

YDINLAITOKSEN RADIO- AKTIIVISTEN AINEIDEN PÄÄSTÖJEN RAJOITTAMINEN JA VALVONTA

1	JOHDANTO	3
2	SOVELTAMISALA	4
3	SÄTEILYALTISTUSTA JA PÄÄSTÖJÄ KOSKEVAT RAJOITUKSET	4
3.1	Yleiset vaatimukset	4
3.2	Suunnittelussa käytettävät raja-arvot	5
3.2.1	Normaalit käyttötilanteet ja odotettavissa olevat käyttöhäiriöt	5
3.2.2	Onnettomuudet	5
3.3	Käytön aikaiset rajoitukset	6
3.3.1	Päästörajat	6
3.3.2	Toimenpiteitä vaativat päästöt	6
3.3.3	Suunnitellut päästöt	6
3.3.4	Päästötavoitteet	6
4	ERITYISET JÄRJESTELMÄT PÄÄSTÖJEN RAJOITTAMISEKSI	6
5	PÄÄSTÖMITTAUKSILLE ASETETTAVAT VAATIMUKSET	7
5.1	Yleiset vaatimukset	7
5.2	Ydinvoimalaitoksen päästöjen mittaus normaalien käyttötilanteiden aikana	7
5.2.1	Päästöt ilmaan	7
5.2.2	Päästöt veteen	9
5.3	Ydinvoimalaitoksen poikkeuksellisten päästöjen mittaus	9
5.3.1	Päästöt ilmaan	9
5.3.2	Päästöt veteen	9
6	SÄTEILYTURVAKESKUKSEN VALVONTAMENETTELYT	9
	MÄÄRITELMÄT	10
	VIITTEET	12
	LIITE YHTENVETO YDINVOIMALAITOKSEN NORMAALIEN PÄÄSTÖJEN MITTAUKSISTA	14

Uusien ydinlaitosten osalta tämä ohje on voimassa 1.12.2013 alkaen toistaiseksi. Rakenteilla olevilla ja käyväillä ydinlaitoksilla tämä ohje saatetaan voimaan erillisellä STUKin päätöksellä. Ohje kumoaa ohjeet YVL 7.1 ja YVL 7.6.

Ensimmäinen painos
Helsinki 2013

ISBN 978-952-478-883-0 (nid.) Kopijyvä Oy 2013
ISBN 978-952-478-884-7 (pdf)
ISBN 978-952-478-885-4 (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. Ydinvoimalaitoksen ja muun ydinlaitoksen käytöstä voi aiheutua ympäristön väestölle säteilyaltistusta radioaktiivisten aineiden päästöjen ja laitokselta tulevan suoran säteilyn takia. Jotta ympäristön väestön säteilyaltistus voidaan minimoida, ydinlaitoksen normaalista käytöstä sekä mahdollisista käyttöhäiriöistä ja onnettomuuksista aiheutuvaa säteilyaltistusta rajoitetaan.

102. Normaalien käyttötilanteiden aikana ydinvoimalaitoksesta päästetään ilmakehään laitoksen ilmanvaihdon poistoilmaa ja prosesseista poistettuja kaasumaisia aineita, joita on tarvittaessa puhdistettu. Vesiympäristöön, Suomessa mereen, päästetään laitoksen prosessien puhdistettuja poistovesiä. Normaalien käyttötilanteiden aikaisten päästöjen kannalta merkittävät päästöreitit ovat laitoksen poistoilmapiippu ja poistovesikanava. Häiriö- ja onnettomuustilanteissa radioaktiivisia aineita voi päästä ympäristöön myös normaalista poikkeavia reittejä pitkin ja päästöjen koostumus voi olla erilainen kuin normaalisti. Päästöjä valvotaan toisaalta laitoksen sisäpuolella tehtävien prosessi- ja päästömittausten avulla ja toisaalta tarkkailemalla ympäristön säteilyä ja radioaktiivisia aineita.

103. Ydinenergian käytöstä säädetään ydinenergiailaissa (990/1987) ja sen nojalla annettussa ydinenergia-asetuksessa (161/1988). Ydinenergiain 6 §:n mukaisesti *ydinenergian käytön on oltava turvallista eikä siitä saa aiheutua vahinkoa ihmisille, ympäristölle tai omaisuudelle.*

104. Säteilylaissa (592/1991) ja säteilyasetuksessa (1512/1991) määrätään yleisesti säteilyaltistuksen rajoittamisesta. Säteilylain 2 §:n (yleiset periaatteet) ja luvun 9 (säteilytyö) määräyksiä sovelletaan myös ydinenergian käyttöön.

105. Säteilylain 2 §:n mukaisesti säteilyn käytön ja muun säteilyaltistusta aiheuttavan toiminnan on täytettävä seuraavat vaatimukset, jotta se on hyväksyttävää:

1. *Toiminnalla saavutettava hyöty on suurempi kuin toiminnasta aiheutuva haitta (oikeutusperiaate).*

2. *Toiminta on järjestetty siten, että siitä aiheutuva terveydelle haitallinen säteilyaltistus pidetään niin alhaisena kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista (optimointiperiaate).*

3. *Yksilön säteilyaltistus ei ylitä asetuksella vahvistettavia enimmäisarvoja (yksilönsuojaperiaate).*

106. Ydinenergiain 7 c §:n mukaisesti *ydinlaitoksesta tai muusta ydinenergian käytöstä väestön yksilölle aiheutuvan säteilyaltistuksen enimmäisarvot säädetään valtioneuvoston asetuksella. Raja-arvot ydinlaitoksen radioaktiivisten aineiden päästöille siten, ettei [– –] säteilyaltistuksen enimmäisarvoja ylitetä, vahvistaa STUK. Radioaktiivisten aineiden päästöjen valvonta on järjestettävä siten, että edellä mainittujen raja-arvojen noudattaminen voidaan luotettavasti todeta.* Nämä päästörajat esitetään STUKin hyväksymissä ydinvoimalaitoksen turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa. Mittaustulosten perusteella voidaan tarvittaessa ryhtyä toimiin päästöjen rajoittamiseksi.

107. Ydinenergiain 82 §:n nojalla valtioneuvosto on antanut ydinvoimalaitoksen ja myös muiden ydinreaktorilla varustettujen ydinlaitosten turvallisuutta koskevan asetuksen (717/2013). Tämän valtioneuvoston asetuksen lukuun 3 sisältyvät säteilyaltistusta ja radioaktiivisten aineiden päästöjä koskevat määräykset. Ydinjätelaitoksen osalta vastaavat määräykset sisältyvät ydinjätteiden loppusijoituksen turvallisuutta koskevan asetuksen (736/2008) lukuun 2. Asetuksia laadittaessa on otettu huomioon säteilylain 2 §:ään sisältyvät periaatteet.

