

12.5.1983

1(10)

YDINVOIMALAITOSTEN YMPÄRISTÖN VÄESTÖN SÄTEILYANNOSTEN ARVIOIMINEN

SISÄLLYSLUETTELO

Sivu

- | | | |
|------|--|----|
| 1. | Yleistä | 2 |
| 2. | Soveltamisalue | 2 |
| 3. | Säteilyannosten laskeminen
lupakäsittelyn eri vaiheissa | 2 |
| 4. | Säteilyannosten aiheutumistiet
käyttötilanteissa | 3 |
| 4.1. | Ulkoinen säteily laitok-
selta ja kuljetuksista | 4 |
| 4.2. | Ilmaan tapahtuvien radio-
aktiivisten aineiden
päästöjen aiheuttamat
säteilyannokset | 5 |
| 4.3. | Veteen tapahtuvien radio-
aktiivisten aineiden
päästöjen aiheuttamat
säteilyannokset | 7 |
| 5. | Säteilyannosten laskeminen ympäris-
tömittauksiin perustuvan säteily-
tarkailuohjelman mittaustuloksista | 8 |
| 6. | Säteilyannosten aiheutumistiet
onnettomuustilanteissa | 9 |
| 7. | Suosituksia, kirjallisuutta | 10 |

1.

YLEISTÄ

Lupakäsittelyn yhteydessä on hakijan voitava osoittaa, että ydinvoimalaitos on suunniteltu niin, ettei sen käytöstä aiheudu ohjeessa YVL 7.1 esitettyjä korkeampia säteilyannoksia.

Käytön aikana on voimalaitoksen käyttäjän osoitettava, ettei lupaehdoissa määrättyjä säteilyannosrajoja ylitetä.

Kriittisen ryhmän annokset ja kollektiiviset annokset tulee laskea tässä ohjeessa esitettyjen periaatteiden mukaisesti, käyttäen hyväksyttäviä matemaattisia malleja ja parametreja.

Radioaktiivisten aineiden leviämisen arviointia koskee ohje YVL 7.3.

2.

SOVELTAMISALUE

Tässä ohjeessa esitetään ydinvoimalaitosten ympäristön väestön säteilyannosten arvioimisen yleisperiaatteet.

3.

SÄTEILYANNOSTEN LASKEMINEN LUPAKÄSITTELYN ERI VAIHEISSA

Ydinvoimalaitoksen ympäristön väestön säteilyannosten laskeminen suoritetaan kolmessa vaiheessa ydinvoimalaitosprojektin etenemisen mukaisesti.

1. Rakentamislupavaiheessa lasketaan erikseen käyttötilanteiden ja onnettomuustilanteiden säteilyannokset käyttäen hyväksyttäviä laskentamalleja. Lähtöarvoina käytetään laitoksen suunnitteluvai-

heessa laskettuja radioaktiivisten aineiden päästötietoja ja yleisesti hyväksytyjä laitosta ja laitospaikkaa kuvaavia parametrien arvoja.

2. Käyttölupavaiheessa lasketaan samat säteilyannokset kuin rakentamislupavaiheessa käyttäen paikallisesti määrättyjä parametreja, silloin kun se on mahdollista.
3. Säteilyannokset lasketaan laitoksen käytön aikana mitattujen radioaktiivisten aineiden päästömäärien, mitattujen leviämisolosuhteiden ja hyväksyttävien ympäristöparametrien perusteella.

Ympäristön säteilytarkkailuohjelmasta saatavien säteilyannos- ja aktiivisuuspitoisuushavaintojen perusteella on käytetyt mallit tarvittaessa tarkistettava.

4.

SÄTEILYANNOSTEN AIHEUTUMISTIET KÄYTTÖTILANTEISSA

Tarkasteluissa on otettava huomioon laitokselta ja kuljetuksista tulevan ulkoisen säteilyn sekä ilmaan ja veteen tapahtuvien radioaktiivisten aineiden päästöjen aiheuttamat kriittisen ryhmän annokset ja kollektiiviset annokset. Tarkasteltavat säteilyannokset esitetään efektiivisinä annoksina (vrt. ICRP 26).

