

Ydinvoimalaitosten säteilymittaus- järjestelmät ja -laitteet

1	Yleistä	3
2	Yleiset vaatimukset	3
3	Mittauslaitteisto	4
3.1	Kiinteät ulkoisen säteilyn mittauslaitteet	4
3.2	Ilman aktiivisuuskonsentraation mittauslaitteet	4
3.3	Muut kiinteät säteilymittauslaitteet	5
3.4	Siirrettävät mittauslaitteet	5
3.5	Henkilö- ja annosmittauslaitteet	5
4	Laitteiden ominaisuudet	6
4.1	Sovellettavat standardit	6
4.2	Mittausalue ja vaste	6
4.3	Ympäristöolosuhteiden kesto	6
4.4	Onnettomuustilanteessa käytettävät mittalaitteet	6
4.5	Muut vaatimukset	6
5	Järjestelmien ja laitteiden käyttöönotto	8
5.1	Yleiset vaatimukset	8
5.2	Kiinteät ulkoisen säteilyn mittausjärjestelmät	8
5.3	Muut kiinteästi asennetut säteilymittausjärjestelmät	8
5.4	Siirrettävät ulkoisen säteilyn mittauslaitteet	8
5.5	Pintakontaminaation mittauslaitteet	8
6	Käyttö, määräaikaiskokeet ja kunnossapito	9
7	Viranomaisvalvonta	9
7.1	Järjestelmien ja laitteiden ennakkotarkastus	9
7.2	Valmistuksen, asennuksen ja koekäytön valvonta	9
7.3	Käytön valvonta	10
8	Viitteet	10

Tämä ohje on voimassa 1.2.1997 alkaen toistaiseksi. Ohje kumoaa 1.2.1983 annetun ohjeen YVL 7.11.

Valtuutusperusteet

Säteilyturvakeskus antaa ydinenergian käytön turvallisuutta koskevat yksityiskohdalliset määräykset ydinenergialain (990/87) 55 §:n 2 momentin 3 kohdan ja ydinvoimalaitosten turvallisuutta koskevista yleisistä määräyksistä annetun valtioneuvoston päätöksen (395/91) 29 §:n nojalla.

YVL-ohjeet ovat sääntöjä, joita yksittäisen luvanhaltijan tai muun kyseeseen tulevan organisaation on noudatettava, ellei Säteilyturvakeskukselle ole esitetty muuta hyväksyttävää menettelytapaa tai ratkaisua, jolla YVL-ohjeessa esitetty turvallisuustaso saavutetaan. Ohje ei muuta Säteilyturvakeskuksen ennen ohjeen voimaantuloa tekemiä päätöksiä, ellei Säteilyturvakeskus ilmoita siitä erikseen.

1 Yleistä

Ydinvoimalaitoksen työntekijöiden ja ympäristön väestön säteilysuojelussa käytetään kiinteitä ja siirrettäviä säteilymittauslaitteita. Niillä mitataan säteilyannosnopeutta, säteilyannosta ja radioaktiivisten aineiden määrää laitoksen tiloissa ja järjestelmissä sekä valvotaan radioaktiivisten aineiden päästöjä.

Ydinvoimalaitoksen tiloissa tehdään ulkoisen säteilyn annosnopeusmittauksia, työkohteiden, laitteiden, henkilöiden ja suojavarusteiden pintakontaminaation mittauksia, ilman aktiivisuuskonsentraation mittauksia sekä työntekijöiden ulkoisen säteilyannoksen ja kehon sisäisen aktiivisuuden määrittämiä. Laitoksen järjestelmien säteilymittauksilla valvotaan radioaktiivisten aineiden kulkeutumisesta nestettä ja kaasuja sisältävissä järjestelmissä laitoksen sisällä. Päästöjen mittauksilla taas valvotaan radioaktiivisten aineiden nestemäisiä ja kaasumaisia päästöjä laitoksesta. Ydinvoimalaitoksen työntekijöiden ulkoista säteilyaltistusta tarkkaillaan sekä määrääjain luettavilla että jatkuvanäyttöisillä säteilyannosmittareilla. Sisäistä säteilyaltistusta puolestaan mitataan määrittämällä kehon sisällä olevien radioaktiivisten aineiden määrä tarkoitukseen soveltuvalla mittauslaitteistolla.

Ydinenergian käytöstä säädetään ydinenergiainlaissa (990/87) ja ydinenergia-asetuksessa (162/88) sekä lain nojalla annetussa valtioneuvoston päätöksessä (395/91). Ydinenergian käyttöä koskevat myös säteilylain (592/91) 2 §:n (Yleiset periaatteet) ja luvun 9 (Säteilytyö) säädökset.