108. Euratom-sopimuksen 37 artiklan soveltamisesta annettun Euroopan komission suosituksen (2010/635/Euratom) mukaan jäsenvaltioiden on toimitettava komissiolle tietoja ydinenergian käytön arvioiduista ympäristövaikutuksista. Esimerkiksi ydinvoimalaitoksen tiedot on toimitettava mahdollisuuksien mukaan vuosi ennen tai viimeistään kuusi kuukautta ennen käyttöluvan myöntämistä.

2 Soveltamisala

201. Tässä ohjeessa esitetään luvanhakijaa ja -haltijaa koskevat yksityiskohtaiset vaatimukset ydinvoimalaitoksen radioaktiivisten aineiden päästöjen rajoittamiselle sekä niille säteilymittauksille, näytteenottojärjestelmille ja laboratorio-määrittelyksille, joiden avulla valvotaan laitoksen radioaktiivisten aineiden päästöjä. Lisäksi esitetään suunnitteluvaatimuksia erityisesti päästöjen rajoittamiseen tarkoitetuille järjestelmille. Ohjeen vaatimukset koskevat soveltuvin osin myös tutkimusreaktoria ja muita ydinlaitoksia, mikäli asiakohdassa ei vaatimusta kohdenneta selvästi vain ydinvoimalaitoksiin. Ydinjätteiden käsittelylle ja ydinjätehuoltoon liittyville ydinlaitoksille esitetään kuitenkin vastaavat vaatimukset ohjeissa YVL D.3, Ydinpolttoaineen käsittely ja varastointi, YVL D.4, Matala- ja keskiaktiivisten ydinjätteiden käsittely ja ydinlaitoksen käytöstä poisto, ja YVL D.5, Ydinjätteiden loppusijoitus, joissa viitataan paikoin tähän ohjeeseen.

202. Tätä ohjetta sovelletaan vaatimuksen 201 mukaisesti ydinlaitoksen suunnitteluun, rakentamiseen, käyttöönottoon ja käyttöön. Ohje koskee laitoksen normaaleja käyttötilanteita sekä häiriö- ja onnettomuustilanteita. Ydinlaitosten käytöstä poistoon sovelletaan ohjetta YVL D.4.

203. Ohjeessa YVL C.1, Ydinlaitoksen rakenteellinen säteilyturvallisuus, esitetään ydinlaitosten rakenteellista säteilyturvallisuutta ja ohjeessa YVL C.6, Ydinlaitoksen säteilymittaukset, säteilymittausjärjestelmiä ja -laitteita koskevat vaatimukset.

204. Päästöjen leviämisen ja ympäristön väestön säteilyannosten arviointia sekä ympäristön säteilyn ja radioaktiivisten aineiden tarkkailua koskevat vaatimukset esitetään ohjeessa YVL C.4, Ydinlaitoksen ympäristön säteilyvalvonta. Ydinvoimalaitoksen häiriö- ja onnettomuusanalyysijä käsitellään kokonaisuutena ohjeessa YVL B.3, Ydinvoimalaitoksen deterministiset turvallisuusanalyysit, ja todennäköisyysperusteista riskianalyysistä ohjeessa YVL A.7, Ydinvoimalaitoksen todennäköisyysperusteinen riskianalyysi ja riskien hallinta. Ydinlaitoksen

ympäristön säteilyturvallisuutta koskeva raportointi, mukaan lukien päästöjen raportointi, STUKille selvitetään ohjeessa YVL A.9, Ydinlaitoksen toiminnan säännöllinen raportointi. Ydinvoimalaitoksen laboratoriolle sekä primääri- ja sekundääripiirin radiokemiallisille mittauksille esitetään vaatimukset ohjeessa YVL B.5, Ydinvoimalaitoksen primääripiiri. Ydinlaitoksen alustavaa ja lopullista turvallisuusselostetta käsitellään ohjeessa YVL A.1, Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta, ja turvallisuusteknisiä käyttöehtoja ohjeessa YVL A.6, Ydinvoimalaitoksen käyttötoiminta.

3 Säteilyaltistusta ja päästöjä koskevat rajoitukset

3.1 Yleiset vaatimukset

301. Ydinlaitoksen käytöstä aiheutuva säteilyaltistus on pidettävä niin pienenä kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista. Ydinvoimalaitos ja sen käyttö on lisäksi suunniteltava siten, että valtioneuvoston asetuksessa (717/2013) esitettyjä raja-arvoja ei ylitetä. Tutkimusreaktorille vastaavat raja-arvot asetetaan STUKin päätöksellä. Yksinomaan raja-arvojen alittaminen ei siis ole riittävää, vaan laitoksen käytöstä aiheutuvat radioaktiivisten aineiden päästöt ja ympäristön säteilytasot on pidettävä niin pieninä kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista.

302. Ydinenergilain 7 a §:n mukaisesti *ydinenergian käytön turvallisuus on pidettävä niin korkealla tasolla kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista. Turvallisuuden edelleen kehittämiseksi on toteutettava toimenpiteet, joita käytökokemukset ja turvallisuustutkimukset sekä tieteen ja tekniikan kehittyminen huomioon ottaen voidaan pitää perusteltuina.* Radioaktiivisten aineiden päästöjen ja ympäristön säteilytasojen rajoittaminen on toteutettava soveltamalla parhaita käytökelpoisia tekniikoita.

303. Ydinlaitoksen periaatepäätöshakemuksen yhteydessä ohjeen YVL A.1 mukaisesti STUKille

toimitettavissa asiakirjoissa on esitettävä ne periaatteet, joiden mukaan radioaktiivisten aineiden päästöjen rajoittaminen ja valvonta on tarkoitus järjestää. Asiakirjoissa on myös esitettävä arvio odotettavissa olevista päästöistä sekä normaalien käyttötilanteiden aikana että käyttöhäiriö- ja onnettomuustilanteissa.

304. Luvanhakijan ja -haltijan on esitettävä ohjeen YVL A.1 mukaisissa ydinlaitoksen alustavassa ja lopullisessa turvallisuusselosteessa analyysi radioaktiivisista päästöistä ja väestön säteilyaltistuksesta, jotka voivat aiheutua laitoksen normaaleista käyttötilanteista, käyttöhäiriöistä ja onnettomuuksista. Selosteissa on myös perusteltava, että laitoksen käytöstä aiheutuva säteilyaltistus on niin vähäistä kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista ja että radioaktiivisten aineiden päästöjä ja ympäristön säteilytasoja rajoitetaan soveltamalla parasta käyttökelpoista tekniikkaa.

