YDINVOIMALAITOSTEN SUUNNITTELUSSA NOUDATETTAVAT TURVALLISUUSPERIAATTEET

SISÄLLYSLUETTELO

Postiosoite
PL 268
00101 HELSINKI 10

Hallintotoimisto: Elimäenkatu 25 A
Tarkastusosasto: Fredrikinkatu 20 A 11, Lönnrotink. 37
Reaktoriturvallisuusosasto: Kalevank. 44
Tutkimusosasto: Konalankuja 1-3

Puhelin vaihde
90-61 671
''
''
90-544722

Telex
122691 STL-SF
124956 STLTO-SF

188201754A—22

1. JOHDANTO

Tämä asiakirja sisältää kevytvesireaktorilla varustetun ydinvoimalaitoksen rakenteiden, järjestelmien ja laitteiden suunnittelun yleiset turvallisuusperiaatteet. Näiden periaatteiden tavoitteena on ydinvoimalaitoksen ympäristön väestön ja laitoksen työntekijöiden säteilyaltistuksen pitäminen pienenä. Tässä tarkoituksessa tulee suunnittelulla pyrkiä ehkäisemään turvallisuutta vaarantavia tapahtumia ja lieventämään niiden seurauksia. Nämä tapahtumat voivat olla

- laitospaikasta tai ympäristöstä riippuvia,
- tahallisesta tai tahattomasta inhimillisestä toiminnasta johtuvia tai
- ydinvoimalaitoksen käyttötapahtumista alkavia.

Edellämainittujen tavoitteiden saavuttamiseksi

- ydinvoimalaitoksen, sen rakenteiden, järjestelmien ja laitteiden suunnittelun, rakentamisen ja käytön tulee täyttää korkeat laatuvaatimukset,
- laitoksen turvallisuustoimintojen tulee tapahtua luotettavasti häiriö- ja onnettomuustilanteissa; tärkeimpiä näistä toiminnoista ovat reaktorin sammuttaminen, reaktorisydämen jäähdyttäminen ja jälkilämmön poisto,
- laitos tulee varustaa moninkertaisella sululla (polttoaineen suojakuori, primaaripiiri ja suojarakennusjärjestelmät) radioaktiivisten aineiden ympäristöön leviämisen estämiseksi.

Ydinvoimalaitoksen suunnittelussa tulee kiinnittää huomiota laitoksen turvallisen käytön varmistamiseksi tarvittaviin vaatimuksiin ja rajoituksiin, joita ovat mm.

- tärkeitä käyttösuureita koskevat rajoitukset,
- turvallisuuden kannalta tärkeiden järjestelmien toimintavaatimukset ja
- huoltoa, testauksia ja tarkastuksia koskevat vaatimukset, joilla varmistetaan, että rakenteet, järjestelmät ja laitteet toimivat luotettavasti suunnitellulla tavalla.

Näiden vaatimusten ja rajoitusten perusteella laaditaan turvallisuustekniset käyttöehdot, joita noudatetaan käytettäessä ydinvoimalaitosta.

Ydinvoimalaitoksen suunnittelussa noudatettavien turvallisuusperiaatteiden toteutuminen tarkastetaan ydinvoimalaitoksen suunnittelun ja rakentamisen aikana. Näitä turvallisuusperiaatteita ei siis sovelleta ennen tämän ohjeen julkaisemista rakennettuihin ydinvoimalaitoksiin, vaan niihin mahdollisesti tarvittavat muutokset käsitellään tapauskohtaisesti.

Säteilyturvallisuuslaitos antaa näiden suunnitteluperiaatteiden soveltamista koskevia yksityiskohtaisempia ohjeita.

2. YLEISET VAATIMUKSET

2.1 Säteilysuojelu

Ydinvoimalaitos tulee suunnitella niin, että ympäristön väestön ja laitoksen työntekijöiden säteilyaltistus pysyy

niin pienenä kuin on käytännöllisin toimenpitein mahdollista yhteiskunnalliset ja taloudelliset seikat huomioon ottaen sekä niin, että asetettuja säteilyannosrajoja ei ylitetä. Tässä tarkoituksessa tulee suunnittelussa kiinnittää huomiota käyttö-, huolto-, tarkastus- ja onnettomuustilanteet mukaan lukien seuraaviin seikkoihin:

- radioaktiivisia aineita sisältävien järjestelmien ja laitteiden suunnittelu, suojaus ja sijoittaminen,
- laitostilojen ja kulkuväylien suunnittelu,
- säteilyvalvonta laitostiloissa,
- radioaktiivisia aineita sisältävien kaasujen ja nesteiden käsittely ja puhdistus sekä radioaktiivisten jätteiden käsittely ja varastointi,
- radioaktiivisten aineiden päästöjen valvonta ja
- ympäristön säteilytarkkailu.

