tulvan leviämismahdollisuudet turvallisuuslohkosta toiseen. Jos tulvan leviäminen on mahdollista, turvallisuuslohkojen välisiin oviin sovelletaan samoja vaatimuksia kuin maanpinnan (rakennusten kynnyskorkeuden) alapuolisiin oviin.

337. Palo-osastointiin liittyvät turvallisuuslohkojen välisiä ovia, läpivientejä ja palopeltejä koskevat vaatimukset esitetään ohjeessa YVL B.8.

338. Ovia ja lukitusjärjestelmää koskevat turvajärjestelyvaatimukset esitetään ohjeessa YVL A.11.

339. Vaatimukset lentokoneen törmäyksen huomioon ottamisesta ydinlaitoksen tila- ja sijoitussuunnittelussa esitetään ohjeeseen YVL A.11 liitteessä B.

3.5 Vaatimusten toteutumisen osoittaminen ja STUKille toimitettavat aineistot

Periaatepäätöshakemus

340. Luvanhakijan on toimitettava STUKille periaatepäätöshakemuksen käsittelyä varten osana laitoskuvausta karttaphjalle laadittu voimalaitosalueen alustava sijoitussuunnitelma. Alustavan sijoitussuunnitelman yhteydessä on esitettävä asemapiirustus, jossa esitetään laitoksen ja sen eri rakennusosien, sähköverkko-yhteyksien ja meriveden otto- ja poistoaukkojen maantieteellinen sijainti. Voimalaitosalueen alustava liikennesuunnitelma on esitettävä alueen alustavan sijoitussuunnitelman yhteydessä.

341. Luvanhakijan on toimitettava STUKille periaatepäätöshakemuksen käsittelyä varten osana laitoskuvausta laitoksen alustavat tila- ja sijoitussuunnitelmat, joissa kuvataan päälaitteiden sijoitus ja tilavaraukset turvallisuuden kannalta tärkeille järjestelmille, rakenteille ja laitteille.

Rakentamislupahakemus

342. Luvanhakijan on toimitettava STUKille rakentamislupahakemuksen käsittelyä varten päivitetty voimalaitosalueen sijoitussuunnitelma sekä siihen liittyvä asemapiirustus ja liikennesuunnitelma.

343. Luvanhakijan on toimitettava STUKille rakentamislupahakemuksen käsittelyä varten tila- ja sijoitussuunnitelmat selostuksin sekä layoutpiirustuksin. Lisäksi luvanhakijan on toimitettava STUKille 3D-tietokonemalli, jossa on esitettyinä ja alustavasti mitoitettuna rakennukset, rakenteet, päälaitteet ja prosessilaitteet, putkistot,

kaapelireitit valvomotilat, sähkö- ja automaatiotilat ja kojeistot(kaapit). 3D-tietokonemallissa ja/tai piirustuksissa on esitettävä myös turvallisuuden kannalta turvallisuuslohkojen ja osatojen väliset läpiviennit, kulkureitit, nosturiereitit ja muut tilavaraukset, joiden perusteella voidaan todentaa erotteluperiaatteiden ja niistä johdettujen vaatimusten toteutuminen sisäisten ja ulkoisten uhkien torjumiseksi. Erottelun riittävyttä on perusteltava analyysillä, jotka on toimitettava STUKille.

344. Luvanhakijan on toimitettava STUKille rakentamislupahakemuksen käsittelyä varten alustavat selvitykset sisäisiin uhkiin varautumisesta.

345. Luvanhakijan on esitettävä STUKille rakentamislupahakemuksen käsittelyä varten toimitettavassa aineistossa turvallisuuslohkojen välisessä erottelussa käytettävät standardit.

Käyttölupahakemus

346. Luvanhakijan on toimitettava käyttölupahakemuksen käsittelyä varten STUKille edellä mainitut tila- ja sijoitussuunnittelua sekä sisäisiin ja ulkoisiin uhkiin varautumista koskevat lopulliset selvitykset.

347. Sisäisiin ja ulkoisiin uhkiin varautumisen laajuuden ja toteutuksen riittävyys on varmistettava laitoskierroksin ennen ydinlaitoksen käyttöönottoa. Laitoskierroksia koskevat vaatimukset esitetään luvussa 5.10.

4 Maanjäristykset

4.1 Suunnittelumaanjäristys

401. Ydinlaitoksen rakentamista koskevan lupahakemuksen yhteydessä on esitettävä selvitys seismiseen suunnitteluun käytettävästä suunnittelumaanjäristyksestä. Suunnittelumaanjäristyksellä tarkoitetaan ydinlaitoksen suunnittelun perustana käytettäviä laitoksen sijaintipaikan maaperän värähtelyjä. Suunnittelumaanjäristys on määritettävä siten, että voimakkaampien maaperän värähtelyjen arvioitu esiintymistajuus nykyisissä geologisissa olosuhteissa on pienempi kuin kerran sadassa tuhannessa vuodessa ($1 \cdot 10^{-5}$ /vuosi) mediaaniluot-

tamustasolla. Suunnittelumaanjäristyksen määrittely on esitettävä ja perusteltava, ja siinä on otettava huomioon alueen seismisen historian lisäksi alueellinen ja paikallinen geologia sekä tektoniikka.

402. Suunnittelumaanjäristyksen ydinlaitokseen kohdistamat ulkoiset vaikutukset on esitettävä maavastespektrin avulla. Maavastespektri kuvaa laitospaikan kallioperään tuetuksi ajatelluissa yhden vapausasteen värähtelijöissä syntyviä voimakkaimpia värähtelyjä eri ominaistajuuksilla ja tietyllä suhteellisella vaimennuskerroimella.

403. Maavastespektrin määrittämisessä on käytettävä Suomesta kerättyjä tietoja maanjäristysten sijaintipaikoista ja voimakkuuksista. Määrittämisessä on käytettävä sekä mittalaitteilla havaittuja tietoja että aistihavaintoihin perustuvia historiallisia tietoja. Tarkastelussa on otettava huomioon erityyppisten havaintojen erilainen havaintokynnys ja historiallisten havaintojen paikkaan liittyvä epävarmuus.

404. Vaimennusfunktion avulla arvioidaan tietyllä etäisyydellä tapahtuvan tietynsuuruisen maanjäristyksen aiheuttamaa kiihtyvyyttä laitospaikalla. Jos Suomen alueelta ei ole käytettävissä vaimennusfunktion määrittämiseen tarvittavia yksityiskohtaisia mittaustietoja, vaimennusfunktio on määritettävä mahdollisimman hyvin Suomen geologisia olosuhteita vastaavalta alueelta mitattujen tietojen perusteella. Maavastespektrin määrittämisessä käytettävien vaimennusfunktioiden valinta on perusteltava.

405. Suunnittelumaanjäristyksen maavastespektrin on perustuttava laitospaikkaa mahdollisimman hyvin kuvaaviin tietoihin ja mittaustuloksiin. Se on skaalattava vastaamaan maanpinnan vaaka- ja pystysuuntaisia huippukiihtyvyyden (PGA) arvoja ja tarvittaessa esitettävä erikseen kummankin suuntaisille värähtelyille.

406. Kerrosvastespektri (spektrimuoto ja kerroksen nollaperiodikiihtyvyys) voidaan määrittellä verhoikäyränä, joka kattaa seismisten maanjäristyksen aiheuttamien värähtelyjen lisäksi muista

syistä, esimerkiksi lentokonetörmäyksestä, aiheutuvat värähtelyt.

407. Käytetyt vaaka- ja pystysuuntaiset PGA-arvot on perusteltava laitospaikkakohtaisesti. Vaakasuuruisen komponentin vähimmäisarvona on käytettävä arvoa 0,1-g ohjeiden IAEA NS-G-1.6 [9] ja IAEA SSG-9 [8] mukaisesti. Ohjeissa SSG-9 ja NUREG/CR-6728 [18] annetaan ohjeita PGA-arvojen vaaka- ja pystykomponenttien välisen suhteen määrittelylle eri kiihtyvyyden ja taajuustasoilla.

408. Suunnittelumaanjäritystä voimakkaammat maanjäritykset on otettava huomioon ohjeen YVL B.1 mukaisina oletetun onnettomuuden laajennuksina (DEC C). Tarkastelu voidaan tehdä käyttäen laitoksen turvallisessa sammutuksessa tarvittavien laitteiden seismisiä fragiliteettikäyriä.

409. Suunnittelumaanjärityksen määrittämisessä käytettävät lähtötiedot ja menetelmät on arvioitava, ja suunnittelumaanjäritys on tarvittaessa päivitettävä määräaikaisten turvallisuusarvioiden yhteydessä.