Kriittisen ryhmän määrittäminen on laitospaikkakohtainen. Tarkka määrittäminen ei ole tarpeen, jos konservatiivisesti valittua, hypoteettista ryhmää käyttäen voidaan osoittaa, että ohjeannosrajat alitetaan.

Kollektiivisiä säteilyannoksia laskettaessa voidaan rajoitettua tarkastelemaan n. 100 km etäisyydelle ulottuvaa aluet-

ta, kuitenkin niin, että tarkasteltavan alueen läheisyyteen ei jää suurta asutuskeskittymää, minkä huomioon ottaminen olennaisesti lisäisi kollektiivista säteilyannosta. Lisäksi on huomattava, että kollektiivista säteilyannosta aiheuttavat myös eräät pitkäikäiset kauemmaksi leviävät nuklidit kuten ^3H , ^{14}C ja ^{85}Kr . Lupakäsittelyvaiheessa on esitettävä arvio näiden nuklidien aiheuttamista kollektiivisista annoksista koko Suomen alueella.

Eri teiden kautta aiheutuvien säteilyannosten lisäksi on laskettava yhteenvedot kriittisen ryhmän annoksista sekä kollektiivisista annoksista.

4.1.

Ulkoinen säteily laitokselta ja kuljetuksista

On esitettävä laitoksen ulkoisen säteilyn lähteiden sijainnit ja säteilyn voimakkuudet sekä säteilysuojaukset ja arvioitava laitoksesta tulevan ulkoisen säteilyn aiheuttamat kriittisen ryhmän säteilyannokset. Tämän säteilyn aiheuttamat kollektiiviset säteilyannokset voidaan yleensä merkityksettömänä jättää huomioon ottamatta.

On esitettävä selvitys kriittisen ryhmän sijainnista käytetyn polttoaineen ja radioaktiivisten jätteiden kuljetustiehen nähden sekä arvioitava kuljetuksista tulevan ulkoisen säteilyn aiheuttamat kriittisen ryhmän säteilyannokset. On esitettävä myös käytetyn polttoaineen ja radioaktiivisten jätteiden kuljetusreitit ja asukasmäärät kuljetusreittien varrella sekä arvioitavat kuljetuksista peräisin olevan ulkoisen säteilyn aiheuttamat kollektiiviset säteilyannokset. Arvioissa otetaan huomioon kuljetukset Suomen rajojen sisäpuolella.

4.2.

Ilmaan tapahtuvien radioaktiivisten aineiden päästöjen aiheuttamat säteilyannokset

On laskettava ilmaan tapahtuvien radioaktiivisten aineiden päästöjen aiheuttamat kriittisen ryhmän annokset ja kollektiiviset annokset. Ainakin seuraavat säteilyannoksien aiheutumistiet on otettava huomioon:

1. Ulkoinen säteily

- ilmassa olevista radioaktiivisista aineista,
- maahan laskeutuneista radioaktiivisista aineista.

2. Sisäinen säteily

- hengitetyistä radioaktiivisista aineista,
- kasvien sisältämistä radioaktiivisista aineista,
- maidon sisältämistä radioaktiivisista aineista,
- muiden eläinkunnan tuotteiden sisältämistä radioaktiivisista aineista.

Laskettaessa ilmassa olevista radioaktiivisista aineista tulevan ulkoisen säteilyn aiheuttamia annoksia voidaan beetasäteilylle riittävänä laskentamallina pitää puoliäärettömän pilven mallia. Gammasäteilylle voidaan käyttää mallia, missä integroidaan yli koko radioaktiivisia aineita sisältävän ilmatilavuuden tai puoliäärettömän pilven

mallia korjattuna leviämisolosuhteista riippuvilla korjaustekijoilla. Kriittisen ryhmän oletetaan olevan täysiaikaisesti altistettuna ilmassa olevista radioaktiivisista aineista tulevalle ulkoiselle säteilylle ilman suojausta.

Maahan laskeutuneista radioaktiivisista aineista tulevan ulkoisen säteilyn aiheuttamia gamma- ja beeta-annoksia laskettaessa on tarkasteltava säteilyä 1 m korkeudella maasta. Maan pinta-alayksikköä kohti sisältämä radioaktiivisten aineiden määrä lasketaan ilman radioaktiivisten aineiden pitoisuuksista ottaen huomioon kuiva ja märkä laskeuma. Kriittisen ryhmän oletetaan olevan täysiaikaisesti altistettuna maasta tulevalle säteilylle ilman suojausta.