2.2 Ulkoisten tapahtumien vaikutukset

Turvallisuuden kannalta tärkeät rakenteet, järjestelmät ja laitteet on suunniteltava niin, että reaktori voidaan sammuttaa, primaaripiiri voidaan jäähdyttää, jälkilämpö voidaan poistaa sekä työntekijöiden säteilyaltistus ja radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön voidaan pitää hyväksyttävinä tilastojen perusteella laitospaikalla mahdollisiksi arvioiduista luonnonilmiöistä (mm. maanjäristys, myrsky, tulva, jäätyminen) tai laitoksen ulkopuolisista toiminnoista aiheutuvista tapahtumista (mm. lentokonetörmäykset, räjähdykset, myrkyllisten kaasujen vaiku-

tukset) huolimatta. Suunnittelussa tulee lisäksi ottaa huomioon käyttö- tai onnettomuustilanteissa vallitsevien olosuhteiden sekä luonnonilmiöiden vaikutusten mahdollisiksi arvioidut yhdistelmät.

2.3 Turvajärjestelyt

Ydinvoimalaitos on suunniteltava siten, että sinne pääsyä ja siellä liikkumista sekä materiaalien kulkua voidaan valvoa. Ydinvoimalaitos tulee rajata ympäristöstä siten, että myös laitosalueelle tuloa ja siellä liikkumista voidaan valvoa. Turvajärjestelyjen tavoitteena on estää laitosta vahingoittava toiminta sekä laitoksen ja siellä olevien ydinaineiden luvaton haltuunotto.

Turvajärjestelyjen on perustuttava sisäkkäisten turvallisuusalueiden käyttöön siten, että turvallisuuden kannalta tärkeät rakenteet, järjestelmät ja laitteet ovat suojatuimmassa alueessa.

Valvontatoiminnan toteuttamiseksi tulee laitoksella olla erityinen valvontakeskus.

2.4. Laadunvarmistus

Kaikki ydinvoimalaitoksen rakenteiden, järjestelmien ja laitteiden toiminnot, jotka liittyvät laitoksen turvallisuuteen, tulee määritellä ja rakenteet, järjestelmät ja laitteet tulee luokitella niiden turvallisuusmerkityksen perusteella.

Turvallisuuden kannalta tärkeät rakenteet, järjestelmät ja laitteet tulee suunnitella, valmistaa ja asentaa siten, että niiden laatutaso ja laatutason todentamiseksi tarvittavat tarkastukset ja testaukset ovat oikeassa suhteessa kohteen turvallisuusmerkitykseen.

Kohteen turvallisuusmerkityksen perusteella tulee määritellä sovellettavat suunnittelua, valmistusta, asennusta, tarkastuksia, testauksia, käyttöä ja huoltoa koskevat vaatimukset. Käytettävät ohjeet ja teknilliset standardit on yksilöitävä sekä niiden soveltuvuus ja riittävyys perusteltava. Niitä on uudistettava, täydennettävä tai muunnettava tarpeen mukaan, jotta varmistutaan turvallisuusvaatimusten täyttymisestä.

Sen varmistamiseksi, että turvallisuuden kannalta tärkeät rakenteet, järjestelmät ja laitteet täyttävät niille asetetut vaatimukset, tulee ottaa käyttöön laadunvarmistusohjelma niissä organisaatioissa, joiden toiminnalla on välitöntä vaikutusta laatuun. Näiden organisaatioiden rakenteen, vastuun ja toimivallan tulee vastata niiden tehtäville asetettavia vaatimuksia.

Laadunvalvonnasta, tarkastuksista ja testauksista on laadittava riittävät tallenteet. Turvallisuuden kannalta tärkeiden rakenteiden, järjestelmien ja laitteiden suunnitteluun, valmistukseen, asennukseen, testauksiin, tarkastuksiin, käyttöön ja huoltoon liittyvien asiakirjojen ja tallenteiden, joiden perusteella laatu ja luotettavuus määritetään, tulee olla ydinvoimalaitoksen käyttäjän hallussa.