3.2 Suunnittelussa käytettävät raja-arvot

3.2.1 Normaalit käyttötilanteet ja odotettavissa olevat käyttöhäiriöt

305. Valtioneuvoston asetuksen (717/2013) 8 §:ssä määrätään, että ydinvoimalaitoksen normaalista käytöstä väestön yksilön saaman vuosiannoksen raja-arvo on 0,1 millisievertiä, ja 9 §:ssä, että odotettavissa olevan käyttöhäiriön seurauksena väestön yksilön saaman vuosiannoksen raja-arvo on 0,1 millisievertiä. Raja-arvot koskevat väestön eniten altistuvaa ryhmää edustavalle henkilölle aiheutuvaa vuosiannosta.

306. Luvanhakijan ja -haltijan on analysoitava, kuinka suuret efektiiviset annokset aiheutuvat normaaleista käyttötilanteista ja odotettavissa olevista käyttöhäiriöistä väestön eniten altistuvaa ryhmää edustavalle henkilölle. Lisäksi on analysoitava väestölle aiheutuvia kollektiivisiä annoksia. Ydinvoimalaitoksen normaalista käytöstä aiheutuvia kollektiivisiä annoksia laskettaessa on otettava huomioon kaikki toiminnot laitosalueella. Näihin kuuluvat myös voimalaitosjätteen käsittely, väliavarastointi ja loppusijoituslaitoksen käyttötoimet sekä käytetyn ydinpolttoaineen väliavarastointi.

3.2.2 Onnettomuudet

307. Valtioneuvoston asetuksen (717/2013) 10 §:ssä määrätään ydinvoimalaitoksen onnettomuuksia koskien, että *väestön yksilön saaman päästöstä aiheutuvan vuosiannoksen raja-arvo on*

- *luokan 1 oletetuille onnettomuuksille 1 millisievertiä,*
- *luokan 2 oletetuille onnettomuuksille 5 millisievertiä ja*
- *oletetun onnettomuuden laajennukselle 20 millisievertiä.*

308. Raja-arvot koskevat väestön eniten altistuvaa ryhmää edustavalle henkilölle aiheutuvaa vuosiannosta.

309. Valtioneuvoston asetuksen (717/2013) 10 §:ssä määrätään, että ydinvoimalaitoksen vakavasta reaktorionnettomuudesta 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.

Onnettomuuden aikaisessa vaiheessa tapahtuvan, väestön suojautumistoimenpiteitä edellyttävän päästön mahdollisuuden on oltava erittäin pieni.

310. Ydinvoimalaitoksen suunnittelussa on osoitettava analyysin, että vakavan onnettomuuden radioaktiivisten aineiden päästöstä ei seuraa tarvetta väestön evakuoinnille kauempana kuin suojavyöhykkeellä ja sisälle suojautumiselle kauempana kuin varautumisalueella, ja että Cs-137-päästö alittaa sille asetetun raja-arvon.

311. Ohjeessa YVL A.7 esitetään esiintymistajuuden raja-arvo onnettomuuksille, joissa Cs-137-päästö ylittää 100 TBq, sekä suojarakennustoiminnon menettämistä vakavissa reaktorionnettomuuksissa rajoittava vaatimus, jolla rajoitetaan aikaisessa vaiheessa väestön suojautumistoimenpiteitä edellyttävän päästön esiintymistajuutta.

312. Luvanhakijan ja -haltijan on analysoitava, kuinka suuria efektiivisiä annoksia aiheutuu onnettomuuksista väestön eniten altistuvaa ryhmää edustavalle henkilölle ja kuinka suuria kollektiivisiä annoksia aiheutuu väestölle.

313. Lisäksi on analysoitava vakavasta reaktori-onnettomuudesta aiheutuvaa maa- ja vesialueiden saastumisen laajuutta ja kestoja.

3.3 Käytön aikaiset rajoitukset

3.3.1 Päästörajat

313. Luvanhakijan ja -haltijan on johdettava ydinvoimalaitokselle (samalla laitospaikalla sijaitsevat ydinvoimalaitosyksiköt ja muut ydinlaitokset) radioaktiivisten aineiden päästörajat siten, että valtioneuvoston asetuksen (717/2013) 8 §:n mukaista yksilön annosta koskevaa raja-arvoa ei ylitetä. Tutkimusreaktorille päästörajat on johdettava siten, että STUKin päätöksellä asetettua vastaavaa raja-arvoa ei ylitetä.

314. Luvanhakijan ja -haltijan on määritettävä erikseen päästörajat säteilyaltistuksen kannalta tärkeimmille radionuklidiryhmille tai radionuklideille. Rajojen johtamisessa on otettava huomioon kaikki merkittävät radionuklidit ja päästöreitit ja käytettävä ajan tasalla olevia teoreettiseen ja käytännön tietämykseen perustuvia malleja ja parametrejä sekä riittäviä turvallisuusmarginaaleja.

315. Päästörajat on määriteltävä vuoden pituisen jakson aikana tapahtuville päästöille. Jos ympäristön säteilytarkkailu osoittaa, että väestön yksilön säteilyannos voi ylittää raja-arvon, päästörajat on määritettävä uudelleen.

316. Ohjeen YVL A.1 mukaan luvanhakijan ja -haltijan on esitettävä päästörajat laitosta koskevissa turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa.

3.3.2 Toimenpiteitä vaativat päästöt

317. Jos päästönopeus ylittää seuraavassa esitettyjä kynnysarvoja, luvanhaltijan on viimeistään silloin ryhdyttävä toimenpiteisiin päästöjen rajoittamiseksi. Kynnysarvon ylityksestä tai muuten merkittävästä poikkeuksellisesta päästönopeuden kasvusta on ilmoitettava STUKille ohjeen YVL A.9 mukaisesti.

318. Ilmoituskynnys on $5 \times$ päästörajaa vastaava tasainen päästönopeus (enintään viikon keskiarvona).

319. Korjaustoimenpiteitä edellyttävä päästökynnys on $3 \times$ päästörajaa vastaava tasainen päästönopeus (enintään kuukauden keskiarvona).

320. Ydinlaitoksen käyttöä on rajoitettava turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaisesti, jos päästöjen tai ympäristön säteilytarkkailun mitausten perusteella on ilmeistä, että turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa määritellyt päästörajat ylitettäisiin.

3.3.3 Suunnitellut päästöt

321. Luvanhaltijan on ennalta ilmoitettava STUKille niistä suunnitelluista poikkeuksellisista päästöistä, jotka ylittäisivät vaatimuksessa 318 tarkoitettua ilmoituskynnystä.