Tässä ohjeessa esitetään vaatimuksia ydinvoimalaitoksen kiinteästi asennettujen säteilymittausjärjestelmien sekä siirrettävien säteilymittauslaitteiden suunnittelusta, ominaisuuksista, kelpoistamiskokeista, valmistuksen valvonnasta, koekäytöstä ja käytöstä sekä kuvataan näitä asioita koskevaa viranomaisvalvontaa. Ohjeessa esitetään myös vaatimuksia onnettomuustilanteiden varalta. Tässä ohjeessa ei käsitellä reaktorin neutronivuomittauksia eikä laboratoriossa tehtäviä säteilymittauksia. Tätä ohjetta voidaan soveltaa myös muissa ydinlaitoksissa.

Päästöjen mittaamista koskevat perusvaatimukset on annettu ohjeessa YVL 7.6.

Tämän ohjeen tekniset vaatimukset koskevat soveltuvin osin ympäristön säteilyvalvonnassa käytettäviä ulkoisen annosnopeuden ja ilman aktiivisuuskonsentraation mittauslaitteita, joita on käsitelty ohjeessa YVL 7.7.

Ohjeessa käsiteltyjä järjestelmiä ja laitteita koskevat myös ohjeen YVL 1.0 sekä soveltuvin osin ohjeiden YVL 5.2 ja YVL 5.5 vaatimukset. Myös useissa kansainvälisissä standardeissa on laitteita koskevia yksityiskohtaisia suosituksia.

Käytettyjä suureita ja niiden mittayksiköitä käsitellään ohjeessa ST 1.2 sekä viitteissä 1–4.

2 Yleiset vaatimukset

Ydinenergiain (990/87) nojalla annetun ydinvoimalaitosten yleisiä turvallisuusvaatimuksia koskevan valtioneuvoston päätöksen (395/91) 3 §:ssä esitetään, että *yleisenä tavoitteena on ydinvoimalaitoksen turvallisuuden varmistaminen siten, että ydinvoimalaitoksen käytöstä ei aiheudu työntekijöiden tai ympäristön väestön terveyttä vaarantavia säteilyhaittoja eikä muuta vahinkoa ympäristölle tai omaisuudelle.*

Päätöksen luvussa 3 esitetään ydinvoimalaitoksesta aiheutuva säteilyaltistusta ja radioaktiivisten aineiden päästöjä koskevat yleiset määräykset. 7 §:n mukaan *ydinvoimalaitoksen käytöstä aiheutuva säteilyaltistus on pidettävä niin pienenä kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista. Ydinvoimalaitos ja sen käyttö on lisäksi suunniteltava siten, että päätöksessä esitettyjä raja-arvoja ei ylitetä.*

Säteilyasetuksen (1512/91) 11 §:n mukaan *säteilyaltistukseen vaikuttavat työolot tulee selvittää ja niitä seurata työpaikalla siten, että tarpeeton säteilyaltistus voidaan havaita ja estää.*

Asetuksen 12 §:n mukaan *säteilyaltistuksen ja siihen vaikuttavien työolojen seurannassa*

käytettävien menetelmien ja laitteiden on oltava säteilyturvakeskuksen hyväksymiä.

Ohjeen YVL 1.0 luvun 2.1 mukaisesti säteilyvalvonnan varmistamiseksi laitoksessa tulee olla riittävästi kiinteitä ja siirrettäviä säteilymittauslaitteita ulkoisen annosnopeuden ja ilmassa, järjestelmissä tai pinnoilla olevien radioaktiivisten aineiden määrittämiseen. Lisäksi tulee olla laboratoriotilat ja -laitteet näytteiden analysointia varten sekä henkilökohtaiseen annosvalvontaan tarvittava laitteisto.

Säteilyvalvonnassa tulee lisäksi käyttää hälyttäviä mittalaitteita siten, että ydinvoimalaitoksen käyttötilanteissa kukaan ei joudu tietämättään alttiiksi säteilylle terveydelle haitallisessa määrin.

Luvun 2.1 mukaisesti säteilyvalvonnan suunnittelussa on myös varauduttava onnettomuuksiin. Onnettomuuksissa on voitava suorittaa ainakin

- annosnopeuden mittaus suojarakennuksessa
- suojarakennuksen kaasutilassa olevien radioaktiivisten aineiden määrittäminen
- jäähdytteessä olevien radioaktiivisten aineiden pitoisuuksien määrittäminen.

Ohjeen 1.0 luvun 3.6 mukaan onnettomuuksien seuranta ja hallintaa varten ydinvoimalaitokseen tulee suunnitella asianmukainen mittaus- ja valvontainstrumentointi, jonka avulla käyttöhenkilökunta saa riittävästi tietoa tilanteen arvioimiseksi sekä vastatoimenpiteiden suunnittelemiseksi ja toteuttamiseksi.

[— —]

Onnettomuuksien seurantaan ja hallintaan tarkoitettujen mittausjärjestelmien on toimitettava myös yksittäisvikautumisen sattuessa.