2.5 Varautuminen tarkastukseen, testaukseen ja huoltoon

Turvallisuuden kannalta tärkeiden rakenteiden, järjestelmien ja laitteiden luotettavuuden varmistamiseksi niiden tulee olla rakenteeltaan sellaisia, sijaita siten ja olla sellaisissa olosuhteissa, että ne voidaan testata, tarkastaa ja huoltaa ennen niiden käyttöönottoa sekä määräajoin koko niiden käyttöiän ajan. Ellei turvallisuuden kannalta tärkeitä rakenteita, järjestelmiä ja laitteita voida tes-

tata ja tarkastaa riittävässä laajuudessa käytön aikana mahdollisten vikojen löytämiseksi, tulee luotettavuus varmistaa muilla keinoilla tai suunnittelussa tulee ottaa huomioon kyseisten kohteiden mahdollisesti suurempi vikautumisen todennäköisyys.

2.6 Yhteisten rakenteiden, järjestelmien ja laitteiden käyttö

Eri ydinvoimalaitosyksiköillä ei saa olla yhteisiä, turvallisuuden kannalta tärkeitä rakenteita, järjestelmiä ja laitteita, ellei voida osoittaa, että tällä ei merkittävästi heikennetä näiden rakenteiden, järjestelmien ja laitteiden kykyä suorittaa turvallisuustoimintonsa, esimerkiksi sammuttaa ja jäähdyttää muiden yksiköiden reaktorit riippumatta jossakin yksikössä tapahtuneesta onnettomuudesta.

2.7 Tiiveys ja vuodonilmaisu

Ydinvoimalaitoksen turvallisuuden kannalta tärkeät rakenteet, järjestelmät ja laitteet on suunniteltava riittävät tiiveysvaatimukset täyttäviksi, ja ne on varustettava sopivin vuodonilmaisu- ja eristysmahdollisuuksin.

2.8 Lämmönsiirto lopulliseen lämpönieluun

Laitos on varustettava järjestelmillä, jotka siirtävät lämmön turvallisuuden kannalta tärkeistä rakenteista, järjestelmistä ja laitteista lopulliseen lämpönieluun käyttötilanteissa ja oletetuissa onnettomuustilanteissa.

Järjestelmien tulee olla siten varmistettuja, että turvallisuustoiminnot voidaan toteuttaa myös yksittäisvikautumisen sattuessa kumpaa tahansa, laitoksen ulkoista tai sisäistä, sähkötehon syöttöjärjestelmää käyttäen ja minkä tahansa turvallisuustoimintoon vaikuttavan laitteen

ollessa samanaikaisesti poissa käytöstä esimerkiksi korjauksen tai huollon vuoksi.

2.9 Laitoksen sisäisten tapahtumien ja olosuhteiden vaikutukset

Turvallisuuden kannalta tärkeät rakenteet, järjestelmät ja laitteet tulee suunnitella kestämään käyttötilanteisiin ja oletettuihin onnettomuustilanteisiin liittyvien olosuhteiden vaikutukset. Nämä rakenteet, järjestelmät ja laitteet tulee suojata lentävien esineiden, putki-iskujen ja purkautuvien aineiden aiheuttamilta dynaamisilta vaikutuksilta, jotka voivat johtua laitteiden vikautumisista.

2.10 Palontorjunta

Turvallisuuden kannalta tärkeät rakenteet, järjestelmät ja laitteet tulee suunnitella ja sijoittaa sekä suojata rakenteellisella palontorjunnalla ja riittävän tehokkailla palontorjuntajärjestelmillä siten, että tulipalon ja räjähdyksen todennäköisyydet ovat pieniä ja vaikutukset vähäisiä. Turvallisuustoimintojen ylläpito tulipalon aikana ja jälkeen tulee varmistaa riippumatta palontorjuntajärjestelmien toiminnasta.

Palamattomia ja kuumuutta kestäviä materiaaleja on käytettävä mahdollisuuksien mukaan kaikkialla laitoksessa, erityisesti suojarakennuksessa ja valvomossa.

Palontorjuntajärjestelmät tulee suunnitella niin, ettei niiden rikkoutuminen tai tahaton käyttö heikennä merkittävästi turvallisuuden kannalta tärkeiden rakenteiden, järjestelmien ja laitteiden kykyä suorittaa turvallisuustoimintonsa.