Hengitetyistä radioaktiivisista aineista tulevan sisäisen säteilyn aiheuttamia säteilyannoksia laskettaessa on oletettava kriittisen ryhmän täysiaikaisesti olevan asuimisehtäisyydellään.

Laskettaessa radioaktiivisten aineiden pitoisuuksia kasveissa on otettava huomioon sekä kasvien päälle laskeutuneet radioaktiiviset aineet että kasvien maaperästä ottamat radioaktiiviset aineet. Kriittisen ryhmän oletetaan syövän alueella tuotettuja kasveja.

Laskettaessa radioaktiivisten aineiden pitoisuuksia maidossa on otettava huomioon laidunruoholle laskeutuneet radioaktiiviset aineet ja laidunruohon maaperästä ottamat radioaktiiviset aineet. Kriittisen ryhmän oletetaan juovan alueella tuotettua maitoa.

Lisäksi on tarkasteltava myös muiden eläinkunnan tuotteiden sisältämien radioaktiivisten aineiden aiheuttamia säteilyannoksia, jos niiden merkitys on katsottava huomattavaksi.

Kollektiivisten säteilyannosten aiheutumistiet ovat samat kuin kriittisen ryhmän annoksia laskettaessa. Noin 100 km etäisyyteen ulottuva tarkastelualue jaetaan sopivalla tavalla osa-alueisiin. Alueen väestö jaetaan tarvittaessa ikäryhmiin. Ulkoisen säteilyn aiheuttamia kollektiivisia säteilyannoksia laskettaessa voidaan ottaa huomioon rakennusten ja vastavien antama suojaus. Elintarvikkeiden kautta aiheutuvia kollektiivisia säteilyannoksia laskettaessa otetaan huomioon todelliset alueella tuotetut elintarvikkeiden määrät.

4.3.

Veteen tapahtuvien radioaktiivisten aineiden päästöjen aiheuttamat säteilyannokset

On laskettava veteen tapahtuvien radioaktiivisten aineiden päästöjen aiheuttamat kriittisen ryhmän annokset ja kollektiiviset annokset. Ainakin seuraavat säteilyannoksien aiheutumistiet on otettava huomioon:

1. Ulkoinen säteily

- rannoille kertyneistä radioaktiivisista aineista.

2. Sisäinen säteily

- kalan sisältämisestä radioaktiivisista aineista,
- juomaveden sisältämisestä radioaktiivisista aineista, mikäli purkuvesistön vettä käytetään juomavetenä.

Rantojen pinta-alayksikköä kohti sisältämä radioaktiivisten

aineiden määrä voidaan laskea veden radioaktiivisten aineiden pitoisuuksista siirtokertoimia käyttäen. Kriittisen ryhmän oletetaan olevan tietyn keskimääräisen ajan vuodesta altistettuna rannoilta tulevalle säteilylle ilman suojausta.

Kalan radioaktiivisten aineiden pitoisuudet voidaan laskea veden radioaktiivisten aineiden pitoisuuksista rikastumiskertoimia käyttäen. Kriittisen ryhmän oletetaan syövän laitoksen lähialueelta pyydettyä kalaa.

Kollektiivisten säteilyannosten aiheutumistiet ovat samat kuin kriittisen ryhmän annoksia laskettaessa. Rannalla oleskelusta aiheutuvia kollektiivisiä säteilyannoksia laskettaessa käytetään alueen väestön keskimääräisiä oleskeluaikoja purkuvesistön rannoilla n. 10-20 km:n etäisyydelle asti. Kalan sisältämien radioaktiivisten aineiden aiheuttamia kollektiivisiä säteilyannoksia laskettaessa otetaan huomioon alueella pyydetyt todelliset määrät.

5.