Luvun 2.2 mukaan radioaktiivisten aineiden päästöjä suunnitelluilla päästöreiteillä on voitava valvoa myös yksittäisvikautumisen sattuessa käyttötilanteissa ja onnettomuuden aikana.

Luvun 3.6 mukaan valvontalaitteet tulee suunnitella tallentamaan laitoksen tilaa kuvaavat toimintasuureet ja järjestelmien ohjauskäskyt siten, että laitoksen käyttötapauksia voidaan jälkikäteen analysoida.

3 Mittauslaitteisto

3.1 Kiinteät ulkoisen säteilyn mittauslaitteet

Kiinteitä ulkoisen säteilyn mittauslaitteita tulee olla valvonta-alueella erityisesti sellaisissa luoksepäästävässä tiloissa, joissa laitoksen käyttötilan muutokset tai muut tapahtumat voivat aiheuttaa paikallisen annosnopeuden olennaisen kasvun.

Mittauslaitteita tulee kevytvesireaktorilaitoksissa sijoittaa ainakin seuraaviin tiloihin:

- reaktorisuojarakennus
- reaktorihalli
- käytetyn polttoaineen varastot sekä polttoaineen siirtokone
- radioaktiivisten jätteiden käsittely- ja varastointitilat
- dekontaminointitilat.

3.2 Ilman aktiivisuuskonsentraation mittauslaitteet

Ilman aktiivisuuskonsentraatio tulee määrittää sellaisissa valvonta-alueen luoksepäästävässä tiloissa, joiden ilmassa voi esiintyä työntekijöiden säteilyannosten kannalta merkittäviä määriä radioaktiivisia aineita. Määrittäminen voi perustua jatkuvasti mitattaviin laitteisiin tai erillisen kerätyn näytteen analysointiin laboratoriossa.

Painevesireaktorin suojarakennuksessa ilman aktiivisuuskonsentraatio on kyettävä mitattamaan jatkuvasti.

Suojarakennuksen kaasutilan radionuklidikonsentraatiot on pystyttävä arvioimaan näytteenoton tai muun menetelmän perusteella myös vakavien onnettomuuksien aikana.

Radioaktiivisten aineiden päästöjen säteilymittausjärjestelmiä koskevat vaatimukset esitetään ohjeessa YVL 7.6.

3.3 Muut kiinteät säteilymittauslaitteet

Ydinvoimalaitoksen järjestelmissä tulee olla tarpeen mukaan kiinteitä säteilymittauslaitteita, joilla tarkkaillaan nesteiden ja kaasujen aktiivisuutta. Näiden mittaustiedot ovat tarpeen, jotta mahdolliset polttoainevauriot ja radioaktiivisten aineiden vuodot voidaan havaita ja niitä voidaan valvoa. Vastaavilla mittauksilla voidaan myös valvoa suodatinten ja säiliöiden käyttötilaa.

Kiinteillä säteilymittauslaitteilla tulee tarkkailla ainakin painevesireaktorin primäärijäähdytteen sekä paine- ja kiehutusvesireaktorin tuorehöyryn aktiivisuutta. Mittauslaitteita tulee olla radioaktiivisten kaasujen käsittelyjärjestelmässä ja painevesilaitoksen primäärijäähdytteen puhdistusjärjestelmässä. Säteilymittauslaitteita tulee sijoittaa myös sellaisiin höyry- ja vesipiireihin, jotka voivat kontaminoitua olennaisesti radioaktiivisia aineita sisältävien piirien vuotojen seurauksena.

Onnettomuustilanteessa tulee voida määrittää suojarakennuksessa olevan veden aktiivisuus. Tätä varten tulee olla näytteenottolaitteisto, jota voidaan käyttää myös vakavan reaktorionnettomuuden aikana.

3.4 Siirrettävät mittauslaitteet

Kiinteästi asennettuja mittauslaitteita täydentämässä ydinvoimalaitoksella tulee olla siirrettäviä mittauslaitteita.

Ydinvoimalaitoksen eri käyttötilanteita varten on oltava käytettävissä riittävästi siirrettäviä laitteita, joilla mitataan gammasäteilyn annosnopeutta. Osan mittalaitteista tulee olla teleskooppivarrella varustettuja, jotta niillä voidaan tehdä etämittauksia. Onnettomuusi- en aikana tehtäviä mittauksia varten tulee olla riittävästi sellaisia laitteita, joiden mittausalueen yläraja on vähintään 10 Gy/h.

Siirrettäviä neutronisäteilyn mittauslaitteita tulee olla sellaisia tilanteita varten, joissa saattaa esiintyä neutronisäteilyä (esimerkiksi käytetyn polttoaineen siirrot).

Siirrettäviä ilman aktiivisuuden mittalaitteita tulee olla riittävästi käytettäväksi sellaisissa työkohteissa, joissa kiinteä mittauslaitteisto ei anna edustavaa tulosta.