Mikäli tulipalo jossakin valvomon ulkopuolisessa palotek-

nisessä osastossa voi estää valvomon ohjauslaitteiden avulla tapahtuvan turvallisuustoiminnon toteuttamisen tai aiheuttaa merkittävän radioaktiivisten aineiden vapautumisen laitostiloihin taikka ympäristöön, tulee palon sammutus varmistaa palontorjuntajärjestelmillä, jotka kykenevät suorittamaan tehtävänsä myös yksittäisvikautumisen sattuessa.

2.11 Varautuminen toimintaan onnettomuustilanteissa

Ydinvoimalaitos on suunniteltava siten, että laitosalueella voidaan suorittaa onnettomuuden hallinnan kannalta tarpeelliset toimenpiteet. Laitoksella tulee olla asianmukaisesti varustetut tilat onnettomuustilanteissa tarvittavan toiminnan johtamiseksi. Lisäksi laitoksella tulee olla riittävät hälytys- ja viestintäjärjestelmät työntekijöiden varoittamista ja ohjaamista sekä ulkopuolisia yhteyksiä varten. Onnettomuustilanteiden varalta laitoksessa tulee olla asianmukaisesti merkityt ja valaistut kulkutiet.

2.12 Käytöstäpoisto

Laitoksen käytöstäpoisto on otettava huomioon suunnittelussa niin, että laitoksen purkaminen ja saastuneiden tai aktivoituneiden laitososien poistaminen voidaan suorittaa pitäen työntekijöiden säteilyaltistus ja radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön hyväksyttävinä.

3. REAKTORI

3.1 Reaktorin suunnittelu

Reaktorin sydän ja siihen liittyvät jäähdytys-, suojaus- ja reaktiivisuuden hallintajärjestelmät tulee suunnitella riittävin turvallisuusmarginaalein sen varmistamiseksi, ettei polttoaineen suunnittelurajoja ylitetä normaaleissa

käyttötilanteissa eikä odotettavissa olevissa käyttöhäiriöissä.

Reaktorin sydän ja siihen liittyvät jäähdytysjärjestelmät tulee suunnitella siten, että toimittaessa teholla reaktiivisuuteen vaikuttavien luontaisten ydinteknisten takaisinkytkentöjen yhteisvaikutus vähentää nopeaa reaktiivisuuden kasvua.

Reaktorin sydän ja siihen liittyvät jäähdytys-, suojaus- ja reaktiivisuuden hallintajärjestelmät tulee suunnitella siten, että mahdolliset tehonheilahtelut voidaan havaita ja vaimentaa ennen kuin ne johtavat polttoaineen suunnittelurajat ylittäviin olosuhteisiin.

Reaktoripaineastian sisäosat tulee suunnitella ja asentaa siten, että ne kestävät käyttötilanteissa ja oletetuissa onnettomuustilanteissa esiintyvät kuormat siten, että reaktorin sammutus ja sydämen jäähdytys eivät vaarannu.

3.2 Reaktorin sammutus ja reaktiivisuuden säätö

Reaktori tulee varustaa kahdella toisistaan riippumattomalla, eri periaatteilla toimivalla reaktiivisuuden hallintajärjestelmällä reaktorin sammuttamiseksi käyttötilanteissa ja oletetuissa onnettomuustilanteissa.

Toisessa järjestelmässä tulee käyttää säätösauvoja, joiden toiminnan reaktorin sammuttamiseksi on tapahduttava luotettavasti sen varmistamiseksi, että polttoaineen suunnittelurajoja ei ylitetä normaaleissa käyttötilanteissa eikä odotettavissa olevissa käyttöhäiriöissä.

Ainakin toisen reaktiivisuuden hallintajärjestelmän on yksinään kyettävä saattamaan reaktori alikriittiseksi mistä tahansa reaktorin normaalista käyttötilasta ja pitä-

mään se alikriittisenä kaikissa reaktorin lämpötiloissa.

Reaktiivisuuden hallintajärjestelmät yhdessä suojausjärjestelmän kanssa tulee suunnitella siten, ettei mikään reaktiivisuuden hallintajärjestelmien yksittäinen virhetoiminto, kuten säätösauvojen poistaminen sydämestä (ei uloslento tai poisputoaminen) aiheuta polttoaineen suunnittelurajojen ylittymistä.