3.3.4 Päästötavoitteet

322. Luvussa 3.3.1 käsiteltyjen päästörajoiden lisäksi luvanhaltijan on asetettava vaatimusten 301 ja 302 mukaisesti ydinlaitoksen vuosittaisille radioaktiivisten aineiden päästöille ja niistä väestön eniten altistuvaa ryhmää edustavalle henkilölle aiheutuville säteilyannoksille laitoksen ja sen henkilöstön hyvää toimintaa ja toiminnan jatkuvaa parantamista edustavat tavoitearvot, jotka luvanhaltija pyrkii alittamaan. Päästöjen tavoitearvot voidaan asettaa aineryhmille ja tärkeimmille radionuklideille ja esittää esimerkiksi laitoksen säteilysuojeluohjeistossa. Tavoitearvot on saatettava ajan tasalle sopivin väliajoin. Päästötavoitteiden saavuttamista on arvioitava ja esitettävä tavoitteiden saavuttamiseksi tarvittavat suunnitelmat ohjeen YVL A.9 mukaisesti STUKille toimitettavissa ympäristön säteilyturvallisuuden vuosiraporteissa.

4 Erityiset järjestelmät päästöjen rajoittamiseksi

401. Luvanhakijan ja -haltijan on suunniteltava radioaktiivisia aineita sisältävät järjestelmät ja laitteet siten, että radioaktiivisten aineiden päästöt ja ympäristön väestön säteilyaltistus voidaan pitää pieninä vaatimusten 301 ja 302

mukaisesti. Radioaktiivisten aineiden päästöreitit on tunnistettava, ja radioaktiivisia aineita sisältävien nesteiden ja kaasujen keräämiseksi ja puhdistamiseksi on suunniteltava järjestelmät, jotka tehokkaasti rajoittavat päästöjä. Järjestelmien suunnittelussa on otettava huomioon erilaiset radionuklidit.

402. Päästöjä voidaan vähentää erilaisilla radioaktiivisten aineiden käsittelymenetelmillä. Nesteiden käsittelymenetelmiä ovat esimerkiksi mekaaninen suodatus, ioninvaihto, sentrifugointi, haihdutus ja kemiallinen saostaminen. Käytetyn käsittelymenetelmän on sovelluttava nesteessä olevan kontaminaation laatuun ja määrään, minimoitava syntyvän kiinteän jätteen määrä sekä mahdollistettava jätteen jatkokäsittely niin, että jätteen loppusijoitusta koskevat vaatimukset voidaan täyttää. Loppusijoitusta koskee ohje YVL D.5.

403. Jalokaasupäästöjen pienentämiseksi poisto-kaasuille on oltava riittävät viivästysjärjestelmät. Aerosoli- ja jodipäästöjen pienentämiseksi laitoksen kaasunkäsittely- ja ilmastointijärjestelmissä on oltava tehokkaat hiukkas- ja aktiivihiilisuodattimet. Ydinlaitoksen ilmastointijärjestelmiä käsitellään lähemmin ohjeessa YVL B.1.

5 Päästömittauksille asetettavat vaatimukset

5.1 Yleiset vaatimukset

501. Valtioneuvoston asetuksen (717/2013) 27 §:n mukaisesti *ydinvoimalaitoksen huonetilojen säteilytasoja sekä huoneilman ja järjestelmissä olevien kaasujen ja nesteiden aktiivisuuspitoisuuksia on mitattava sekä radioaktiivisten aineiden päästöjä laitokselta valvottava ja pitoisuuksia ympäristössä tarkkailtava.*

502. Luvanhaltijan on valvottava ydinlaitoksen radioaktiivisten aineiden päästöjä asianmukaisin mittauksin. Ydinvoimalaitoksen päästömittausten herkkyuden pitää olla sellainen, että päästöt ovat varmasti mitattavissa, jos ne saattaisivat aiheuttaa väestön eniten altistuvaa ryhmää edustavalle henkilölle jo pienen murto-osan valtioneuvoston asetuksen (717/2013) 8 §:ssä mää-

rätyn raja-arvon suuruudesta säteilyaltistuksesta (0,1 mSv/a). Käytettävät menetelmät on valittava niin, että mittausten kokonaisluotettavuus, edustavuus, herkkyys ja tarkkuus ovat niin hyvät kuin käytettävissä olevalla kehittyneellä tekniikalla voidaan saavuttaa. Päästömittauslaitteet on sijoitettava huonetiloihin, joissa taustasäteily ei häiritse mittauksia. Tämän ohjeen liitteessä annetaan esimerkkejä saavutettavissa tai alitettavissa olevista havaitsemisrajoista.

503. Ohjeissa YVL B.5 ja YVL C.6 laboratoriolle ja sen aktiivisuusmittauslaitteille esitetyt vaatimukset koskevat myös päästönäytteiden käsitelyä, analysointia ja mittaamista.

504. Luvanhakijan ja -haltijan on esitettävä ohjeen YVL A.1 mukaisissa ydinlaitoksen alustavassa ja lopullisessa turvallisuusselosteessa analyysi radioaktiivisten aineiden kulkeutumisesta laitoksen järjestelmissä (mm. ainetaseet ja kulkeutumiskaaviot) ja selostus päästöreiteistä sekä niiden säteily- ja päästövalvonnasta.

505. Alustavan turvallisuusselosteen on sisällettävä selvitys päästömittausjärjestelmien toimintakyvyn, muun muassa näytteenoton edustavuuden, osoittamiseksi tehdyistä tai tehtävistä analyyseistä ja kokeista. Lopullisessa turvallisuusselosteessa luvanhakijan ja -haltijan on esitettävä nämä analyysit ja kokeet tuloksineen.

5.2 Ydinvoimalaitoksen päästöjen mittaus normaalien käyttötilanteiden aikana

5.2.1 Päästöt ilmaan

506. Luvanhaltijan on seurattava merkittäviä radioaktiivisten aineiden päästöreittejä ilmaan (esim. poistoilmapiippua) säteilymittausjärjestelmillä, jotka ovat kiinteästi asennettuja ja jatkuvatoimisia. Päästöreittejä on voitava seurata myös, jos järjestelmiin tulee yksittäinen vika.

507. Koska kaikkia radioaktiivisten aineiden päästöjä ilmaan ei voida määrittää riittävän tarkasti päästöjen mittauksella suoraan virtauskanavassa (esim. poistoilmapiipussa), luvanhakijan ja -haltijan on tarpeen mukaan järjestettävä päästövirtauksesta näytevirtaus ja näytteenkeräys erilliseen näytteenotto- ja mittausjärjes-

telmään. Ohjeen YVL B.1 mukaisesti ainakin kaikki näytteenotto- ja mittausjärjestelmän aktiiviset toiminnot on kahdennettava (pumppu- ja venttiilejä sisältävät virtauslinjat, säteilymittausjärjestelmät, näytteenkeräyssuodattimet tms.). Näytteenotto päästövirtauksesta on tehtävä edustavasti niin, että otetaan huomioon kaasumaisessa ja muussa muodossa (aerosolit, hiukkaset) olevat radioaktiiviset aineet.