Siirrettäviä pintakontaminaation (ensisijaisesti beeta- mutta myös alfasäteilyn) mittaus- ja näytteenkeräyslaitteita tulee olla riittävästi ydinvoimalaitoksen eri käyttötilanteita varten.

Pyyhintänäytteen analysointiin tulee olla vähintään yksi mittauspaikka.

3.5 Henkilö- ja annosmittauslaitteet

Kaikilla valvonta-alueen poistumisreiteillä on oltava riittävä mittauslaitteisto, jolla tarkistetaan valvonta-alueelta poistuvan henkilön suojavaatetuksen ja ihon puhtaus.

Laitoksessa tulee olla sisäisen kontaminaation mittauslaite, jolla varmistetaan, että ydinvoimalaitoksen valvotulla alueella työskenteleessä mahdollisesti kehoon joutuneet radioaktiiviset aineet havaitaan ja niiden aiheuttamaa annosta voidaan arvioida.

Laitoksessa tulee olla annosmittausjärjestelmä, jolla rekisteröidään valvonta-alueella työskentelevien henkilökohtainen säteilyannos. Järjestelmä koostuu henkilökohtaisista annosmittareista sekä annoksen luentalaitteista.

Laitoksessa tulee olla annosmittausjärjestelmän lisäksi työdosimetrijärjestelmä, joka koostuu näytöllä ja hälytyksellä varustetuista ulkoisen säteilyannoksen mittauslaitteista, valvonta-alueen sisäänkäynnin läheisyyteen sijoitettavista lukulaitteista sekä laitteistosta, jossa järjestelmän tiedot käsitellään ja esitetään. Työdosimetrejä tulee olla riittävästi kaikkia valvonta-alueella työskenteleviä varten.

4 Laitteiden ominaisuudet

4.1 Sovellettavat standardit

Luvanhaltijan tulee esittää ja määritellä järjestelmien ja laitteiden suunnittelussa noudatettavat normit ja standardit ja se miten niitä on sovellettu. Tässä luvussa esitetyt keskeisimmät säteilymittauslaitteiden ominaisuuksia koskevat vaatimukset perustuvat eri standardien suosituksiin [5–10, 13–20].

4.2 Mittausalue ja vaste

Ohjeen 1.0 mukaan *mittausjärjestelmien tulee pystyä riittävän tarkasti mittaamaan koko sillä alueella, jolla mitattava suure voi vaihdella käyttötilanteissa tai onnettomuuksissa.*

Mittauslaitteen on kyettävä osoittamaan hyvällä marginaalilla sellainenkin mittaustulos, joka on arvioitua mittaussuureen enimmäisarvoa suurempi. Jos on tarpeen käyttää kahta tai useampaa mittauskanavaa kohteen mittausalueen kattamiseksi, näiden mittausalueiden on katettava toisensa riittävästi.

Ulkoisen gammasäteilyn mittalaitteiden vasteen tulee täyttää standardien [5, 6] vaatimukset sekä kalibrointisäteilyllä (nuklidin ^{137}Cs gammasäteily) että säteilyn energian funktiona, ainakin kun säteilyn energia on välillä 80 keV–1,5 MeV.

Mikäli ^{16}N on pääasiallinen säteilyn lähde, vaste ^{16}N :n gammasäteilylle on tunnettava. Jos mittauskohteessa voi esiintyä myös muuta kuin gammasäteilyä (beetasäteilyä, neutroneja), niiden vaste ja vaikutus mittaukseen on selvitettävä ja otettava huomioon sekä erillisen mittauksen tarve on selvitettävä.

Aktiivisuuskonsentraation ja pintakontaminaation mittaamiseen tarkoitettujen laitteiden vaste odotettavissa olevilla nuklidikoostumuksilla on tunnettava [7–10].

4.3 Ympäristöolosuhteiden kesto

Mittausjärjestelmien on pysyttävä toimintakuntoisina niiden suunnittelun perusteina olevissa käyttötilanteissa. Toiminnan arvioinnissa on otettava huomioon ainakin

- lämpötila
- paine
- kosteus
- mekaaniset värähtelyt
- säteilyn vaikutukset
- käyttöjännitteen muutokset.

Säteilymittauslaitteiden ympäristöolosuhteiden kesto on osoitettava kokein. Vaatimuksia kelpoistamiskokeiden suorittamisesta esitetään ohjeessa YVL 5.5 sekä säteilymittauslaitteita koskevissa standardeissa.

4.4 Onnettomuustilanteessa käytettävät mittalaitteet

Vakavien onnettomuuksien aikana toimimaan tarkoitettujen suojarakennuksen ulkoisen annosnopeuden mittalaitteiden on pystyttävä näyttämään annosnopeus, joka seuraa, kun merkittävä osa reaktorisydämen radioaktiivisista aineista vapautuu suojarakennukseen. Mittausalueen on ulotuttava vähintään annosnopeuteen 10^6 Gy/h asti.