Reaktiivisuuden hallintajärjestelmät tulee suunnitella siten, että ne yhdessä jäähdytteenmenetystilanteiden varalta suunniteltujen järjestelmien lisäämän reaktiivisuusmyrkyn kanssa kykenevät luotettavasti rajoittamaan reaktiivisuutta niin, etteivät oletettujen onnettomuustilanteiden vaikutukset voi aiheuttaa

- polttoaineen jäähdytettävyyteen liittyvien suunnittelurajojen ylittymistä,

- reaktoripaineastian sisäosien vahingoittumista niin, että sydämen jäähdytettävyys merkittävästi heikentyy tai

- reaktorin primaaripiirin suunnitteluarvojen ylittymistä.

Lisäksi hallintajärjestelmistä itsestään johtuvissa oletetuissa onnettomuustilanteissa reaktiivisuuden kasvun määrän ja nopeuden on pysyttävä rajoitettuna.

Kummankin reaktiivisuuden hallintajärjestelmän tulee olla siten varmistettu, että se toteuttaa turvallisuustoimintonsa myös yksittäisvikautumisen sattuessa sekä lisäksi yhden säätösauvan ollessa paikalleen juuttuneena kumpaa tahansa, laitoksen ulkoista tai sisäistä, sähkötehon syöttöjärjestelmää käyttäen.

3.3 Polttoaineen suunnittelu

Suunnittelun tavoitteena on, että polttoaine ei vaurioidu normaaleissa käyttötilanteissa eikä odotettavissa olevissa käyttöhäiriöissä ja että polttoaine säilyy jäähdytettävässä muodossa oletetuissa onnettomuustilanteissa. Näiden tavoitteiden huomioon ottamiseksi polttoaineen ja laitoksen suunnittelussa on polttoaineelle määriteltävä riittävät turvallisuusmarginaalit sisältävät suunnittelurajat.

Polttoaineniput on suunniteltava siten, että niiden rakenne ja osat voidaan tarkastaa riittävässä laajuudessa määräajoin.

4. REAKTORIN JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄ

4.1 Yleiset vaatimukset

Reaktorin jäähdytysjärjestelmä ja siihen liittyvät apu-, säätö- ja suojausjärjestelmät tulee suunnitella riittävin turvallisuusmarginaalein, jotta varmistutaan siitä, ettei reaktorin primaaripiirin suunnitteluarvoja ylitetä normaaleissa käyttötilanteissa eikä odotettavissa olevissa käyttöhäiriöissä.

Reaktorin jäähdytysjärjestelmä on varustettava puhdistusjärjestelmällä, joka pystyy riittävän tehokkaasti poistamaan jäähdytteestä radioaktiivisia aineita normaaleissa käyttötilanteissa ja odotettavissa olevissa käyttöhäiriöissä.

Reaktorin jäähdytysjärjestelmä on varustettava lisävesi- ja uloslaskujärjestelmillä, jotka pystyvät pitämään jäähdytteen määrän suunnitelluissa rajoissa normaalien käyttö-

tilanteiden aikana ja jotka pystyvät korvaamaan vähäiset jäähdytevuodot siten, että reaktorin sydän voidaan jäähdyttää normaalilla tavalla.

Reaktorin jäähdytysjärjestelmän suunnittelussa tulee varautua reaktorin jäähdytteen vuodon mahdollisuuteen. Sopivin järjestelyin tulee varmistua siitä, että reaktorin jäähdytteen vuodot voidaan havaita nopeasti ja paikallistaa niin tarkoin kuin korjaavia käyttötoimenpiteitä ajatellen on tarpeen.

4.2 Primaaripiiri

Reaktorin primaaripiirin suunnittelussa, valmistuksessa, asennuksessa, tarkastuksessa ja testauksessa tulee käyttää tehokkaasti hyväksi uusimman tiedon ja tekniikan tarjoamat keinot nopeasti kasvavan murtuman ja muun vakavan vikautumisen ehkäisemiseksi.

Primaaripiirin osien tulee olla mitoitettu kestämään suunnitteluarvojen mukaiset kuormat ja olosuhteet. Lisäksi suunnittelussa tulee ottaa huomioon lämpötilat ja muut olosuhteet käyttötilanteissa sekä oletetuissa onnettomuustilanteissa.

Kaikissa käyttötilanteissa ja oletetuissa onnettomuustilanteissa tulee olla riittävä varmuusmarginaali rakenneaineiden hauraaseen käyttäytymiseen nähden. Suunnittelussa tulee myös ottaa huomioon epävarmuustekijät määritettäessä rakenneaineiden ominaisuuksia, rakenneaineisiin kohdistuvaa säteilyä ja sen vaikutusta, jännitystiloja ja vikojen kokoa.