508. Luvanhaltijan on pystyttävä määrittämään luotettavasti, mikä on kaasun tilavuusvirtaus poistoilmapiipussa tai muussa päästökohdassa kaikissa olosuhteissa.

509. Päästöt voidaan poikkeuksellisesti määrittää myös muilla menetelmillä, mikäli suora mittaus tai edustava näytteenotto on vaikea toteuttaa. Esimerkkinä ovat painevesireaktorilaitoksen sekundääripiirin veden tai höyryn vuodosta tai ulospuhalluksesta aiheutuvat päästöt, jotka voidaan määrittää esimerkiksi primääri- tai sekundääripiirin veden radionuklidisisällön ja sekundääripiiristä poistuneen vesimäärän määritysten perusteella.

Radioaktiiviset jalokaasut

510. Luvanhaltijan on mitattava radioaktiivisten jalokaasujen päästöt kiinteällä, jatkuvatoimisella säteilymittausjärjestelmällä, joka voi olla gammaspektrometrinen tai joko kokonaisgamma- tai kokonaisbeeta-aktiivisuutta mittaava. Lisäksi on voitava ottaa kaasunäyte laboratoriomääritystä varten. Päästöt määritetään mittausjärjestelmän tulosten ja näytteenottoon perustuvan, määrääjoin laboratoriossa tehtävän radionuklidianalyysin perusteella.

511. Laboratoriossa on määritettävä merkittävät jalokaasunuklidit gammaspektrometrisesti vähintään kerran viikossa sekä edustavasti tilanteissa, joissa päästöjen koostumus tai päästönopeus on muuttunut olennaisesti tai niiden epäillä muuttuneen.

Radioaktiivinen jodi

512. Luvanhaltijan on kerättävä päästöistä jatkuvasti edustava näyte riittävän erotuskykyisiin, epäorgaanisia ja orgaanisia jodiyhdisteitä sisältäviin suodattimiin. Suodattimet on vaihdettava

ja niille on tehtävä laboratoriossa gammaspektrometrinen radionuklidianalyysi vähintään kerran viikossa sekä edustavasti tilanteissa, joissa päästöjen koostumus tai määrä on muuttunut tai niiden epäillä muuttuneen.

513. Radioaktiivisen jodin päästöt poistoilmapiipun kautta on lisäksi mitattava kiinteällä, jatkuvatoimisella säteilymittausjärjestelmällä, joka perustuu suodattimeen jatkuvasti kerättävän näytteen sisältämän ^{131}I :n aktiivisuuden mittaukseen. Tämän järjestelmän ei tarvitse täyttää yksittäisvikakriteeriä.

Muut radioaktiiviset aineet

514. Luvanhaltijan on kerättävä päästöistä jatkuvasti edustava näyte riittävän erotuskykyiseen hiukkassuodattimeen. Suodatin on vaihdettava ja sille on tehtävä laboratoriossa gammaspektrometrinen radionuklidianalyysi vähintään kerran viikossa sekä edustavasti tilanteissa, joissa päästöjen koostumus tai päästönopeus on muuttunut olennaisesti tai niiden epäillä muuttuneen. Tällöin on tarvittaessa määritettävä myös suodattimeen kertyneet radioaktiiviset jodi-isotopit. Suodattimista yhdistetystä näytteestä on määritettävä myös alfasäteilevien nuklidien kokonaisaktiivisuus vähintään kerran kuukaudessa. Tärkeimmät alfasäteilevät nuklidit on analysoitava kohonneen alfasäteilevien nuklidien kokonaisaktiivisuuden yhteydessä. Radionuklidit ^{89}Sr ja ^{90}Sr on analysoitava neljännesvuosittain yhdistetystä näytteestä.

515. Tritium (^3H) ja ^{14}C on määritettävä päästöstä jatkuvasti kerättävästä edustavasta näytteestä vähintään kerran kuukaudessa sekä edustavasti tilanteissa, joissa päästönopeus on muuttunut olennaisesti tai sen epäillä muuttuneen. Näiden näytteenkeräysten ei tarvitse täyttää yksittäisvikakriteeriä ja ne voidaan sijoittaa luokkaan EYT.

516. Radioaktiivisten aerosolien päästöt poistoilmapiipun kautta on lisäksi mitattava kiinteällä, jatkuvatoimisella säteilymittausjärjestelmällä, joka perustuu suodattimeen jatkuvasti kerättävän näytteen kokonaisgamma- tai kokonaisbeeta-aktiivisuuden mittaukseen. Tämän järjestelmän ei tarvitse täyttää yksittäisvikakriteeriä.

5.2.2 Päästöt veteen

517. Luvanhaltijan on seurattava merkittäviä radioaktiivisten aineiden päästöreittejä vesiympäristöön säteilymittausjärjestelmillä, jotka ovat kiinteästi asennettuja ja jatkuvatoimisia. Ohjeen YVL B.1 mukaisesti päästöreittejä on voitava seurata myös yksittäisen vian sattuessa säteilymittausjärjestelmissä.

518. Nestemäisestä päästöstä on lisäksi aina otettava edustava näyte. Merkittävien päästöjen näytteenoton on tapahduttava automaattisesti päästölinjasta; muutoin on otettava ennalta päästöeräkohtaisia näytteitä kyseisestä jätejärjestelmästä. Päästönäytteille on tehtävä laboratoriossa gammaspektrometrinen radionuklidianalyysi. Lisäksi yhdistetystä kuukauden kokonaispäästöä edustavasta näytteestä on määritettävä tritiumin (^3H) aktiivisuus ja alfasäteilevien nuklidien kokonaisaktiivisuus. Tärkeimmät alfasäteilevät nuklidit on analysoitava kohonneen alfasäteilevien nuklidien kokonaisaktiivisuuden yhteydessä. Radionuklidit ^{89}Sr ja ^{90}Sr on analysoitava neljännesvuosittain ajanjakson kokonaispäästöä edustavasta näytteestä.