Suojarakennuksen näytteenottolaitteiden joiden ja hiukkasmaisten aineiden pitoisuuksien mittausalueen on ulotuttava vähintään arvoon 10^{15} Bq/m³. Näytteenoton sijaintipaikat on perusteltava.

Ilmaan tapahtuvien päästöjen mittausjärjestelmän mittausalueen on oltava sellainen, että mittaus toimii myös vakavan onnettomuuden aikana. Päästömittaus on suoritettava siten, ettei ulkoinen säteily estä mittausta.

4.5 Muut vaatimukset

Kiinteissä säteilymittauslaitteissa tulee yleensä olla paikalliset hälyttimet, jotka ilmaisevat laitteiden epäkuntoisuuden ja mittaussuureen

säädetyin arvon ylittämisen. Hälytyksen tulee välittyä myös valvomoon tai vastaavaan mittauskeskukseen niin, että asetetun rajan ylitys tai mittauslaitteen epäkuntoisuus havaitaan riittävän nopeasti. Hälytysrajojen ja muiden laitteiston säätöjen toteutus on suunniteltava siten, ettei muutoksia voi tapahtua vahingossa eikä hälytys lopu ilman käyttötoimenpiteitä.

Mittalaitteiden suunnittelussa on otettava huomioon ylikuormitus tähän sovellettavien standardien mukaisesti.

Mittauslaitteiston näytön on seurattava mitattavan kohteen todellisia mittausarvoja riittävän nopeasti, jottei viive vaaranna turvallisuutta.

Radioaktiivisten aineiden mittauslaitteistot tulee suunnitella siten, että laitteistot ovat helposti puhdistettavissa ja että puhdistustarve on pieni.

Laitteet ja niiden sijoitus on suunniteltava siten, että tarpeelliset kalibrointi-, koestus- ja huoltotyöt voidaan suorittaa.

Mikäli mittauslaitteen signaalia käytetään suojausjärjestelmien käynnistämiseen, koko mittausjärjestelmän tulee täyttää samat toiminnalliset vaatimukset kuin suojausjärjestelmänkin.

Säteilymittausjärjestelmiin ja laitteisiin kuuluvia ohjelmoitavia osia koskevat ohjeen YVL 5.5 vaatimukset.

Kiinteiden mittauslaitteiden säteilymittaustiedot on käyttötarkoituksen mukaan esitettävä kootusti laitoksen valvomossa. Mittaustulokset on rekisteröitävä, ja niitä on säilytettävä laitoksen ohjeistossa määritelty aika niiden myöhempään käyttötarkoitukseen sopivalla tavalla.

Ydinvoimalaitoksen kiinteästi asennettujen säteilymittausjärjestelmien sähkötehon syöttö on varmennettava.

Ilman aktiivisuuskonsentraation mittaus on tehtävä siten, että näytteenotto on edustava mahdollisista suurista paikallisista pitoisuus-

eroista huolimatta. Lisäksi mittauslaitteet tulee sijoittaa tai näyte kerätä siten, ettei merkittävä ilmakontaminaatio jää havaitsematta. Mahdollisten kontaminaatiolähteiden sijainti sekä tilan ilmastointi on otettava huomioon [11].

Yleisiin säteilysuojelumittauksiin käytettävien siirrettävien pintakontaminaation mittareiden tulee kyetä mittaamaan sekä alfa- että beetasäteilyä. Mittarin kalibroinnissa tulee käyttää sellaista säteilylähdettä, joka edustaa hyvin laitoksen tiloissa esiintyvää kontaminaatiota. Mittauslaitteen tulee kyetä havaitsemaan normaalissa taustasäteilyssä vähintään ohjeessa ST 1.5 esitetyt radioaktiivisten aineiden enimmäismäärät, kun taustasäteily on normaali. Mittausalueiden tulee ylittää ohjeessa YVL 7.9 esitetyt valvontalueen ylimmän luokan kontaminaation rajat arvot vähintään tekijällä kymmenen.

Valvonta-alueelta poistuvien henkilöiden suojavaatetuksen ja ihon mittauslaitteilla on kyettävä varmistamaan, etteivät henkilön vaatteiden ja ihon radioaktiivisten aineiden kontaminaatiot ylitä ohjeessa ST 1.5 asetettuja enimmäismääriä.

Sisäisen kontaminaation mittauslaitteella tulee pystyä havaitsemaan keuhkojen alueelta sellainen ⁶⁰Co-aktiivisuus, joka on 1 % ALI-arvosta [12], ja kilpirauhasesta sellainen ¹³¹I-aktiivisuus, joka on 1 % ALI:sta.

Henkilöannosmittausjärjestelmän tulee pystyä mittaamaan syväannos $H_p(10)$ ja pintaannos $H_p(0,07)$. Sen tulee myös täyttää soveltuvin osin viitteen 13 vaatimukset fotonisäteilyn energia-alueella 80 keV–3 MeV. Annostietojen siirtäminen ydinvoimalaitoksen ja Säteilyturvakeskuksen annosrekisteriin on toteutettava luotettavasti. Annoksen laskemisessa käytetyt tiedot tulee tallentaa. Muita vaatimuksia annosmittauksista esitetään ohjeessa YVL 7.10.