Primaaripiirin ja sen osien tulee täyttää korkeat laatuvaatimukset.

Primaaripiiri ja sen osat tulee suunnitella siten, että voidaan

- määräajoin tarkastaa ja testata tärkeät alueet ja yksityiskohdat niiden rakenteellisen eheyden ja tiiveyden arvioimiseksi ja
- toteuttaa määräaikainen reaktoripaineastian aineenkoetusohjelma säteilyn vaikutuksen ja rakenneaineen vanhenemisen määrittämiseksi.

4.3 Jäähdytteen korvaaminen ja sydämen hätäjäähdytys

Jäähdytteenmenetystilanteiden varalta laitos on varustettava järjestelmillä, jotka korvaavat menetetyn jäähdytteen tai muuten varmistavat sydämen tehokkaan jäähdytyksen siten, että polttoaineen jäähdytettävyyteen liittyviä suunnittelurajoja ei ylitetä.

Järjestelmien tulee olla siten varmistettuja, että turvallisuustoiminnot voidaan toteuttaa myös yksittäisvikautumisen sattuessa kumpaa tahansa, laitoksen ulkoista tai sisäistä, sähkötehon syöttöjärjestelmää käyttäen ja minkä tahansa turvallisuustoimintoon vaikuttavan laitteen ollessa samanaikaisesti poissa käytöstä esimerkiksi korjauksen tai huollon vuoksi.

4.4 Primaaripiirin jäähdytys ja jälkilämmön poisto

Laitos on varustettava järjestelmillä, joiden avulla voidaan jäähdyttää primaaripiiri ja jotka poistavat jälkilämmön käyttötilanteissa ja oletetuissa onnettomuustilanteissa.

Järjestelmien tulee olla siten varmistettuja, että turvallisuustoiminnot voidaan toteuttaa myös yksittäisvikautu-

misen sattuessa kumpaa tahansa, laitoksen ulkoista tai sisäistä, sähkötehon syöttöjärjestelmää käyttäen ja minkä tahansa turvallisuustoimintoon vaikuttavan laitteen ollessa samanaikaisesti poissa käytöstä esimerkiksi korjauksen tai huollon vuoksi.

5. SUOJAUSJÄRJESTELMÄ

5.1 Suojausjärjestelmän tarkoitus

Laitos on varustettava suojausjärjestelmällä, jonka tarkoituksena on

- käynnistää automaattisesti oikeat järjestelmät, jotta odotettavissa olevien käyttöhäiriöiden seurauksena ei ylitetä polttoaineen suunnittelurajoja eikä primaaripiirin suunnitteluarvoja,
- havaita onnettomuustilanteet ja käynnistää tarvittavat turvallisuuden kannalta tärkeät järjestelmät ja
- huolehtia laitoksen pysymisestä turvallisessa tilassa oletetuissa onnettomuustilanteissa riittävän kauan, jotta ohjaajille jää tarpeeksi harkinta-aikaa oikeiden toimenpiteiden suorittamiseksi.

5.2 Suojausjärjestelmän luotettavuus ja testattavuus

Suojausjärjestelmä tulee suunnitella toiminnallisesti luotettavaksi ja mahdolliseksi testata tai valvoa normaaleissa käyttötilanteissa. Suojausjärjestelmän varmistuksen ja riippumattomuuden tulee olla riittävä, jotta

- yksittäisvikautuminen ei aiheuta suojaustoiminnon

menetystä myöskään siinä tapauksessa, että jokin osa tai kanava on samanaikaisesti poissa käytöstä korjauksen tai huollon vuoksi ja

- luonnonilmiöiden, käyttötilanteiden ja oletettujen onnettomuustilanteiden vaikutukset eivät aiheuta suojaustoiminnon menetystä.

Muussa tapauksessa suojausjärjestelmä tulee osoittaa hyväksyttäväksi erikseen määritellyllä perusteella.

Kutakin suojaustoimintoa varten tulee pääsääntöisesti mitata vähintään kahta eri prosessisuuretta, jotka molemmat ovat fysikaalisesti häiriö- tai onnettomuustilanteesta riippuvia ja joiden laukaisurajat voidaan valita siten, että ne saavutetaan riittävän aikaisin. Muussa tapauksessa suojausjärjestelmä tulee osoittaa hyväksyttäväksi erikseen määritellyllä perusteella.