4.2 Rakenteiden ja laitteiden seisminen suunnittelu

4.2.1 Yleistä

410. Luvanhakijan on esitettävä rakenteiden ja laitteiden suunnitteluperusteet suunnitteluohjeessa, joka on toimitettava STUKille hyväksyttäväksi osana rakentamislupahakemuksen käsittelyä varten toimitettavaa aineistoa. Osana suunnitteluperusteita esitetään käytettävät suunnittelustandardit, joita voivat olla mm. ASCE 4-98 [11], ASCE/SEI 43-05 [15] ja NUREG/CR-6926 [17]. Suunnittelustandardeja pitää soveltaa konservatiivisesti mm. silloin, kun arvioidaan runkorakenteiden välittämiä värähtelyjä laitteistolle.

411. Rakenteille ja laitteille tehtäviä laskelmia varten suunnittelumaanjärityksen vaikutus voidaan esittää myös maavastespektristä konstruoidulla kiihtyvyyden-aikadiagrammilla. Käytettävät kiihtyvyydenarvot ja niiden johtamistapa on tällöin esitettävä ja perusteltava.

412. Kiihtyvyyden-aika-diagrammi on todennettava vertaamalla siitä muodostettua kiihtyvyyden-taajuuskäyrää lähtökohtana käytettyyn kiihtyvyyden-taajuuskäyrään.

413. Mikäli suunnittelumaanjärityksen aiheuttama kuormitus on tarkoitus mallintaa muulla menetelmällä, on tälle menetelmälle hankittava STUKin erillinen hyväksyntä.

414. Suunniteltaessa ydinlaitoksen rakenteita ja laitteita maanjäritykskestäviksi on otettava huomioon hyväksi havaitut yleiset suunnitteluperiaatteet, joita ovat mm. seuraavat:

- Rakenteet suunnitellaan ja laitteet sijoitetaan siten, että niistä aiheutuvat kuormitukset kohdistuvat rakennuksiin mahdollisimman lähellä maanpintaa. Rakennusten vaakasuuruisen kiihtyvyyden profiilissa vältetään eri suuntiin tapahtuvia jyrkkiä muutoksia korkeustasojen välillä.
- Kantavien rakenteiden on oltava muodoltaan mahdollisimman säännöllisiä ja yksinkertaisia.
- Rakennuksen eri osat on sijoitettava jäykistäviin rakenteisiin nähden siten, että vältetään rakenteellinen epäkeskisyys.
- Massiiviset seismisen turvallisuuden kannalta tärkeät rakennukset ja laiteperustukset pyritään perustamaan suoraan peruskalliolle. Tästä poikettaessa on arvioitava maavastespektrin lisäksi peruskallion, maaperän ja rakennusten välistä vuorovaikutusta.
- Ohjeessa IAEA SG NS-G-1.6 [9] esitetyt yksityiskohtaiset suunnitteluperiaatteet.

4.2.2 Kuormitukset

415. Ohjeen YVL B.2 mukaisesti maanjäritysluokkiin S1 ja S2A kuuluvien rakenteiden ja laitteiden seismisessä suunnittelussa on otettava huomioon suunnittelumaanjärityksestä aiheutuvat kuormitukset. Niiden määrittämiseksi on dynaamisten analyysien avulla johdettava maavastespektriä vastaavat kerrosvastespektrit tai kiihtyvyyden-aikadiagrammit rakennusten niillä tasoilla, joilla tarkasteltavat rakenteet ja laitteet sijaitsevat.

416. Rakennusten dynaamisessa analyysissa on mallinnettava värähtelykäyttäytymiseen olen-

naisesti vaikuttavat massa- ja jäykkyysominaisuudet. Valitut suhteellisen vaimennuskerroimen arvot on perusteltava ottaen huomioon vastaava rakennekapasiteetin käyttöaste (asiaa käsitellään raportissa NUREG/CR-6919 [19]). Rakennusten ja kallioperän dynaamisesta vuorovaikutuksesta ei edellytetä tarkastelua, kun noudatetaan vaatimuksessa 414 esitettyjä suunnittelun yleisiä periaatteita.

417. Lähtötietoihin ja ominaistajuuksilla esiintyviin spektrihiippuihin liittyvät epävarmuustekijät on otettava huomioon. Soveltuvia ohjeita annetaan ohjeessa YVL E.4 sekä ohjeessa IAEA NS-G-1.6 [9].

418. Rakennuksen runkoa kuvaavat vaimennuskertoimet on arvioitava vastaavan oletetun rakenteellisen vaurioitumistason mukaan (ks. vaatimus 416). Runkorakenteiden ja S1/S2A-luokiteltujen laitteiden välisille kuormitusoletuksille on tehtävä herkkyystarkastelu, jossa arvioidaan suunnitteluratkaisun varmuustasoa sekä rakennuksen rungon että laitesuunnittelun näkökulmasta.

419. Yksittäisten rakenteiden ja laitteiden mitoitukseen on käytettävä niiden kohdalla syntyviä suurimpia vaakaja pystysuuntaisia kiihtyvyyssarjoja. Eri rakennusten tai rakennusten osien väliset suhteelliset värähtelysiirtymät on otettava huomioon, jos niistä aiheutuu merkittäviä kuormituksia. Kiihtyvyyden vaakasuuntainen komponentti valitaan kullekin kohteelle sen rakenteellisesti heikoimman suunnan mukaisesti silloin, kun tämä voidaan selvittää. Muussa tapauksessa valitaan komponentit kahteen toisistaan vastaan kohtisuoraan vaakasuuntaan (kohteen pääsuunnat). Nämä komponentit voidaan yhdistää myös esimerkiksi standardien ASCE 4-98 [14] tai EN 1998 [16] mukaisesti.

420. Suunnittelumaanjärityksen aiheuttamiin kuormituksiin on lisättävä muut samanaikaisesti vaikuttavat kuormitukset. Näitä ovat normaalista käytöstä aiheutuvat kuormitukset sekä maanjärityksen mahdollisesti aiheuttamista käyttöhäiriöistä seuraavat samanaikaiset kuormitukset. Suunnittelumaanjäritystä ei tarvitse ottaa huomioon yhdessä oletetun onnettomuus-

tilanteen aiheuttaman kuormituksen kanssa silloin, kun maanjärityksen seurausvaikutukset on estetty vastaavalla rakenteiden ja laitteiden maanjärityskestävyydellä.

421. Niiltä osin, kuin hyväksytään maanjäritysluokan S2B rakenteiden ja laitteiden rikkoutuminen siten, että sen seurauksena ylemmän maanjäritysluokan rakenteille ja komponenteille tulee maanjärityksen aikana lisäkuormia, voidaan kyseiset lisäkuormat ottaa huomioon vastaavissa kerrosvastespektreissä. Esimerkiksi luokan EYT/S2B paineastioista maanjärityksen aikana syntyvät hydrauliset murtumapaineet voidaan lisätä vaikutusalueen kerrosvastespektreihin.

422. Kuormitukset on yhdistettävä mitoitus- ja lujuuslaskelmiin hyväksytyyn standardin mukaisesti. Kuormien yhdistämistapa on määriteltävä rakentamislupavaiheen suunnitteluohjeissa siten, että äärimmäiset kuormitusyhdistelmät tulevat käsitellyksi.

423. Kuormien osavarmuuskertoimina voidaan käyttää arvoa 1,0. Materiaalin laskentalujuuksina käytetään ominaislujuuksia [RakMK]. Dynaaminen kuormitus sisältää rakenteessa ja sen kantamissa laitteissa syntyvät hitausvoimat.

4.2.3 Mitoitusperiaatteet

424. Luvanhaltijan on esitettävä mitoitusperiaatteet eri rakenne- ja laitetyyppien maanjärityskestävyuden toteuttamiseksi mukaan lukien niiden tuenta-, kiinnitys- ja suojaustavat. Lisäksi on esitettävä suunnitelma eri rakenne- ja laitetyyppien toimintaa koskevan vaatimustenmukaisuuden osoittamiseksi maanjäritystilanteissa.

425. Järjestelmä-, rakenne- ja laitekohtaiset seismit suunnitelmat sekä luvun 4.2.2 mukaisten maanjärityskuormitusten huomioon ottamiseksi edellytettävät mitoituslaskelmat on esitettävä rakenteiden ja laitteiden suunnittelua koskevis- sa asiakirjoissa.

426. Maanjäritysluokkiin S1 ja S2A kuuluvien painelaitteiden, muiden mekaanisten rakenteiden ja laitteiden sekä erityisesti niiden tuentojen

ja kiinnitysten mitoituskalkelmissa on tarkasteltava suunnittelumaanjärityksen aiheuttamat kuormitukset. Vaatimuksia putkistojen tuennoille ja kiinnityksille esitetään ohjeessa YVL E.3.

427. Luokkien S1 ja S2A sähkö- ja automaatiolaitteiden soveltuvuusarvioissa on esitettävä mitoituskalkelat maanjäritystilanteessa olennaisesti kuormittuville tuennoille ja kiinnityksille.