Työdosimetrijärjestelmän annosmittauslaitteiden tulee energiavasteen ja mittaustarkkuuden suhteen täyttää soveltuvin osin samat vaatimukset, jotka koskevat ulkoisen gammasäteilyn mittalaitteita.

5 Järjestelmien ja laitteiden käyttöönotto

5.1 Yleiset vaatimukset

Ydinvoimalaitoksessa käytettävien säteilymittausjärjestelmien ja -laitteiden ominaisuudet on osoitettava kelpoistamiskokeissa, valmistuksen yhteydessä tehtävissä kokeissa sekä laitospaikalla tehtävässä koekäytössä.

5.2 Kiinteät ulkoisen säteilyn mittaajärjestelmät

Mittauskanavien kalibrointi tulee tehdä koekäytön yhteydessä kullekin asteikon dekadille yleensä vähintään annosnopeuden arvoon 10^{-2} Sv/h saakka. Suojarakennuksen ulkoisen säteilyn mittaamiseen tarkoitettujen mittaajärjestelmät tulee kalibroida koko mittausalueellaan Säteilyturvakeskuksen hyväksymässä laboratoriossa.

Koekäytössä tulee tarkistaa, että hälytysrajat, näkyvät ja kuuluvat hälytykset sekä vikaantumishälytys toimivat. Lisäksi tulee tehdä asennustarkastus, joka sisältää kytkentöjen, kytkimien ja toimilaitteiden tarkastuksen ja testin.

5.3 Muut kiinteästi asennetut säteilymittausjärjestelmät

Kukin mittauskanava tulee kalibroida koekäytön yhteydessä sopivaa säteilylähdettä käyttäen. Kalibroinnin tarkoituksena on määrätä mittauslaitteiston vaste tunnetussa radionuklidipitoisuudessa normaaleissa käyttöolosuhteissa. Ilmaisimen aktiivisuusvaste tulee määrätä todellisessa mittausgeometriassa, mikäli mahdollista. Jos radioaktiivinen kalibrointilähde tai mittausgeometria poikkeaa mittauslaitteiston käyttötilanteesta, kalibrointimittaustulosten ja käyttömittaustulosten välinen vastaavuus tulee arvioida ja tallentaa.

Hälytysrajat tulee kokeilla vähintään kahdessa mittausalueen kohdassa (ylimmän ja alimman dekadin alueella). Näkyvän ja kuuluvan

hälytyksen sekä vikaantumishälytyksen toiminta tulee tarkastaa. Taustasäteilyn vaikutus tulee mitata käyttäen sopivaa säteilylähdettä. Asennukset, kytkennät, kytkimet sekä virtauskanavien ja liitosten tiiviys tulee tarkastaa.

5.4 Siirrettävät ulkoisen säteilyn mittauslaitteet

Gammasäteilyn mittaamiseen tarkoitettujen laitteiden tulee kalibroida ennen käyttöönottoa kullakin asteikon dekadilla vähintään annosnopeuden arvoon 10^{-2} Sv/h saakka. Mahdolliset hälytysrajat ja hälytykset tulee tarkastaa.

Suuren annosnopeuden mittaamiseen tarkoitettujen gammasäteilyn mittauslaitteiden tulee kalibroida koko käyttöalueellaan Säteilyturvakeskuksen hyväksymässä laboratoriossa ennen kuin ne otetaan käyttöön.

Neutronisäteilyn mittaamiseen tarkoitettujen laitteiden sähköinen lineaarisuus tulee tarkastaa ennen käyttöönottoa. Lisäksi tulee tarkastaa mahdolliset hälytysrajat ja hälytykset. Kutakin tyyppiä edustava laite tulee toimittaa kalibrointilaitteiden hyväksymään laboratorioon.

5.5 Pintakontaminaation mittauslaitteet

Pintakontaminaation määrittämiseen käytettävien mittauslaitteiden toiminta tulee tarkastaa mittausalueella dekadin välein kolmella energialtaan soveltuvalla beetasäteilyn pintalähteellä. Näistä kahden aktiivisuuden on vastattava valvonta-alueen ylimmän ja alimman luokan pintakontaminaation beetasäteilyn raja-arvoja, jotka esitetään ohjeen YVL 7.9 kohdassa 4.2. Hälytysrajojen toiminnot on tarkastettava.

Myös henkilömittauslaitteiden mitta- ja hälytystoiminnot on tarkastettava vastaavasti niiden mittausalueella.

Kiinteästi asennettujen laitteiden kytkennät ja kytkimet tulee tarkastaa sekä toimintalaitteet testata.