Suojausjärjestelmä tulee suunnitella siten, että seurauksena on mahdollisimman turvallinen tila, jos jokin osa suojausjärjestelmästä kytketään irti, energian saanti katkeaa (esim. sähköteho, instrumentti-ilma) tai esiintyy oletettuja haitallisia toimintaolosuhteita.

Suojausjärjestelmä tulee suunnitella siten, että käsiohjaus valvomosta tai säätöjärjestelmän toiminta ei voi estää tai pysäyttää suojausjärjestelmän käynnistämiä turvallisuustoimintoja ennen kuin toiminto on saatettu loppuun (päättyvät turvallisuustoiminnot, esimerkiksi reaktorin pikasulku tai suojarakennuksen eristys) tai ennen kuin suojauskäskyn laukaisseet prosessisuureet ovat palanneet pois suojausta edellyttävältä alueelta (jatkuvat turvallisuustoiminnot, esimerkiksi hätäjäähdytys).

5.3 Suojaus- ja säätöjärjestelmien erottaminen toisistaan

Suojausjärjestelmän tulee pääsääntöisesti olla erotettu säätöjärjestelmistä. Muussa tapauksessa tulee varmistua siitä, että säätöjärjestelmän jonkin yksittäisen osan tai kanavan vikautumisesta tai suojausjärjestelmän jonkin säätö- ja suojausjärjestelmille yhteisen yksittäisen osan tai kanavan vikautumisesta ja käytöstä poistamisesta huolimatta jää jäljelle järjestelmä, joka täyttää kaikki suojausjärjestelmän luotettavuus-, varmistus- ja riippumattomuusvaatimukset. Suojaus- ja säätöjärjestelmien keskinäinen riippuvuus ei saa heikentää turvallisuutta.

6. INSTRUMENTOINTI JA SÄÄTÖ

6.1 Yleiset vaatimukset

Laitos on varustettava riittävällä instrumentoinnilla toimintasuureiden ja järjestelmien valvomiseksi käyttö- ja onnettomuustilanteissa. Erityistä huomiota tulee kiinnittää toimintasuureisiin ja järjestelmiin, jotka voivat vaikuttaa fissioprosessiin, sydämen jäähdytykseen, jälkilämmön poistoon sekä polttoaineen, primaaripiirin tai suojarakennuksen eheyteen. Toimintasuureiden ja järjestelmien pitämiseksi määrättyjen toiminta-arvojen rajoissa laitos tulee varustaa tarkoituksenmukaisilla ohjaus- ja säätölaitteilla.

Instrumentoinnin avulla tulee olla mahdollista tallentaa laitoksen tilaa kuvaavat toimintasuureet sekä järjestelmien ohjauskäskyt siten, että tapahtumien kulkua häiriö- ja onnettomuustilanteissa voidaan seurata tilanteen kestäessä ja että tilanne voidaan jälkikäteen analysoida.

Instrumentoinnin avulla tulee kyetä mittaamaan laitoksen turvallisuuden kannalta merkittävät toimintasuureet.

Mittausalueen tulee kattaa vähintään koko alue, jolla mitattava suure voi vaihdella käyttö- ja onnettomuustilanteissa. Riittävän tarkkuuden saavuttamiseksi on tarvittaessa käytettävä useampia mittausjärjestelmiä, jotka toimivat päällekkäisillä tai peräkkäisillä mittausalueilla.

Turvallisuuden kannalta tärkeät mittausinstrumentit tulee pyrkiä suunnittelemaan siten, että niiden vikautuminen tai mitattavan suureen joutuminen instrumentin mittausalueen ulkopuolelle paljastuu näyttämän perusteella tai muulla luotettavalla tavalla.

Suunnittelussa tulee ottaa huomioon ympäristöolosuhteet, joissa instrumentoinnin on tarkoitus toimia.

Turvallisuuden kannalta tärkeä instrumentointi tulee suunnitella siten, että sen oikea toiminta voidaan testata määräajoin. Ellei testaus ole mahdollista joissakin normaaleissa käyttötilanteissa tai instrumentoinnin toiminta on erityisen tärkeää, tulee oikea toiminta varmistaa käyttämällä useampia rinnakkaisia laitteita tai muuta luotettavaa menetelmää.

6.2 Valvomo

Laitos on varustettava valvomolla, josta voidaan suorittaa tarvittavat toimenpiteet ydinvoimalaitosyksikön pitämiseksi turvallisena käyttötilanteissa ja oletetuissa onnettomuustilanteissa. Sellaiset käyttötoimenpiteet, joiden suorittamiseen on riittävästi aikaa, voidaan kuitenkin suunnitella suoritettavaksi ilman valvomo-ohjausta, mikäli valvomo-ohjausmahdollisuuden puuttuminen ei vähennä turvallisuutta.