4.3 Maanjärityskestävyyden osoittaminen

4.3.1 Yleistä

428. Luvanhakijan on osoitettava, että maanjäritysluokkiin S1 ja S2A kuuluvat rakenteet ja laitteet täyttävät luvussa 4.2 asetetut kestävyysvaatimukset. Osoittamiseen voidaan käyttää analyyseja, kokeita, ajan tasalla olevia kokemuseräisiä arvioita tai näiden yhdistelmiä. Nämä selvitykset tai niiden tulosaineistot esitetään asianomaisille rakenne- tai laitetyypeille edellytettyjen STUKin tarkastusten yhteydessä ennen käyttöönottoa. Ohjeessa YVL B.2 annetaan maanjäritysluokasta riippuva vaatimustaso maanjärityskestävyyden edellyttämien järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden toiminnallisuudelle ja eheydelle. Analyyseja ja kokeellisia menetelmiä käsitellään tarkemmin ohjeessa IAEA SG NS-G-1.6 [9].

429. Ohjeen YVL A.8 mukaisessa ikääntymisen hallinnassa on otettava huomioon maanjärityskestävyyden säilyminen.

430. Todennäköisyysperusteisen riskianalyysin (PRA) avulla on osoitettava, että seismisen suunnittelun toteutus on ydinlaitoksen kokonaisturvallisuuden kannalta hyväksyttävä.

4.3.2 Analyysit

431. Painelaitteiden ja terässuojarakennuksen maanjärityskestävyys osoitetaan suunnittelumaanjärityksestä johtuville kuormituksille tehtävällä ohjeiden YVL E.4, YVL E.6, YVL E.8, YVL E.9 ja YVL E.10 mukaisilla analyyseilla.

4.3.3 Kokeet ja niiden yhdistäminen analyyseiden kanssa

432. Laitteille ja/tai niiden komponenteille, joita ei voida riittävän luotettavasti analysoida,

maanjärityskestävyys on osoitettava kokeellisesti.

433. Yhdisteltäessä analyyseja ja kokeita on esitettävä, kuinka määriteltävä testauskokoisuus vastaa suunnitteluoletuksia ja kuinka seismisen kestävyuden vaatimusten täytyminen osoitetaan.

4.3.4 Kokemuseräiset arviot

434. Maanjärityskestävyys voidaan arvioida vastaavalle laitteelle tai rakenteelle aikaisemmin tehdyn, luvun 4.3.2 tai 4.3.3 mukaisen selvityksen perusteella. Myös vertailukelpoisia ajan tasalla olevia kokemuksia tapahtuneista maanjärityksistä voidaan käyttää hyväksi.

4.3.5 Sähkö- ja automaatiolaitteet

435. Sähkö- ja automaatiolaitteiden tyyppitesteihin on sisällytettävä suunnittelumaanjäritykseen verrattuna riittävät vaatimukset mekaanisen rasituksen kestävästä. Laitteiden välisten kaapelointien ja kytkentöjen kestävyys on osoitettava analyysein ja/tai kokein.

4.3.6 Laitekokonaisuudet

436. Sähkö- ja automaatiolaitteiden, mekaanisten laitteiden, putkiston ja laiteperustusten muodotamat kokonaisuudet on arvioitava siten, että otetaan huomioon näiden osien väliset vuorovaikutukset yksittäisten komponenttien seismisen kelpoisuuden toteamisen lisäksi.

437. Laitekokonaisuuksista on toimitettava STUKiin hyväksyttäväksi ydinturvallisuuden varmistava perusteluyhteen veto, jossa osoitetaan, kuinka yksittäisten komponenttien kelpoisuuden osoittamisen ja yhdistelmän analyysin/arvioinnin avulla on todistettu laitekokonaisuuden maanjärityskestävyys.

4.3.7 Ydinvoimalaitoksen turvallinen alasajo

438. Ydinvoimalaitoksen turvallisen alasajon maanjärityksen jälkeen pitää perustua selkeisiin ohjeisiin [IAEA SSG-9]. Ohjeissa kerrotaan alasajoa edellyttävä kiihtyvyyden taso ja sen toteamista. Alasajon toimintojen on perustuttava asianmukaisesti keloistettuihin luokan S1 järjestelmiin, rakenteisiin ja laitteisiin. Alasajomenettely on arvioitava PRA:n avulla.

439. Ydinvoimalaitoksella on toteutettava seisminen monitorointi, jonka pitää perustua suunnitelumaanjärityksen mukaisia kiihtyvyytasoja vastaaviin runkorakenteen dynaamisiin ominaisuuksiin sekä turvalliseen alasajoon käytettävien järjestelmien ja laitteiden suunniteltuun sijaintiin laitoksella. Havaintolaitteista esitetään vaatimuksia vaatimuksissa 445–449.

4.3.8 PRA:n käyttö maanjäristyskestävyyssuunnittelun tukena

440. Ohjeen YVL A.7 mukaisesti laadittavaan PRA:han on sisällytettävä maanjäristysten aiheuttamista vaurioista ja laitteiden virheellisestä toiminnasta johtuvat, tärkeimmiksi arvioidut alkutapahtumat. Seismisessä PRA:ssa on otettava huomioon seismisestä luokituksesta riippumatta rakenteet ja laitteet tuentoineen sekä kokemukset eri rakenne- ja laitetyyppien vikaantumisalittuudesta voimakkuudeltaan erilaisissa todellisissa maanjäristyksissä. Suurten laitekokonaisuuksien samanaikaisesta dynaamisesta kuormittumisesta johtuvia vaurioketjuja ja yhteisvikaantumisen mahdollisuutta on arvioitava.

441. PRA-tarkasteluilla on osoitettava turvallisen alasajon kannalta merkittävät järjestelmät ja vastaavien laitteiden ja rakenteiden särkyvyksien HCLPF-arviot. Fragiliteettiarvioiden on perustuttava runkorakenteiden 3D-analyysiin ja todellisiin kiinnitystapoihin siten, että kaikki värähtelysuunnat on arvioitu asianmukaisesti.

4.4 Maanjäristyskestävyyden valvonta rakentamisen ja käytön aikana

442. Maanjäristysluokkien S1 ja S2A rakenteiden ja laitteiden rakennesuunnitelmissa on otettava huomioon maanjäristyksestä aiheutuvat kuormat. Maanjäristyskestävyyttä koskevat vaatimukset on annettu luvuissa 4.2 ja 4.3.

443. Rakenteiden ja laitteiden seismisen suunnittelun laajuus ja toteutus on varmistettava laitoskierroksilla ennen ydinlaitoksen käyttöönottoa. Tarkastuksiin on käytettävä päteviä teknisiä asiantuntijoita ja ne tehdään STUKin valvonassa. Laitoskierrokseen osallistuvien asiantuntijoiden on perehdyttävä seismisen suunnittelun asiakirjoihin. Laitoskierrokseen kuuluu seismisten tuenta- ja kiinnitysratkaisujen asianmukai-

suuden todentaminen sekä mahdollisten lisätoimenpiteitä vaativien seismisten riskitekijöiden tunnistaminen ja arviointi.

444. Laitoskierroksesta on laadittava suunnitelma. Suunnittelussa on otettava huomioon muun muassa hyväksytyt rakennesuunnitelmat sekä seisminen PRA ja fragiliteetit. Laitoskierroksesta on laadittava raportti, jossa esitetään selvitys kierroksen toteutuksesta ja turvallisuuteen vaikuttavista poikkeavista havainnoista.

445. Seismisen monitorointijärjestelmän keskeinen osa muodostuu havaintolaitteista. Havaintolaitteiden tarkoituksenmukaisuus osoitetaan luvussa 4.3.7 esitetyn turvallisen alasajon ohjeituksen yhteydessä.

446. Ydinlaitospaikan kallioperään on sijoitettava seismisiä havaintolaitteita varmentamaan suunnitelumaanjäristyksen määrittelyssä käytettyjä värähtelytekniisiä tietoja ja olettamuksia. Lisäksi ainakin yhdessä kutakin seismisiltä ominaisuuksiltaan samanlaista tyyppiä olevassa reaktorirakennuksessa on oltava vähintään kaksi havaintolaitetta, joista toinen kiinnitetään pohjalaattaan ja toinen maanjäristysluokkaan S1 kuuluvien rakenteiden ja laitteiden tason yläpuolelle.

447. Havaintolaitteiden on oltava suunnittelun perusteena oleville kiihtyvyyss- ja taajuusarvoille soveltuvia. Havaintolaitteiden on luotettavasti ja riittävän lyhyin aikavälein kyettävä tallentamaan esiintyvien maanjäristysten aiheuttamat kiihtyvyydet pystysuuntaan ja kahteen keskenään kohtisuoraan vaakasuuntaan.