6 Käyttö, määräaikaiskokeet ja kunnossapito

Säteilymittausjärjestelmille ja -laitteille tulee laatia käyttöohjeet. Käyttöohjeiden tulee kattaa ne normaalit käyttötilat ja onnettomuudet, joissa näitä järjestelmiä ja laitteita tarvitaan. Ohjeiden ajantasaisuudesta tulee huolehtia luvanhaltijan laatujärjestelmässä lähemmin määriteltävällä tavalla. Käyttöohjeet tulee toimittaa tiedoksi Säteilyturvakeskukselle.

Säteilymittausjärjestelmien ja -laitteiden kuntoa tulee valvoa säännöllisesti ydinvoimalaitoksen käytön aikana. Tätä tarkoitusta varten tulee laatia säteilymittausjärjestelmiä ja -laitteita koskevat ennakkohuolto-, kunnonvalvonta- ja määräaikaiskoeohjelmat. Ydinvoimalaitoksen turvallisuusteknisissä käyttöohjeissa tulee esittää vaatimukset turvallisuuden kannalta tärkeiden säteilymittausjärjestelmien ja -laitteiden käyttökuntoisuudesta ja säännöllisistä määräaikaiskoeksista.

Ennakkohuolto-ohjelmassa tulee esittää säteilymittausjärjestelmiin ja -laitteisiin kohdistuvat huoltotoimenpiteet, joilla varmistetaan, että järjestelmät ja laitteet toimivat luotettavasti ja suunnitelmien mukaisesti. Kunnonvalvonnalla tulee varmistua siitä, että laitteiden yleinen toimintakunto säilyy ja esimerkiksi mittausolosuhteet säilyvät mittauspaikoilla suunnitelmien mukaisina. Ennakkohuollosta ja kunnonvalvonnasta kertyvien tallenteiden tulee olla laitospaikalla STUK:n tarkastettavissa. Ennakkohuolto- ja kunnonvalvontaohjelmat tulee toimittaa tiedoksi Säteilyturvakeskukselle.

Määräaikaiskoeohjelmassa tulee esittää järjestelmä- ja laitekohtaisesti toimintakokeet, joilla säännöllisin aikavälein todennetaan järjestelmien ja laitteiden suunnitelmien mukainen toiminta. Ohjelmassa tulee esittää kokeiden suoritustajuudet tai ne laitoksen käyttötilat (tai tilan muutokset), joissa kokeet ovat tarpeen. Koemenettelyjen ja kokeiden hyväksymiskriteerien tulee olla määritelty ohjeissa. Kokeiden tallenteiden tulee olla lai-

tospaikalla Säteilyturvakeskuksen tarkastettavissa. Määräaikaiskoeohjelma tulee toimittaa Säteilyturvakeskukselle tiedoksi.

Henkilöannosmittausjärjestelmän vuositarkastus tulee tehdä Säteilyturvakeskuksessa hyväksytyn suunnitelman mukaisesti.

Säteilymittausjärjestelmien ja -laitteiden korjauksissa tulee noudattaa menettelytapoja, jotka on esitetty luvanhaltijan laatujärjestelmässä. Ennakkohuollon, kunnonvalvonnan, määräaikaiskoeksien ja vikakorjausten tallenteita tulee arvioida säännöllisesti laitteiden mahdollisten tyyppivikojen ja heikkouksien tunnistamiseksi. Säteilymittaustekniikan kehitystä tulee seurata ja tarvittaessa toteuttaa kehityksen mahdollistamat perustellut muutokset.

7 Viranomaisvalvonta

7.1 Järjestelmien ja laitteiden ennakkotarkastus

Säteilyturvakeskus tekee säteilymittausjärjestelmien ja -laitteiden ennakkotarkastuksen soveltuvin osin ohjeen YVL 5.5 mukaan.

Säteilymittausjärjestelmien ja -laitteiden kuvaukset tarkastetaan osana ydinvoimalaitoksen turvallisuusselosteen tarkastusta.

Ennakkotarkastusaineistot tulee toimittaa kaikista tässä ohjeessa käsitellyistä säteilymittauslaitteista. Laitteiden ennakkotarkastuksessa todetaan, että laitteet soveltuvat käyttötarkoitukseensa ja täyttävät tämän ohjeen vaatimukset. Ennakkotarkastusta tulee pyytää järjestelmille tai muuten sopiviksi katsottuille laitekokonaisuuksille.

7.2 Valmistuksen, asennuksen ja koekäytön valvonta

Säteilyturvakeskukselle on varattava mahdollisuus valvoa järjestelmille ja laitteille tehtäviä kelpoistuskokeita ja valmistuksen aikaista laadunohjausta. Kelpoistuskoeohjel-

mat, kokeiden tulokset ja valmistuksen aikaisen laaduntarkastuksen tulosaineisto on toimitettava Säteilyturvakeskukselle tiedoksi.

Säteilyturvakeskus valvoo harkintansa mukaan myös säteilymittausjärjestelmien asennusta.