SÄTEILYANNOSTEN LASKEMINEN YMPÄRISTÖMITTAUKSIIN PERUSTUVAN SÄTEILYTARKKAILUOHJELMAN MITTAUSTULOKSISTA

Turvallisuusviranomaisen erikseen vaatiessa on annokset laskettava myös ympäristömittauksiin perustuvan säteilytarkkailuohjelman mittaustuloksista. Käytännössä tulevat kysymykseen lähinnä seuraavat kriittisen ryhmän annoslaskut:

- sisäinen säteilyannos hengitetyistä radioaktiivisista aineista perustuen mitattuihin ilman jodin ja hiukkasmuodossa olevien radioaktiivisten aineiden pitoisuuksiin,
- ulkoinen säteilyannos maahan laskeutuneista radioaktiivisista aineista perustuen mitattuihin sadeveden pitoisuuksiin,

- sisäinen säteilyannos maidon sisältämästä jodista perustuen mitattuihin maidon pitoisuuksiin,
- sisäinen säteilyannos kasvien ja eläinkunnan tuotteiden sisältämistä radioaktiivisista aineista perustuen mitattuihin pitoisuuksiin.

Säteilytarkkailuohjelman tarkoituksena on selvittää nimenomaan ydinvoimalaitosten päästöistä aiheutuvaa säteilyrasitusta. Siksi on pyrittävä arvioimaan, ovatko mittaustulokset kokonaan tai osittain peräisin ydinvoimalaitosten päästöistä vai peräisin ydinkokeiden laskeutumasta tai luonnollisesta taustasäteilystä.

6.

SÄTEILYANNOSTEN AIHEUTUMISTIET ONNETTOMUUSTILANTEISSA

Onnettomuusanalyysissä sekä todellisissa onnettomuustilanteissa tarkastellaan yleensä lähietäisyyksillä yksilön luuytimen annosta ja lapsen kilpirauhasen annosta. Tarkasteluissa on otettava huomioon ilmassa olevista radioaktiivisista aineista tulevan ulkoisen säteilyn, maahan laskeutuneista radioaktiivisista aineista tulevan ulkoisen säteilyn sekä hengitetyistä radioaktiivisista aineista tulevan sisäisen säteilyn aiheuttamat yksilön annokset.

Laskettaessa ilmassa olevista radioaktiivisista aineista tulevan ulkoisen gammasäteilyn annoksia tulee lähietäisyyksillä käyttää mallia, missä integroidaan yli koko radioaktiivisia aineita sisältävän ilmatilavuuden tai vaihtoehtoisesti puoliäärettömän pilven mallia leviämisolosuhteista riippuvien korjaustekijöin. Beetasäteilylle voidaan käyttää puoliäärettömän pilven mallia. Yksilön oletetaan olevan täysiaikaisesti altistettuna ilmassa olevista radioaktiivisista aineista tulevalle ulkoiselle säteilylle ilman suojausta.

Maahan laskeutuneista radioaktiivisista aineista tulevan ulkoisen säteilyn aiheuttamia gamma- ja beeta-annoksia laskettaessa on tarkasteltava säteilyä 1 m korkeudella maasta. Maan pinta-alayksikköä kohti sisältämä radioaktiivisten aineiden määrä lasketaan ilman radioaktiivisten aineiden pitoisuuksista ottaen huomioon kuiva ja märkä laskeuma. Yksilön oletetaan olevan täysiaikaisesti altistettuna maasta tulevalle säteilylle ilman suojausta.

Hengitetyistä radioaktiivisista aineista tulevan sisäisen säteilyn aiheuttamia säteilyannoksia laskettaessa on oletettava yksilön täysiaikaisesti oleskelevan ko. etäisyydellä.

Todellisissa onnettomuustilanteissa oletukset altistusajoista, suojauskertoimista jne. pyritään kuitenkin tekemään vallitsevien olosuhteiden perusteella.

Suunnittelussa on kiinnitettävä erityistä huomiota tietokonepohjaisen annosennustejärjestelmän käyttöön todellisessa onnettomuustilanteessa.

7.

SUOSITUKSIA, KIRJALLISUUTTA

Calculation of Annual Doses to Man from Routine Releases of Reactor Effluents for the Purpose of Evaluating Compliance with 10 CFR Part 50, Appendix I, Regulatory Guide 1.109, Revision 1, U.S. Nuclear Regulatory Commission, October 1977.