448. Merkittävän maanjäristyksen tapahduttua havaintolaitteiden tulosten on oltava käytettävissä arvioitaessa maanjäristysluokkiin S1 ja S2A kuuluvien rakenteiden ja laitteiden tarkastusten tarpeellista laajuutta sekä edellytyksiä käytön jatkamiselle.

449. Käytön aikana seismisten havaintolaitteiden tallenteet sekä laitteiden toimivuus on tarkastettava säännöllisesti. Asetetut raja-arvot ylittävät havainnot on arkistoitava aikasarjamuodossa siten, että niistä voidaan laatia jälkepäin asian-

mukaiset analyysit. Toiminta on ohjeistettava ja sisällytettävä määräaikaistarkastusohjelmiin.

4.5 Vaatimusten toteutumisen osoittaminen ja STUKille toimitettavat aineistot

450. Luvanhakijan on esitettävä ydinlaitoksen alustavassa ja lopullisessa turvallisuusselosteessa tai niihin liittyvissä aihekohtaisissa raporteissa ydinlaitoksen suunnittelumaanjärjestys, sen määrittämisessä käytetyt menetelmät ja lähtöaineistot sekä laitoksen maanjärjestyssuunnittelussa noudatettavat yleiset periaatteet.

451. Suunnittelumaanjärjestyksen määrittämistä ja sen uudelleen arviointia varten tehtyjen tutkimusten ja analyysien on oltava jäljitettävissä ja niihin liittyvät lähtötiedot, tulosaineistot ja viitemateriaali on arkistoitava. Tutkimuksissa ja analyysissä käytetyt menetelmät ja menettelytavat sekä niihin osallistuneet organisaatiot ja henkilöt ja niiden tehtävät on kuvattava. Kyseiset aineistot on arkistoitava ydinlaitoksen koko elinkaaren ajaksi ja aineistojen on oltava tarvittaessa STUKin saatavissa.

452. Luvanhakijan on esitettävä vaatimuksessa 424 mainitut seismisiä suunnitteluperusteita koskevat tiedot ydinlaitoksen rakentamislupahakemuksen käsittelyä varten STUKille toimitettavissa asiakirjoissa.

453. Rakenteiden ja laitteiden seismisen kestävyden osoittamiseksi tarvittavat suunnitelmat, analyysit, koesuunnitelmat ja kokeiden tulosaineistot on esitettävä STUKille ohjeiden YVL E.6, YVL E.7, YVL E.8, YVL E.9, YVL E.10 ja YVL E.11 mukaisesti toimitettavissa asiakirjoissa.

454. Seismisiä koestuksia koskevat suunnitelmat on toimitettava STUKille riittävän ajoissa siten, että STUKilla on mahdollisuus valvoa testejä. Koestusraportti toimitetaan STUKiin tiedoksi vastaavan lopullisen soveltuvuusarvion tai rakennesuunnitelman hyväksymiskäsittelyä varten.

455. Valmistuksen, rakentamisen ja asennusten aikana syntyvien poikkeamien vaikutukset pitää esittää soveltuvuusarvioissa [YVL E.7] tai perusteluyhteenvedossa [YVL E.5, YVL E.6].

456. Luvanhakijan/-haltijan on toimitettava STUKille hyväksyttäväksi vaatimuksessa 444 mainittu laitoskierroksen suunnitelma ennen laitoskierrosta ja laitoskierroksesta laadittu raportti ennen käyttöönottotarkastuksia. Vaatimuksessa 437 mainittu laitekokonaisuuksia koskeva perusteluyhteenvedo on toimitettava STUKiin ennen laitoskierrosta.

457. Vaatimukset seismisen PRA:n toimittamisesta lupakäsittelyn eri vaiheissa on esitetty ohjeessa YVL A.7.

5 Muut ydinlaitoksen ulkoiset uhat

5.1 Ulkoisiin uhkiin varautumista koskevat yleiset vaatimukset

501. Ydinlaitoksen järjestelmien, laitteiden ja rakenteiden suunnittelussa on otettava huomioon laitospaikalla mahdolliseksi arvioidut luonnonilmiöt ja muut laitokseen kohdistuvat ulkoiset uhat.

502. Luvanhakijan on laadittava selvitys siitä, mitkä ulkoiset uhat otetaan huomioon laitoksen suunnittelussa ja miten kyseisiin uhkiin varaudutaan. Selvityksessä on kuvattava eri häiriö- ja onnettomuustilanteiden [YVL B.1] yhteydessä oletettavat ulkoiset olosuhteet ja tapahtumat.

503. Ulkoisia tapahtumia ja olosuhteita koskevien turvallisuuden kannalta tärkeiden järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden suunnitteluarvojen valinnassa on noudatettava seuraavia yleisiä periaatteita:

- Suunnitteluarvoihin pitää sisältyä riittävä marginaali laitospaikalla ja sen läheisyydessä mitattuihin huippuarvoihin nähden.
- Suunnitteluarvojen määrittämisessä on otettava huomioon ainakin ilmiöt, joiden ylittymisen arvioitu todennäköisyys vuoden aikana laitospaikalla on suurempi kuin 10^{-5} mediaaniluottamustasolla.
- Jos voidaan luotettavasti osoittaa, että ulkoisella tapahtumalla tai olosuhteella ei ole vaikutusta tietyn oletetun onnettomuuden esiintymisen todennäköisyyteen, voidaan kyseisen oletetun onnettomuuden hallintaan

tarvittaville järjestelmille käyttää kyseistä ulkoista tapahtumaa tai olosuhdetta koskevaa suunnitteluarvoa, jonka ylittymisen todennäköisyys vuoden aikana on enintään 10^{-4} .

d. Turvallisuuden kannalta tärkeän järjestelmän, rakenteen ja laitteen suunnitteluarvojen valinnassa on otettava huomioon sen turvallisuusmerkitys ja suunnitteluarvojen riittävyys on perusteltava.

504. Meriveden pinnankorkeuden suunnitteluarvon valinnassa pitää edellä esitetyn lisäksi varmistaa, että suunnitteluarvo on suurempi kuin

- a. sijaintipaikalla mediaaniluottamustasolla arvioitu kerran sadassa vuodessa esiintyvä pinnankorkeus lisättynä kahdella metrillä sekä sijaintipaikkakohtaisesti arvioitavalla aaltoiluaralla sekä
- b. vaatimuksen 515 mukaisesti määritetty pinnankorkeuteen vaikuttavien tekijöiden epäedullisinta yhdistelmää vastaava pinnankorkeus lisättynä sijaintipaikkakohtaisesti arvioitavalla aaltoiluaralla.

505. Suunnitteluarvojen valinnassa ja moninkertaisuus- sekä erotteluperiaatteen [YVL B.1] soveltamisessa on otettava huomioon ulkoisten tapahtumien samanaikaiseen esiintymiseen vaikuttavat riippuvuudet. Lainvastaisesta toiminnasta johtuvaa uhkaa ei tarvitse ottaa huomioon kuormituksena samanaikaisesti harvinaisten luonnonilmiöiden tai ihmisen normaalin toiminnan aiheuttamien ulkoisten uhkien kanssa.

506. Harvinaisia ulkoisia tapahtumia ja olosuhteita, joiden arvioitu esiintymistaajuus on pienempi kuin 10^{-5} /vuosi, on käsiteltävä oletetun onnettomuuden laajennuksina (DEC C -tapahtumina) [YVL B.1]. Luvanhakijan/-haltijan on esittävä ja perusteltava DEC C -tapahtumina käsiteltävät ulkoiset ilmiöt. Ilmiöiden ja niiden voimakkuuksien valinnassa on otettava huomioon ohjeessa YVL A.7 esitetyt sydänvauriotaajuuden ja suuren päästön raja-arvot. DEC C -suunnitteluarvoihin on sisällytettävä perusteltu marginaali tarkasteltavien ilmiöiden havaittuihin maksimiarvoihin nähden.

507. Ydinlaitoksella on oltava ohjeet laitoksen turvallisuuteen vaikuttavien ulkoisten uhkien

seuraamisesta, toiminnasta niissä tilanteissa, joissa turvallisuustoimintoihin vaikuttavan ulkoisen tapahtuman vaara on selvästi kohonnut, sekä tilanteissa, joissa ulkoinen tapahtuma on heikentänyt turvallisuustoimintojen toteuttamismahdollisuuksia.

508. Ulkoisia tapahtumia ja olosuhteita koskevien suunnitteluarvojen riittävyys on todennettava todennäköisyysperusteisen riskianalyysin avulla [YVL A.7]. Todennäköisyysperusteisissa tarkasteluissa on otettava huomioon luonnonilmiöiden väliset riippuvuudet. Ohjeessa YVL A.7 esitetään sydänvauriotaajuuden ja suuren päästön taajuuden raja-arvot, jotka sisältävät myös ulkoisista uhista aiheutuvan osuuden.