5.3 Ydinvoimalaitoksen poikkeuksellisten päästöjen mittaus

5.3.1 Päästöt ilmaan

519. Luvanhaltijan on pystyttävä määrittämään ilmaan tapahtuvat radioaktiivisten aineiden päästöt myös kaikissa käyttöhäiriö- ja onnettomuustilanteissa sekä kiintein jatkuvatoimisin säteilymittausjärjestelmin että näytteenoton ja laboratorioanalyysien perusteella. Sekä näytteenotto että mittausjärjestelyt ja -toiminnot on toteutettava siten, että myös vakavan onnettomuuden aikana hyvin varmasti saadaan riittävät tiedot radioaktiivisten aineiden päästöistä. Ohjeen YVL B.1 mukaisesti näiden järjestelmien on täytettävä yksittäisvikakriteeri.

520. Jotta poikkeukselliset päästöt havaitaan mahdollisimman nopeasti, on ydinvoimalaitoksen prosesseja valvottava kiinteästi asennetuilla säteilymittauslaitteilla. Niille esitetään vaatimukset ohjeessa YVL C.6. Lisäksi on tarkkailtava radioaktiivisten aineiden määrää primääripiirissä, kiehutusvesireaktorilaitoksen turpiinin

lauhduttimen poistokaasussa ja painevesireaktorilaitoksen sekundääripiirin vedessä näytteenoton ja laboratorioanalyysien avulla.

5.3.2 Päästöt veteen

521. Ydinvoimalaitoksen vesipäästöä valvovan jatkuvatoimisen säteilymittausjärjestelmän on suljettava automaattisesti ja luotettavasti päästölinja, jos mitattava aktiivisuus ylittää päästölinjan aktiivisuudelle asetetun ylärajan tai jos mittausjärjestelmä on epäkuntoinen. Ohjeen YVL B.1 mukaisesti tämän järjestelmän on täytettävä yksittäisvikakriteeri.

522. Poikkeuksellisia päästöreittejä (erilaiset välipiirit, painevesireaktoreiden sekundääripiiri) on valvottava säteilymittausjärjestelmien lisäksi asianmukaisin näytteenottojärjestelmin sekä laboratoriomäärittäyksin.

6 Säteilyturvakeskuksen valvontamenettelyt

601. STUK arvioi periaatepäätöshakemuksen yhteydessä ohjeen YVL A.1 mukaan STUKille suoraan toimitettavien asiakirjojen pohjalta, onko ydinlaitoksella edellytykset täyttää lainsäädännössä ja YVL-ohjeissa esitetyt radioaktiivisten aineiden päästöjen rajoittamista ja valvontaa koskevat vaatimukset.

602. STUK tarkastaa ydinlaitoksen alustavasta ja lopullisesta turvallisuusselosteesta ja niiden yhteydessä toimitetuista erillisselvityksistä, että luvuissa 3–5 esitetyt vaatimukset täyttyvät.

603. STUK tarkastaa ydinlaitoksen turvallisuusteknisistä käyttöehdoista, että niihin sisältyvät luvun 3.3.1 mukaiset päästörajat ja että rajat ovat hyväksyttävät. STUK arvioi myös luvun 3.3.4 mukaiset päästöjen tavoitearvot.

604. Ydinlaitoksen radioaktiivisten aineiden päästöjen mittaukseen käytettävien säteilymittausjärjestelmien ja -laitteiden viranomaisvalvonta esitetään ohjeessa YVL C.6.

605. Ydinlaitoksen rakentamisen aikana STUK arvioi ja tarkastaa, että radioaktiivisten ai-

neiden päästöjen rajoittamista ja valvontaa varten tarvittavat järjestelmät toteutetaan STUKille esitettyjen suunnitelmien mukaisesti. Luvanhaltijan toimintaa arvioidaan rakentamisen tarkastusohjelman mukaisissa tarkastuksissa laitospaikalla.

606. Ydinlaitoksen käytön aikana STUK valvoo radioaktiivisten aineiden päästöjä ja ympäristön säteilytasoa seuraamalla luvanhaltijan tekemiä päästömittauksia ja ympäristön säteilytarkkailua. Päästömittauksia ja ympäristön säteilytarkkailua STUK valvoo tarkastamalla mittauksia, jotka raportoidaan STUKille ohjeen YVL A.9 mukaisesti. STUK arvioi myös luvun 3.3.4 mukaisten päästötavoitteiden saavuttamiseksi tarvittavia toimenpiteitä. Lisäksi STUK valvoo päästömittauksia ja ympäristön säteilytarkkailua tarkastamalla mittauksiin liittyvien säteilymittausjärjestelmien ja -laitteiden korjaus- ja muutostöitä sekä luvanhaltijan toimintaa, joka tähtää luotettavien mittausten varmistamiseen. Luvanhaltijan toimintaa arvioidaan käytön tarkastusohjelman mukaisissa tarkastuksissa sekä tarvittaessa myös muissa tarkastuksissa laitospaikalla.

607. STUK jatkaa ydinlaitoksen radioaktiivisten aineiden päästöjen valvontaa laitoksen käytöstäpoiston ajan, kunnes ydinlaitos on lopullisesti purettu ja purkujätteet loppusijoitettu. Käytöstäpoistoa koskee ohje YVL D.4.

Määritelmät

Edustava henkilö

Edustavalla henkilöllä tarkoitetaan tietyille säteilylähteelle (tässä päästöjen radioaktiivisille aineille) eniten altistuvan väestöryhmän yksilöä, jonka saama säteilyannos edustaa tämän väestöryhmän yksilöiden saamia annoksia (ICRP Publication 101). Termi tarkoittaa samaa ja korvaa aikaisemmin käytetyn termin ”kriittisen ryhmän keskimääräinen jäsen”.

Efektiivinen annos

Efektiivisellä annoksella tarkoitetaan säteilylle alttiiksi joutuneiden kudosten ja elin-

ten ekvivalenttiannosten painotettua summaa, jossa ekvivalenttiannos on säteilystä kudokseen tai elimeen massayksikköä kohti keskimäärin siirtyneen energian ja säteilyn painotustekijän tulo. (SA 1512/1991)

Normaali käyttö

Normaalilla käytöllä tarkoitetaan ydinvoimalaitoksen suunnittelun mukaista käyttämistä turvallisuusteknisten käyttöehtojen ja käyttöohjeiden mukaisesti. Niihin kuuluvat myös testaukset, laitoksen ylös- ja alasajo, huolto ja polttoaineenvaihto. Muiden ydinlaitosten osalta normaalilla käytöllä, normaaleilla olosuhteilla tarkoitetaan vastaavanlaista laitoksen käyttöä.