Säteilyturvakeskus valvoo säteilymittausjärjestelmien ja -laitteiden koekäyttöä tarkastamalla koekäyttöohjelmat, seuraamalla kokeita voimalaitoksella harkitsemassaan laajuudessa ja tarkastamalla koekäytön tulosraportit.

Säteilyturvakeskus tekee käyttöönottotarkastuksen kaikille niille säteilymittausjärjestelmille, joiden ennakkotarkastusaineiston se on hyväksynyt. Käyttöönottotarkastuksen kohteet ovat ohjeen YVL 5.5 mukaiset.

7.3 Käytön valvonta

Säteilyturvakeskus valvoo säteilymittausjärjestelmiä ja -laitteita tarkastamalla näiden korjaus- ja muutostöitä sekä tarkastamalla luvanhaltijan toimintaa, joka tähtää näiden laitteiden ja järjestelmien luotettavan toiminnan varmistamiseen. Luvanhaltijan toimintaa arvioidaan tekemällä käytön tarkastusohjelman mukaisia määräaikaistarkastuksia sekä tarvittaessa myös muita tarkastuksia.

Säteilyturvakeskus valvoo säteilymittausjärjestelmiin ja -laitteisiin kohdistuvia lisäyksiä ja muutoksia samassa laajuudessa kuin alku-peräistä rakentamistakin.

8 Viitteet

- 1 Säteilyaltistuksen enimmäisarvojen soveltaminen ja altistuksen seuranta, ohje ST 1.2, Säteilyturvakeskus, Helsinki 1992.
- 2 Determination of Dose Equivalents Resulting from External Radiation Sources, ICRU Report 39, International Commission on Radiation Units and Measurements, Bethesda 1985.
- 3 Measurement of Dose Equivalents from External Photon and Electron Radiations, ICRU Report 47, International Commission on Radiation Units and Measurements, Bethesda 1992.
- 4 Radiation Quantities and Units, ICRU Report 33, International Commission on Radiation Units and Measurements, Bethesda 1980.
- 5 IEC, Publication 846, Beta, X and gamma radiation dose equivalent and dose equivalent rate meters for use in radiation protection, International Electrotechnical Commission, 1989.
- 6 IEC, Publication 532, Radiation protection instrumentation—Installed dose ratemeters, warning assemblies and monitors—X or gamma radiation of energy between 50 KeV and 7 MeV, International Electrotechnical Commission, 1992.
- 7 IEC, Publication 325, Alpha, beta and alpha-beta contamination meters and monitors, International Electrotechnical Commission, 1981.

- 8 IEC, Publication 579, Radioactive aerosol contamination meters and monitors, International Electrotechnical Commission, 1977.
- 9 IEC, Publication 1098, Installed personnel surface contamination monitoring assemblies for alpha and beta emitters, International Electrotechnical Commission, 1992.
- 10 IEC, Publication 1137, Radiation protection instrumentation—Installed personnel surface contamination monitoring assemblies—Low energy X and gamma emitters, International Electrotechnical Commission, 1992.
- 11 NUREG/CR-1400, Air Sampling at Workplaces, Nuclear Regulatory Commission, Washington DC 1991.
- 12 Radionuklidien enimmäisarvot ja luokitukset, ohje ST 1.5, Säteilyturvakeskus, Helsinki 1992.
- 13 IEC, Publication 1066, Thermoluminescence dosimetry systems for personal and environmental monitoring, International Electrotechnical Commission, 1991.
- 14 IEC, Publication 761-1: Equipment for continuously monitoring radioactivity in gaseous effluents, Part 1, General requirements, International Electrotechnical Commission, 1983.
- 15 IEC, Publication 761-2: Equipment for continuously monitoring radioactivity in gaseous effluents, Part 2, Specific requirements for aerosol effluent monitors, International Electrotechnical Commission, 1983.
- 16 IEC, Publication 761-3: Equipment for continuously monitoring radioactivity in gaseous effluents, Part 3, Specific requirements for noble gas effluent monitors, International Electrotechnical Commission, 1983.
- 17 IEC, Publication 761-4: Equipment for continuously monitoring radioactivity in gaseous effluents, Part 4, Specific requirements for iodine monitors, International Electrotechnical Commission, 1983.
- 18 IEC, Publication 861, Equipment for continuously monitoring for beta and gamma emitting radionuclides in liquid effluents, International Electrotechnical Commission, 1987.
- 19 IEC, Publication 1005, Portable neutron dose equivalent rate meters for use in radiation protection, International Electrotechnical Commission, 1990.
- 20 ISO, Criteria and Performance Limits for Periodic Testing of External Individual Dosimetry for X and Gamma Radiations (Draft), International Standards Organization, 1995.
- 21 EUR 14852 EN, Radiation Protection 73, Technical Recommendations for Monitoring Individual Occupationally Exposed to External Radiation, European Commission, 1994.