5.2 Hasardikäyrä

509. Ydinlaitoksen suunnitteluperusteiden määrittämiseksi laitoksen turvallisuuteen vaikuttavien ulkoisten ilmiöiden esiintymistaajuuksia on arvioitava. Sellaisille ilmiöille, joiden mittauksista on käytettävissä aikasarjoja, on laadittava hasardikäyrä, joka esittää ilmiötä kuvaavan suureen arvon ylittymistaajuutta.

510. Jos hasardikäyrä on tarpeen määrittellä pidemmälle toistuvuusajalle kuin mittaustulosten kattama ajanjakso, on apuna käytettävä ääriarvojakauman sovittamista aikasarjaan. Käytettävän ääriarvojakauman matemaattisen muodon valinnassa on pyrittävä siihen, että lopputulos ei ole epäkonservatiiviseen suuntaan herkkä yksittäisten mittaustulosten vaikutukselle.

511. Ydinlaitoksen sijaintipaikalle määritettyjen hasardikäyrien epävarmuuksia on arvioitava, ja epävarmuudet on otettava huomioon suunnitteluarvojen määrittelyssä. Epävarmuuksien arvioimiseksi on tarkasteltava usealla ydinlaitoksen sijaintipaikan ympäristön paikkakunnalla mitattuihin aikasarjoihin perustuvia hasardikäyriä. Hasardikäyrien määrittelyssä ja epävarmuuksien arvioinnissa on varmistettava, että kansallisia mittaustietoja ja asiantuntemusta hyödynnetään riittävästi.

5.3 Sääilmiöt

512. Ydinlaitoksen suunnittelussa on varauduttava laitospaikalla mahdollisiksi arvioituihin sääilmiöihin. Suunnittelussa on tarkasteltava ainakin seuraavia sääilmiöitä:

- ulkoilman korkea ja matala lämpötila
- voimakas tuuli, mukaan lukien trombit ja syöksyvirtaukset
- korkea ja matala ilmanpaine sekä ilmanpaineen vaihtelut
- vesisade, lumisade, raesade
- jäätävä sade ja jäätävät roiskeet merestä tai vesistöistä
- ilman kosteus, sumu, huurtuminen
- salammat
- kuivuus
- auringon hiukkaspurkausten aiheuttamat sähkömagneettiset häiriöt.

513. Suunnitteluratkaisuilla on varmistettava, että jäätyminen, lumi tai muut tukkeutumista aiheuttavat ilmiöt eivät estä turvallisuuden kannalta tärkeiden järjestelmien jäähdytysilman saantia eivätkä varavoimakoneiden paloilman saantia.

5.4 Meriveden korkea ja matala pinta sekä ulkoiset tulvat

514. Meren rannikon läheisyydessä sijaitsevan ydinlaitoksen suunnittelussa on varauduttava harvinaisen korkeaan ja matalaan meriveden pinnankorkeuteen. Suunnittelussa on otettava huomioon sijaintipaikalla mahdolliseksi arvioitu aallonkorkeus. Ydinlaitoksen ympäristössä sijaitsevien jokien, järvien ja muiden mahdollisten tulvalähteiden tulvimisesta aiheutuva vaara ydinlaitokselle on selvitettävä ja tarvittaessa otettava huomioon laitoksen suunnittelussa.

515. Korkealle ja matalalle meriveden pinnalle on laadittava kohdan 5.2 mukaiset hasardikäyrät. Tilastollisen käsittelyn lisäksi meriveden pinnankorkeuteen vaikuttavat tekijät on eriteltävä, kunkin tekijän havaittu enimmäisvaikutus on arvioitava ja tekijöiden epäedullisinta yhdistelmää vastaava pinnankorkeuden ääriarvo on arvioitava. Meriveden pinnankorkeuteen vaikuttavina tekijöinä on tarkasteltava ainakin Itämeren kokonaisvesimäärää, ilmanpainetta, tuulta, merenpinnan pitkäaaltoista heilahtelua (seiche) ja

vuorovettä. Tarkastelussa on otettava huomioon valtamerien pinnankorkeuden arvioitu muutos ja sen epävarmuudet ydinlaitoksen suunnitelluna käyttöaikana.

516. Ydinlaitoksen rakennukset ja järjestelmät on suunniteltava siten, että meriveden tulviminen laitokselle kynnystason alapuolisten viemärien tai avointen järjestelmien kautta estetään luotettavasti. Suunnittelussa on otettava huomioon myös kunnossapitotöiden aikaiset tilanteet sekä merivesiputkien murtumat korkean meriveden aikana.

517. Ulkoisina tulvina on analysoitava meren tai muun vesistön korkeasta pinnasta sekä suuresta sademäärästä johtuvaa veden tulvimista laitostiloihin. Tarkastelussa on otettava huomioon ulkoisista lähteistä tapahtuva tulviminen murtumien, virhetoimintojen ja inhimillisten virheiden seurauksena. Mahdolliset tulvimisreitit on kartoitettava. Tarkastelussa on otettava huomioon ainakin ovet, luukut, läpiviennit, viemärijärjestelmät, merivesipumppaamon altaat ja meriveden poistoreitit.

5.5 Jää ja suppo

518. Ydinlaitoksen suunnittelua varten on selvitettävä sijaintipaikan jääolosuhteet, erityisesti jään liikkeiden ja ahtojään aiheuttamat kuormitukset vedenottorakenteille ja muille rantaviihan läheisyydessä sijaitseville rakenteille. Jään aiheuttamat kuormitukset on otettava huomioon suunnittelussa.

519. Supon ja muun jään aiheuttamaa meriveden oton tukkeutumisvaaraa on arvioitava ja tukkeutumisvaaraa on mahdollisuuksien mukaan pienennettävä asianmukaisilla suunnitteluratkaisuilla. Valittavat ratkaisut on esitettävä ja niiden riittävyys on perusteltava alustavassa ja lopullisessa turvallisuusselosteessa.

520. Suppovaaran havaitsemiseksi ydinlaitoksen merivesijärjestelmät on varustettava tarkoitukseen soveltuvilla lämpötilamittauksilla. Ydinlaitoksen käytön aikana meriveden jäätymisspiste on määritettävä säännöllisesti supon syntymisen kannalta edullisissa olosuhteissa (ulkoilman matala lämpötila ja jääpeitteetön meri).

5.6 Muut meriveden ja raakaveden saantia uhkaavat tapahtumat

521. Meriveden otto- ja poistorakenteiden sekä merivesijärjestelmien suunnittelussa on sovellettava sellaisia suunnitteluratkaisuja, että tukkeutumisen mahdollisuus on pieni. Lisäksi merivesivirtauksen täydellisen menetyksen aiheuttamaan lopullisen lämpönielun menetykseen on varauduttava ohjeen YVL B.1 mukaisesti.

522. Tukkeutumisvaaraa aiheuttavina tapahtumina on tarkasteltava mm. meriveden mukana merivesijärjestelmiin kulkeutuvia epäpuhtauksia, kuten levää, muuta kasvustoa ja eliöitä ja niiden jäänteitä sekä öljyä ja muita tahraavia kemikaaleja. Merivesijärjestelmien suunnittelussa ja käytössä on varauduttava myös merivesijärjestelmissä lisääntyvään kasvustoon ja eliöstöön, kuten simpukoihin.

523. Merivesijärjestelmät on varustettava epäpuhtauksien varalta tarkoitukseen soveltuvilla puhdistusjärjestelmillä.

524. Ydinlaitokselle tulevan meriveden puhtautta on tarkkailtava. Tarkkailua on tehostettava sellaisissa tilanteissa, joissa riski epäpuhtauksien joutumiselle merivesijärjestelmiin on tavanomaista suurempi.

525. Makean raakaveden saannin ja vedenpuhdistusjärjestelmän häiriöiden turvallisuusmerkitys on arvioitava. Raakaveden ja puhdistetun veden saannin häiriöihin tulee varautua siten, että ne eivät vaaranna turvallisuustoimintojen toteuttamista.

5.7 Ulkoiset tulipalot ja räjähdykset

526. Ydinlaitoksen suunnittelussa on otettava huomioon laitosrakennusten ulkopuoliset räjähdyspaineaallot, joiden aiheuttajana on kemiallinen räjähdys tai painesäiliöräjähdys. Laitokseen kuuluvien painesäiliöiden räjähdyksestä aiheutuvaa paineaaltoa koskevien suunnitteluperusteiden on perustuttava analyysiin. Suunnitteluperusteena käytettävän muista syistä johtuvan ulkoisen räjähdyspaineaallon suuruutta koskevat vaatimukset esitetään ohjeessa YVL A.11.

527. Metsä- ja maastopalojen ja muiden laitoksen ulkopuolisten tulipalojen aiheuttaman lämmön ja savun vaikutukset on otettava huomioon ydinlaitoksen suunnittelussa.

528. Palaviin, myrkyllisiin ja tukehduttaviin kaasuihin varautumista koskevat vaatimukset esitetään ohjeissa YVL B.1 ja YVL A.11.