Odotettavissa olevalla käyttöhäiriö

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

Onnettomuus

Onnettomuudella tarkoitetaan oletettuja onnettomuuksia, oletettujen onnettomuuksien laajennuksia ja vakavia onnettomuuksia. (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, joiden voidaan olettaa esiintyvän harvemmin kuin kerran sadassa käyttövuodessa, mutta vähintään kerran tuhannessa käyttövuodessa;

- b. luokan 2 oletetut onnettomuudet, joiden voidaan olettaa esiintyvän harvemmin kuin kerran tuhannessa käyttövuodessa. (VNA 717/2013)

Oletetun onnettomuuden laajennus

Oletetun onnettomuuden laajennuksella tarkoitetaan:

- a. onnettomuutta, jossa odotettavissa olevaan käyttöhäiriöön tai luokan 1 oletettuun onnettomuuteen liittyy turvallisuustoiminnon toteuttamiseen tarvittavassa järjestelmässä esiintyvä yhteisvika;
- b. onnettomuutta, jonka aiheuttaa todennäköisyysperusteisen riskianalyysin perusteella merkittäväksi tunnistettu vikayhdistelmä; tai
- c. onnettomuutta, jonka aiheuttaa harvinaisen ulkoinen tapahtuma, ja josta laitoksen edellytetään selviytyvän ilman vakavia polttoainevaurioita. (VNA 717/2013)

Parhaat käyttökelpoiset tekniikat

Parhailla käyttökelpoisilla tekniikoilla (Best Available Techniques, BAT) tarkoitetaan mahdollisimman tehokkaita ja kehittyneitä, teknisesti ja taloudellisesti toteuttamiskelpoisia tuotanto- ja puhdistusmenetelmiä ja toiminnan suunnittelu-, rakentamis-, ylläpito- sekä käyttötapoja, joilla voidaan ehkäistä toiminnan aiheuttama ympäristön pilaantuminen tai tehokkaimmin vähentää sitä. (YSL 86/2000)

Tutkimusreaktori

Tutkimusreaktorilla tarkoitetaan ydinreaktorilla varustettua ydinlaitosta, joka on tarkoitettu pääasiassa neutronivuon ja ionisoivan säteilyn tuottamiseen tutkimusta ja muita tarkoituksia varten. (YEL 990/1987)

Vakava onnettomuus

Vakavalla onnettomuudella tarkoitetaan onnettomuutta, jossa huomattava osa reaktorissa tai polttoainealtaassa olevasta käytetystä polttoaineesta menettää alkuperäisen rakenteensa. (VNA 717/2013)

Vakava reaktorionnettomuus

Vakavalla reaktorionnettomuudella tarkoitetaan onnettomuutta, jossa huomattava osa reaktorissa olevasta polttoaineesta menettää alkuperäisen rakenteensa. (VNA 717/2013)

Vuosiannos

Vuosiannoksella tarkoitetaan ulkoisesta säteilystä vuoden ajanjaksona saatavan efektiivisen annoksen ja samana ajanjaksona kehoon joutuvista radioaktiivisista aineista saatavan efektiivisen annoksen kertymän summaa. (VNA 717/2013)

Ydinjäte

Ydinjätteellä tarkoitetaan ydinenergian käytön yhteydessä tai sen seurauksena syntyntä käytetyn ydinpolttoaineen muodossa tai muussa muodossa olevaa radioaktiivista jätettä. Ydinjätteellä tarkoitetaan myös sellaisia ydinenergian käytön yhteydessä tai seurauksena radioaktiiviseksi muuttuneita aineita, esineitä tai rakenteita, jotka on poistettu käytöstä ja joiden radioaktiivisuudesta aiheutuvan vaaran vuoksi tarvitaan erityistoimenpiteitä. (YEL 990/1987)

Ydinjätelaitos

Ydinjätelaitoksella tarkoitetaan ydinlaitosta, jota käytetään käytetyn ydinpolttoaineen kapselointiin tai muun ydinjätteen käsittelyyn loppusijoitusta varten, sekä käytetyn ydinpolttoaineen tai muun ydinjätteen loppusijoituslaitosta. (VNA 736/2008)

Ydinlaitos

Ydinlaitoksella tarkoitetaan ydinenergian aikaansaamiseen käytettäviä laitoksia, tutkimusreaktorit mukaan luettuna, ydinjätteiden laajamittaista loppusijoitusta toteuttavia laitoksia sekä ydinaineen laajamittaiseen valmistamiseen, tuottamiseen, käsittelyyn tai varastointiin käytettäviä laitoksia (ei kuitenkaan uraanin tai toriumin tuottamiseen tarkoitettuja kaivoksia tai malminrikastuslaitoksia eikä sellaisia lopullisesti suljettuja tiloja, joihin ydinjätteitä on sijoitettu STUKin pysyväksi hyväksymällä tavalla). (YEL 990/1987)

Ydinvoimalaitos

Ydinvoimalaitoksella tarkoitetaan sähkön tai lämmön tuotantoon tarkoitettua ydinreaktorilla varustettua ydinlaitosta tai samalle laitospaikalle sijoitettujen ydinvoimalaitosyksiköiden muodostamaa laitoskokonaisuutta. (YEL 990/1987).

Yksittäisvika

Yksittäisvika tarkoittaa yksittäistä vikaa, jonka seurauksena järjestelmä, laite tai rakenne ei pysty toteuttamaan sille määriteltyä toimintoa (ks. myös yksittäisvikakriteeri).