529. Laitoksen palontorjuntajärjestelmille ja operatiiviselle torjunta- ja pelastusvalmiuksille esitetään vaatimuksia ohjeessa YVL B.8.

5.8 Sähkömagneettiset häiriöt

530. Sähkömagneettisiin häiriöihin varautumista koskevat vaatimukset esitetään ohjeissa YVL B.1, E.7 ja A.11.

5.9 Eläinten ja kasvuston aiheuttamat uhat

531. Kaapeleille ja sähkölaitteille tai muille laitteille vaaraa aiheuttavien jyrsijöiden ja muiden eläinten pääsy laittiloihin on estettävä luotettavasti.

532. Lintujen, hyönteisparvien ja muiden eläinten pääsy ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmiin sekä varavoimakoneiden palo- ja jäähdytysilmajärjestelmiin on estettävä.

5.10 Vaatimusten toteutumisen osoittaminen ja STUKille toimitettavat aineistot

533. Ulkoisia tapahtumia koskevien suunnitteluperusteiden määrittämistä ja uudelleen arviointia varten tehtyjen tutkimusten ja analyysien on oltava jäljitettävissä ja niihin liittyvät lähtötiedot, tulosaineistot ja viitemateriaali on arkistoitava. Tutkimuksissa ja analyyseissä käytetyt menetelmät ja menettelytavat sekä niihin osallistuneet organisaatiot ja henkilöt ja niiden tehtävät on kuvattava. Kyseiset aineistot on arkistoitava ydinlaitoksen koko elinkaaren ajaksi ja aineistojen on oltava tarvittaessa STUKin saatavissa.

Periaatepäätöshakemus

534. Periaatepäätöshakemuksen käsittelyä varten STUKille toimitettavassa aineistossa on esitettävä yleiskuvaus laitospaikan meteorologisista, hydrologisista ja geologisista olosuhteista sekä sellaisista ihmisen toiminnoista, jotka

saattavat vaikuttaa laitoksen turvallisuuteen tai valmiustoiminnan toteuttamiseen.

535. Periaatepäätöksen käsittelyä varten STUKille toimitettavassa aineistossa on esitettävä pääpiirteet siitä, miten suunnitellussa laitoksessa on tarkoitus varautua laitospaikalla mahdolliseksi arvioituihin ulkoisiin tapahtumiin.

Rakentamislupahakemus

536. Rakentamislupahakemuksen käsittelyä varten STUKille toimitettavassa aineistossa on esitettävä yksityiskohtaiset tiedot laitospaikan meteorologisista, hydrologisista ja geologisista olosuhteista sekä sellaisista ihmisen toiminnosta, jotka saattavat vaikuttaa laitoksen turvallisuuteen tai valmiustoiminnan toteuttamiseen.

537. Luvanhakijan on toimitettava STUKille rakentamislupahakemuksen käsittelyä varten vaatimuksen 502 mukainen selvitys varautumisesta ulkoisiin uhkiin. Selvitys voi olla osa alustavaa turvallisuusselostetta tai erillinen asiakirja (aihekohtainen raportti).

538. Ulkoisia tapahtumia koskevat suunnittelu-arvot ja muut suunnitteluperusteet on esitettävä sekä ulkoisten tapahtumien varalta käytettävät suunnitteluratkaisut on esitettävä järjestelmäkuvauksissa.

Rakentamisen aikaiset selvitykset

539. Ulkoisten tapahtumien varalta toteutettavien suunnitteluratkaisujen riittävyys on perusteltava analyyseillä tai kokeilla, jos analyysimenetelmien luotettavuutta ei voida osoittaa. STUKille on varattava mahdollisuus valvoa kokeita. Koesuunnitelmat on toimitettava STUKille riittävän ajoissa ennen kokeita. Sähkö- ja automaatiolaitteita koskevat analyysit ja kokeiden tulosraportit on toimitettava STUKille lopullisten soveltuvuusarvioiden hyväksymiskäsittelyä varten. Mekaanisia laitteita ja rakenteita koskevat analyysit on toimitettava rakennesuunnitelmien yhteydessä STUKille tai auktorisoidulle tarkastuslaitokselle E-sarjan YVL-ohjeissa määritellyn tarkastusaluejaon mukaisesti ja kokeiden tulosraportit on toimitettava STUKille tai auktorisoidulle tarkastuslaitokselle ennen laitteiden tai rakenteiden käyttöönottotarkastuksia.

Käyttölupahakemus

540. Käyttölupahakemuksen käsittelyä varten STUKille toimitettavassa aineistossa on esitettävä päivitetty vaatimuksessa 536 mainitut tiedot sekä päivitetty vaatimuksen 502 mukainen selvitys varautumisesta ulkoisiin uhkiin.

541. Sisäisiin ja ulkoisiin uhkiin varautumisen laajuuden ja toteutuksen riittävyys on varmistettava laitoskierroksin ennen ydinlaitoksen käyttöönottoa. Tarkastuksiin on käytettävä päteviä teknisiä asiantuntijoita ja STUKille on varattava mahdollisuus valvoa niitä. Laitoskierrokseen osallistuvien asiantuntijoiden on perehdyttävä suunnitteluasiakirjoihin. Maanjäristyssuunnittelun arvioimiseksi tehtäviä laitoskierroksia koskevat vaatimukset esitetään luvussa 4.

542. Laitoskierroksesta on laadittava suunnitelma, joka on toimitettava STUKin hyväksyttäväksi käyttölupahakemuksen käsittelyä varten. Laitoskierroksesta on laadittava raportti, jossa esitetään selvitys kierroksen toteutuksesta ja turvallisuuteen vaikuttavista havainnoista. Raportti on toimitettava STUKin hyväksyttäväksi riittävän ajoissa ennen laitoksen käyttöönottoa.

6 Säteilyturvakeskuksen valvontamenettelyt

601. Periaatepäätösvaiheessa STUK tarkastaa periaatepäätöshakemuksen liitteenä toimitetut ydinenergia-asetuksen (161/1988) 24 §:n toisen momentin kohtien 1), 2) ja 3) mukaiset selvitykset, alustavat selvitykset varautumisesta sisäisiin ja ulkoisiin uhkiin sekä vaatimuksissa 340 ja 341 mainitut selvitykset tila- ja sijoitussuunnittelusta. Tarkastuksen päätulokset esitetään hakemusta koskevassa STUKin alustavassa turvallisuusarviossa.

602. Rakentamislupahakemuksen käsittelyn yhteydessä STUK tarkastaa sisäisten ja ulkoisten uhkien sekä tila- ja sijoitussuunnittelun osalta rakentamislupahakemuksen liitteenä toimitetun alustavan turvallisuusselosteen, selvitykset varautumisesta sisäisiin ja ulkoisiin uhkiin

sekä vaatimuksissa 342–345 mainitut selvitykset tila- ja sijoitussuunnittelusta. Tarkastuksen päätulokset esitetään hakemusta koskevassa STUKin turvallisuusarviossa. Yksityiskohtaiset tarkastushavainnot ja huomautukset esitetään STUKin päätöksenä rakentamisluvan hakijalle.

603. Ydinlaitoksen rakentamisen aikana STUK tekee ennalta määritellyn ohjelman mukaisia tarkastuksia (rakentamisen aikainen tarkastusohjelma RTO) sekä valvoo järjestelmiä, laitteita ja rakenteita koskevien suunnitelmien tarkastuksen yhteydessä, että vaatimukset sisäisiin ja ulkoisiin uhkiin varautumiselle sekä tila- ja sijoitussuunnittelulle on otettu huomioon suunnitelmissa.

604. STUK käsittelee luvanhaltijan hakemuksesta laitospaikkakohtaiset suunnittelumaanjärjestyksen PGA-arvot ja maavastespektrit. Hyväksynnän perusteisiin kuuluvat vastaavat herkkyystarkastelut, joissa kuvataan suunnittelukriteerien arviointimenetelmät ja niissä keskeisesti vaikuttavat laskentaparametrit epävarmuuksineen. Tämän ohjeen liitteenä on esimerkiksi hyväksytystä maavastespektristä.

605. STUK tarkastaa vaatimuksen 438 edellyttämät turvallisen alasarjojen selvitykset vaatimusten 443 ja 444 edellyttämän laitoskierrosta koskevan raportin yhteydessä.

606. STUK tarkastaa rakennesuunnitelmien ja soveltuvuusarvioiden käsittelyssä myös sisäisten ja ulkoisten uhkien osalta luvanhaltijan esittämän arvion ydinturvallisuusvaatimusten täyttymisestä.

607. STUK valvoo tarpeellisessa laajuudessa koikeita, joilla osoitetaan ydinlaitoksen järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden kestävyys sisäisiä uhkia, maanjärjestyksiä ja muita ulkoisia uhkia vastaan.

608. Käyttölupahakemuksen käsittelyn yhteydessä STUK tarkastaa sisäisten ja ulkoisten uhkien sekä tila- ja sijoitussuunnittelun osalta käyttölupahakemuksen liitteenä toimitetun lo-

pullisen turvallisuusselosteen ja vaatimuksessa 346 mainitut lopulliset selvitykset tila- ja sijoitussuunnittelusta sekä sisäisiin ja ulkoisiin uhkiin varautumisesta. Tarkastuksen päätulokset esitetään hakemusta koskevassa STUKin turvallisuusarviossa. Yksityiskohtaiset tarkastushavainnot ja huomautukset esitetään STUKin päätöksenä käyttöluvan hakijalle.

609. Ydinlaitoksen käytön aikana STUK tarkastaa ja tarkastuksen perusteella hyväksyy järjestelmämuutoksista tehtävät periaatesuunnitelmat, ennakkotarkastusaineistot ja muutokset lopulliseen turvallisuusselosteeseen. Tarkastusten yhteydessä valvotaan myös varautumista sisäisiin ja ulkoisiin uhkiin sekä tila- ja sijoitussuunnittelua.

610. Ydinlaitoksen käytön aikana STUK tekee ennalta määrätyn ohjelman mukaisia laitoksen käyttöön liittyviä tarkastuksia (käytön tarkastusohjelma KTO).

611. Käyttölupajakson aikana toteutettavaan määräaikaan turvallisuuksiarviointiin sovelletaan käyttölupahakemusta koskeva vaatimuksia ohjeen YVL A.1 mukaisesti.

Määritelmät

Alkutapahtuma

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

Fragiliteettikäyrä (seisminen)

Seisemisellä fragiliteettikäyrällä tarkoitetaan käyrää, joka kuvaa laitteen tai rakenteen vaurioitumisen todennäköisyyttä maaperän kiihtyvyyden funktiona.

Fyysinen erottelu

Fyysisellä erottelulla tarkoitetaan järjestelmien tai komponenttien erottamista toisistaan riittäväillä esteillä, etäisyydellä tai sijoittelulla tai niiden yhdistelmillä. (VNA 717/2013)

Hasardikäyrä

Hasardikäyrällä tarkoitetaan käyrää, joka kuvaa suureen tietyn arvon ylittymisen taajuutta (todennäköisyyttä esim. vuoden aikana). Hasardikäyrä voidaan esittää usealle tilastolliselle luottamustasolle.

HCLPF (High confidence – low probability of failure) -arvo

HCLPF (High confidence – low probability of failure) -arvolla tarkoitetaan maaperän kiihtyvyyden sarvoa, jolla laitteen tai rakenteen vaurioitumisen todennäköisyys on 5 % luottamustasolla 95 %.

Ilmanvaihto

Ilmanvaihdolla tarkoitetaan huoneilman laadun ylläpitämistä ja parantamista huoneen ilmaa vaihtamalla; joissakin ydinvoimalaitoksen tiloissa käytetään ilmastointijärjestelmiä myös radioaktiivisten aineiden leviämisen rajoittamiseen.

Ilmastointijärjestelmät

Ilmastointijärjestelmillä tarkoitetaan huoneilman puhtauden, lämpötilan, kosteuden ja ilman liikkeen hallintaa tulo tai kierrätysilmaa käsittelemällä suunniteltuja järjestelmiä.

Järjestelmä

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

Maaperän huippukiihtyvyys (PGA)

Maaperän huippukiihtyvyydellä tarkoitetaan maanjäristyksestä johtuvan maanpinnan liikkeen suurinta kiihtyvyyttä.

Maavastespektri

Maavastespektillä tarkoitetaan maanjäristyksen aiheuttaman maanpinnan värähtelyn esitystapaa, joka kuvaa laitospaikan kallioperään tuetuiksi ajatelluissa yhden vapausasteen värähtelijöissä syntyviä voimakkaimpia värähtelyjä eri ominaistuuksilla ja tietyllä suhteellisella vaimennuskertoimella.

Moninkertaisuus

Moninkertaisuudella tarkoitetaan vaihtoehtoisten (keskenään identtisten tai erilaisten) rakenteiden, järjestelmien tai järjestelmien osien käyttöä siten, että mikä tahansa niistä pystyy suorittamaan vaaditun tehtävän riippumatta siitä, missä toimintatilassa mikä tahansa toinen niistä on tai minkä tahansa toisen niistä vikaantuessa.

Odotettavissa oleva käyttöhäiriö

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 perus-

teella 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)

Sisäiset tapahtumat

Sisäisillä tapahtumilla tarkoitetaan ydinvoimalaitoksen sisällä esiintyviä tapahtumia, jotka voivat vaikuttaa haitallisesti laitoksen turvallisuuteen tai käyttöön.

Suhteellinen vaimennuskerroin

Suhteellisella vaimennuskertoimella tarkoitetaan yhden vapausasteen värähtelijän viskoosin vaimennusvoiman suhdetta liikenoiteen ilmaistuna prosenttisena osuutena tämän suhteen suurimmasta arvosta (kriittinen vaimennuskerroin), jolla jaksollisesti vaimeneva vapaa värähtely on mahdollinen.

Suunnittelumaanjärjestys

Suunnittelumaanjärjestyksellä tarkoitetaan ydinlaitoksen suunnittelun perustana käytettäviä laitoksen sijaintipaikan maaperän värähtelyjä. Suunnittelumaanjärjestys määritetään siten, että voimakkaampien maaperän värähtelyjen arvioitu esiintymistajuus nykyisissä geologisissa olosuhteissa on pienempi kuin kerran sadassatuhannessa vuodessa (1×10^{-5} /vuosi) mediaaniluottamustasolla. Suunnittelumaanjärjestys kuvataan maanpinnan huippukiihtyvyyden ja maavastespektrin avulla.

Todennäköisyysperusteinen riskianalyysi (PRA)

Todennäköisyysperusteisella riskianalyysillä (PRA) tarkoitetaan kvantitatiivista arviota ydinvoimalaitoksen turvallisuuteen vaikuttavista uhkista, tapahtumaketjujen todennäköisyyksistä ja haittavaikutuksista. (VNA 717/2013)

Toiminnallinen erottelu

Toiminnallisella erottelulla tarkoitetaan järjestelmien erottamista toisistaan siten, että yhden järjestelmän toiminta tai vika ei vaikuta haitallisesti toiseen järjestelmään; toiminnallinen erottelu sisältää myös sähköisen erottelun ja järjestelmien välisen informaation käsittelyn erottelun. (VNA 717/2013)

Turvallisuuden kannalta tärkeä järjestelmä/rakenne/laitte

Turvallisuuden kannalta tärkeällä järjestelmällä, rakenteella ja laitteella tarkoitetaan järjestelmää, rakennetta ja laitetta, jota tarvitaan, joko sellaisenaan tai välillisesti, ydinvoimalaitoksen turvalliseen tilaan saattamisessa, turvallisessa tilassa pitämisessä tai radioaktiivisten aineiden leviämisen estämisessä ja valvonnassa normaalin käytön aikana sekä häiriö- ja onnettomuustilanteissa. Tämä tarkoittaa turvallisuusluokkiin 1, 2 ja 3 kuuluvia järjestelmiä, rakenteita ja laitteita sekä luokkaan EYT/STUK kuuluvia järjestelmiä, rakenteita ja laitteita, jotka suojaavat turvallisuustoimintoja suorittavia järjestelmiä sisäisiltä tai ulkoisilta uhkilta tai joita tarvitaan ohjeen YVL B.1 mukaisen DEC C -tapahtuman hallinnassa.

Turvallisuusjärjestelmä

Turvallisuusjärjestelmällä tarkoitetaan järjestelmää, joka on suunniteltu toteuttamaan turvallisuustoimintoja.

Turvallisuuslohkot

Turvallisuuslohkolla tarkoitetaan sellaisia fyysisesti toisistaan eroteltuja tiloja ja niiden sisältämiä laitteita ja rakenteita, joihin sijoitetaan kunkin turvallisuusjärjestelmän yksi moninkertaisuusperiaatetta toteuttava osa.

Turvallisuusluokiteltu järjestelmä/rakenne/laitte

Turvallisuusluokitellulla järjestelmällä, rakenteella ja laitteella 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)

Ulkoiset tapahtumat

Ulkoisilla tapahtumilla tarkoitetaan ydinvoimalaitoksen ympäristössä esiintyviä poikkeuksellisia tilanteita tai tapahtumia, jotka voivat vaikuttaa haitallisesti laitoksen turvallisuuteen tai käyttöön.

Vaimennusfunktio

Vaimennusfunktiolla tarkoitetaan funktiota, joka kuvaa tietyn magnitudin maanjäristyksen aiheuttamien maaperän värähtelyjen kiihtyvyyttä, nopeutta tai siirtymää maanjäristyksen keskiön ja havaintopisteen etäisyyden ja taajuuden funktiona. Vaimennusfunktio voidaan esittää erikseen pitkittäis- ja poikkittäisaalloille.