Yksittäisvikakriteeri

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

Viitteet

1. Ydinenergialaki (990/1987)
2. Ydinenergia-asetus (161/1988)
3. Valtioneuvoston asetus ydinvoimalaitoksen turvallisuudesta (717/2013)
4. Valtioneuvoston asetus ydinjätteiden loppusijoituksen turvallisuudesta (736/2008)
5. Säteilylaki (592/1991)
6. Säteilyasetus (1512/1991)
7. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, Interim Edition, General Safety Requirements Part 3, No. GSR Part 3 (Interim), IAEA, Vienna 2011.
8. Safety of Nuclear Power Plants: Design Specific Safety Requirements, IAEA Safety Standards Series No. SSR-2/1, 2012.
9. Safety of Nuclear Power Plants: Commissioning and Operation Specific Safety Requirements, IAEA Safety Standards Series No. SSR-2/2, 2011.
10. Safety of Research Reactors, IAEA Safety Standards Series No. NS-R-4, 2005.
11. Radiation Protection Aspects of Design for Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. NS-G-1.13, 2005.
12. Radiation Protection and Radioactive Waste Management in the Operation of Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standard Series No. NS-G-2.7, 2002.
13. Radiation Protection and Radioactive Waste Management in the Design and Operation of Research Reactors, IAEA Safety Standard Series No. NS-G-4.6, 2009.
14. Programmes and Systems for Source and Environmental Radiation Monitoring, IAEA Safety Reports Series No. 64, 2010
15. Euroopan unionin neuvoston direktiivi no. 96/29/Euratom, annettu 13. päivä toukokuuta 1996, perusnormien vahvistamisesta työntekijöiden ja väestön terveyden suojelemiseksi ionisoivasta säteilystä aiheutuvilta vaaroilta.
16. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Annals of the ICRP, Publication 103, 2007.
17. Assessing Dose of the Representative Person for the Purpose of Radiation Protection of the Public and The Optimisation of Radiological Protection: Broadening the Process, Annals of the ICRP, Publication 101, 2006.
18. Regulatory Control of Radioactive Discharges to the Environment, Safety Standards Series No. WS-G-2.3, IAEA, Vienna 2000.
19. Environmental and Source Monitoring for Purposes of Radiation Protection, IAEA Safety Standard Series No. RS-G-1.8, 2005.
20. Effluent Release Options from Nuclear Installations, Technical Background and Regulatory Aspects, OECD/NEA, 2003.
21. Euroopan komission suositus no. 2010/635/Euratom, annettu 11. päivä lokakuuta 2010, Euroopan atomienergiayhteisön perustamis-sopimuksen 37 artiklan soveltamisesta.
22. Euroopan yhteisöjen komission suositus ydinvoimalaitoksista ja jälleenkäsittelylaitoksista tavanomaisen toiminnan yhteydessä ympäristöön pääseviä ilmassa kulkeutuvia ja nestemäisiä radioaktiivisia päästöjä koskevista vakiomuotoisista tiedoista, 2004/2/Euratom, 18.12.2003.
23. ISO 2889: General principles for sampling airborne radioactive materials.
24. IEC 60761: Equipment for continuous monitoring of radioactivity in gaseous effluents.

25. IEC 60861: Equipment for continuously monitoring for beta and gamma emitting radionuclides in liquid effluents.
26. IEC 60768: Process stream radiation monitoring equipment in light water nuclear reactors for normal operating and incident conditions.
27. ISO 11929: Determination of the detection limit and decision threshold for ionizing radiation measurements.
28. KTA 1503.1: Überwachung der Ableitung gasförmiger und an Schwebstoffen gebundener radioaktiver Stoffe, Teil 1: Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Kaminfortluft bei bestimmungsgemäßem Betrieb, Fassung 2012-11, Sicherheitstechnische Regel des KTA, Deutschland.
29. KTA 1503.2: Überwachung der Ableitung gasförmiger und an Schwebstoffen gebundener radioaktiver Stoffe, Teil 2: Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Kaminfortluft bei Störfällen, Fassung 2012-11, Sicherheitstechnische Regel des KTA, Deutschland.
30. KTA 1503.3: Überwachung der Ableitung gasförmiger und an Schwebstoffen gebundener radioaktiver Stoffe, Teil 3: Überwachung der nicht mit der Kaminfortluft abgeleiteten radioaktiven Stoffe, Fassung 2012-11, Sicherheitstechnische Regel des KTA, Deutschland.
31. KTA 1504: Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit Wasser, Fassung 11/07, Sicherheitstechnische Regel des KTA, Deutschland.
32. WENRA Statement on Safety Objectives for New Nuclear Power Plants, WENRA, November 2010.
33. WENRA Reactor Safety Reference Levels, WENRA, January 2008.
34. Waste and Spent Fuel Storage Safety Reference Levels Report, WENRA Working Group on Waste and Decommissioning, February 2011.

LIITE Yhteenvedo ydinvoimalaitoksen normaaliien päästöjen mittauksista

Taulukko A01. Yhteenvedo ydinvoimalaitoksen normaaliien kaasumaisten ja hiukkasmaisten päästöjen mittauksista sekä esimerkkejä päästöissä esiintyvistä radionuklideista ja niiden havaitsemisrajoista, jotka ovat saavutettavissa tai alitettavissa pienillä kokonaisaktiivisuuksilla.

Päästölaji	Mittausmenettely	Kahdennus	Radionuklidi	Havaitsemisraja päästövirtauksessa
jalokaasut	jatkuva mittaus	kyllä	¹³³ Xe	10 kBq/m ³ mittausaikana < 10 min
	laboratoriomääritys vähintään viikoittain	kyllä	⁸⁵ Kr	10 kBq/m ³
			⁸⁷ Kr	1 kBq/m ³
			¹³³ Xe	1 kBq/m ³
jodi	jatkuva mittaus		¹³¹ I	2 Bq/m ³ mittausaikana < 1 h
	laboratoriomääritys vähintään viikoittain	kyllä	¹³¹ I	4 mBq/m ³
aerosolit	jatkuva mittaus		kaikki	4 Bq/m ³ mittausaikana < 1 h
	laboratoriomääritys vähintään viikoittain	kyllä	⁶⁰ Co	1 mBq/m ³
			¹³⁷ Cs	1 mBq/m ³
alfa-aktiivisuus	laboratoriomääritys vähintään kuukausittain	kyllä	kaikki	kokonaisaktiivisuus 1 mBq/m ³
			²⁴¹ Am	0,1 mBq/m ³
yksittäiset merkittävät nuklidit	laboratoriomääritys neljännesvuosittain	kyllä	⁸⁹ Sr ja ⁹⁰ Sr	yhdistetty aktiivisuus 0,1 mBq/m ³
	laboratoriomääritys vähintään kuukausittain		³ H	0,1 kBq/m ³
	laboratoriomääritys vähintään kuukausittain		¹⁴ C	10 Bq/m ³

Taulukko A02. Yhteenvedo ydinvoimalaitoksen normaaliien nestemäisten päästöjen mittauksista ja esimerkkejä mittauksen havaitsemisrajoista, jotka ovat saavutettavissa tai alitettavissa pienillä kokonaisaktiivisuuksilla.

Päästölaji	Mittausmenettely	Kahdennus	Radionuklidi	Havaitsemisraja päästövirtauksessa
gamma-aktiivisuus	jatkuva mittaus	kyllä	merkittävät	Havaitsemisrajat selvästi pienemmät kuin päästölinjan gamma-aktiivisuudelle asetettu yläraja, esim. 400 kBq/m ³
	laboratoriomääritys päästöeräkohtaisesti		merkittävät	1 kBq/m ³
alfa-aktiivisuus	laboratoriomääritys kuukausittain		kaikki	kokonaisaktiivisuus 1 kBq/m ³
			²⁴¹ Am	10 Bq/m ³
yksittäiset merkittävät nuklidit	laboratoriomääritys neljännesvuosittain		⁸⁹ Sr ja ⁹⁰ Sr	yhdistetty aktiivisuus 0,2 kBq/m ³
	laboratoriomääritys kuukausittain		³ H	50 kBq/m ³