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.

Voimalaitosalue

Voimalaitosalueella tarkoitetaan ydinvoimalaitosyksiköiden ja samalla alueella olevien muiden ydinlaitosten käytössä olevaa ja sitä ympäröivää aluetta, jolla liikkuminen ja oleskelu on rajoitettu poliisilain (493/1995) 52 §:n nojalla annetulla sisäasiainministeriön asetuksella. (VNA 716/2013)

Ydinlaitos

Ydinlaitoksella tarkoitetaan ydinennergian aikaansaamiseen käytettäviä laitoksia, tutkimusreaktorit mukaan luettuina, ydinjätteen laajamittaista loppusijoitusta toteuttavia laitoksia sekä ydinaineen ja ydinjätteen laajamittaiseen valmistamiseen, tuottamiseen, käyttämiseen, käsittelyyn tai varastointiin käytettäviä laitoksia. Ydinlaitoksella ei kuitenkaan tarkoiteta: a) uraanin tai toriumin tuottamiseen tarkoitettuja kaivoksia tai malminrikastuslaitoksia eikä niitä tiloja tai paikkoja alueineen, joihin tässä tarkoitetuista laitoksista peräisin olevia ydinjätteitä varastoidaan tai sijoitetaan loppusijoitusta varten; eikä b) sellaisia lopullisesti suljettuja tiloja, joihin ydinjätteitä on sijoitettu Säteilyturvakeskuksen pysyväksi hyväksymällä tavalla. (YEL 990/1987 3 §)

Ydinvoimalaitos

Ydinvoimalaitoksella tarkoitetaan sähkön tai lämmön tuotantoon tarkoitettua ydinreaktorilla varustettua ydinlaitosta tai samalla laitospaikalle sijoitettujen ydinvoimalaitosyksiköiden ja niiden yhteydessä toimivien muiden ydinlaitosten muodostamaa laitoskokonaisuutta. (23.5.2008/342) (YEL 990/1987)

Yhteisvika

Yhteisvialla tarkoitetaan kahden tai useamman rakenteen, järjestelmän tai laitteen vikaantumista saman yksittäisen tapahtuman tai syyn vaikutuksesta.

Yksittäisvika

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

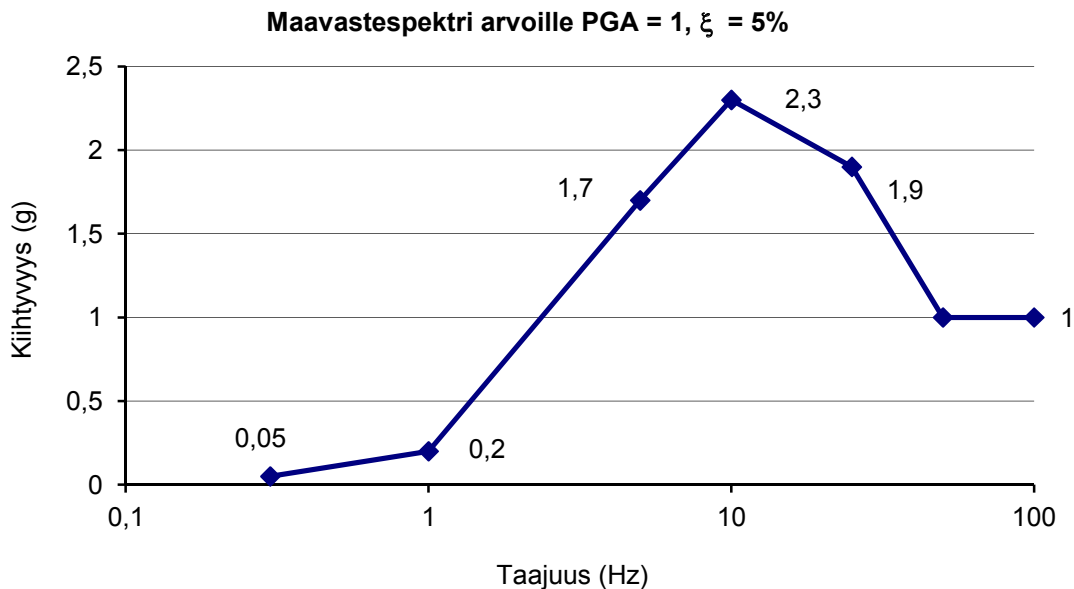
Viitteet

1. Ydinenergialaki (990/1987).
2. Ydinenergia-asetus (161/1988).
3. Valtioneuvoston asetus ydinvoimalaitoksen turvallisuudesta (717/2013).
4. Valtioneuvoston asetus ydinenergian käytön turvajärjestelyistä (734/2008).
5. Valtioneuvoston asetus ydinvoimalaitoksen valmiusjärjestelyistä (716/2013).
6. Valtioneuvoston asetus ydinjätteiden loppusijoituksen turvallisuudesta (736/2008).
7. Protection against Internal Hazards other than Fires and Explosions in the Design of Nuclear Power Plants, Safety Guide, Safety Standards Series No. NS-G-1, IAEA, 2004.
8. Seismic Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations, SSG-9, IAEA, 2010.
9. Seismic Design and Qualification for Nuclear Power Plants, Safety Standards Series No. NS-G-1.6, IAEA, 2003.
10. Evaluation of Seismic Safety for Existing Nuclear Installations, Safety Standards Series No. NS-G-2.13, IAEA, 2009.
11. External Events Excluding Earthquakes in the Design of Nuclear Power Plants, Safety Standards Series No. NS-G-1.5, IAEA, 2003.
12. Meteorological and Hydrological Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations, Safety Standards Series No. SSG-18, IAEA, 2011.
13. Suomen rakentamismääräyskokoelma, RakMK.
14. Seismic Analysis of Safety-Related Nuclear Structures, Standard ASCE 4-98, American Society of Civil Engineers, 2000.
15. Seismic Design Criteria for Structures, Systems, and Components in Nuclear Facilities, Standard ASCE/SEI 43-05, American Society of Civil Engineers, 2005.
16. Eurocode 8: Design of Structures for Earthquake Resistance, EN 1998, 2004.
17. Evaluation of the Seismic Design Criteria in ASCE/SEI Standard 43-05 for Application to Nuclear Power Plants (NUREG/CR-6926), U.S. Nuclear Regulatory Commission, Washington, DC, 2007.
18. Technical Basis for Revision of Regulatory Guidance on Design Ground Motions: Hazard- and Risk-Consistent Ground Motion Spectra Guidelines, NUREG/CR-6728, U.S. Nuclear Regulatory Commission, Washington, DC, 2001.
19. Recommendations for Revision of Seismic Damping Values in Regulatory Guide 1.61, NUREG/CR-6919, U.S. Nuclear Regulatory Commission, Washington, DC, 2006.
20. Safety of Nuclear Power plants: design, Specific Safety Requirements. IAEA Safety Standards Series no. SSR-2/1, 2012.
21. WENRA Reactor Safety Reference Levels, Western European Nuclear Regulators' Association, Reactor Harmonization Working Group, January 2008.

Liite Esimerkki hyväksytystä spektrimuodosta

A01. Esimerkki hyväksyttävästä maanpinnan huippukiihtyvyyttä $PGA = 1$ g ja suhteellista vaimennuskerrointa $\xi = 5\%$ vastaavasta maavastespektristä

Maavastespektrin kiihtyvyydsarvot ovat suoraan verrannollisia maanpinnan huippukiihtyvyyteen (PGA), joka vastaa spektristä korkeilla, yli 50 Hz:n taajuuksilla saatavaa kiihtyvyydsarvoa. Sitä pienemmillä taajuuksilla kiihtyvyydet alenevat peruskallion pintaan oletetun värähtelijän suhteellisen vaimennuskerroimen ξ kasvaessa. Suomen manneralueen peruskallioon 63. pohjoisen leveysasteen eteläpuolella soveltuva spektrimuoto vastaten arvoja $PGA = 1$ ja $\xi = 5\%$ voidaan esittää seuraavasti:



Merkittäviä havaintopisteitä vastaavat taajuudet ja kiihtyvyydet ovat:

Taajuus (Hz)	0,3	1	5	10	25	50	100
Kiihtyvyys (g)	0,05	0,2	1,7	2,3	1,9	1	1

Spektrimuoto soveltuu sekä pysty- että vaakasuuntaisille kiihtyvyyksille. Spektrimuoto on skaalattava todellisella PGA-arvolla, joka on pystysuuntaan 2/3 vaakasuuntaisesta PGA-arvosta. Muille ξ :n arvoille spektrimuoto on määrittävä erikseen.

Lähde STUKin päätös DNro C30/78, 6.11.2001.