Valvomo tulee sijoittaa ja suojata siten, etteivät laitteistojen vikautumisen aiheuttamat vaikutukset vaaranna valvomotyöskentelyä. Valvomoon liittyvien laitteiden keskeytymätön sähkönsyöttö on varmistettava sisäisistä tehonlähteistä. Valvomon ilmastointi ja säteilysuojaus on suunniteltava siten, että myös onnettomuustilanteissa voidaan päästä valvomoon ja työskennellä siellä niin, että työntekijöiden saamat säteilyannokset onnettomuuden aikana pysyvät hyväksyttävinä.

Valvomon fyysinen työympäristö on suunniteltava asianmukaiseksi.

Toiminnalliselta kannalta toisiinsa liittyvien prosessimuuttujien näyttölaitteet ja prosessimuuttujiin vaikuttavat ohjauslaitteet tulee ryhmitellä asianmukaisesti.

Valvomo tulee varustaa laitteilla, jotka antavat jatkuvasti riittävät tiedot laitoksen käyttötilasta ja toiminnasta. Lisäksi valvomo on varustettava hälytyslaitteilla, jotka antavat tiedon poikkeamista laitoksen normaalista käyttötilasta sekä sopivilla, ohjaajien toimintaa häiriö- ja onnettomuustilanteissa avustavilla, asianmukaisesti varmennetuilla tiedon keruu-, käsittely- ja näyttölaitteilla.

Sopiviin valvomon ulkopuolisiin paikkoihin on järjestettävä laitteet, joilla voidaan suorittaa

- reaktorin pikasammutus; laitteisiin tulee kuulua tarpeellinen instrumentointi sekä ohjaus- ja säätölaitteet laitoksen pitämiseksi turvallisesti sammutettuna kuumaseisokin aikana,

- sen jälkeen sopivia menetelmiä käyttämällä reaktorin jäähdytys kylmään tilaan ja

- käytetyn polttoaineen jäähdytys.

Nämä valvomon ulkopuoliset ohjauslaitteet on erotettava valvomon ohjauslaitteista siten, että mikään yksittäinen tapahtuma, esimerkiksi yhden palo-osaston sisältämien laitteiden täydellinen tuhoutuminen tulipalossa, ei vahingoita molempia ohjauslaitteita siten, että edellämainittujen toimintojen toteutuminen estyy.

7. SÄHKÖJÄRJESTELMÄT

7.1 Sähkötehon syöttöjärjestelmät

Laitos tulee varustaa sekä sisäisellä (päägeneraattorista riippumattomalla) että ulkoisella sähkötehon syöttöjärjestelmällä, jotka varmistavat turvallisuuden kannalta tärkeiden järjestelmien toiminnan. Näiden lisäksi laitos tulee varustaa järjestelmillä, jotka mahdollistavat sähkötehon syötön laitoksen päägeneraattorilta, jos yhteys ulkoiseen siirtoverkkoon menetetään. Sekä sisäisellä että ulkoisella sähkötehon syöttöjärjestelmällä erikseen tulee olla riittävä teho sen varmistamiseksi, että

- tarvittaessa voidaan sammuttaa reaktori, jäähdyttää primaaripiiri ja poistaa jälkilämpö,

- polttoaineen suunnittelurajoja ja primaaripiirin suunnitteluarvoja ei ylitetä odotettavissa olevien käyttöhäiriöiden seurauksena ja

- polttoaineen jäähdytys ja muut oleelliset turvallisuustoiminnot ylläpidetään ja suojarakennuksen

eheys varmistetaan oletettujen onnettomuustilanteiden aikana.

Laitoksen sisäisten sähkötehon syöttölähteiden ja sisäisen sähkönjakelujärjestelmän tulee olla riittävän riippumattomia ja siten varmistettuja ja testattavia, että niiden palvelemat turvallisuustoiminnot pystytään suorittamaan myös yksittäisvikautumisen sattuessa ja minkä tahansa mekaanisen tai sähköisen laitteen ollessa samanaikaisesti poissa käytöstä esimerkiksi korjauksen tai huollon vuoksi. Sisäisten sähkötehon syöttölähteiden tulee varmistaa keskeytymätön sähkönsyöttö sitä tarvitseville laitteille käyttötilanteissa ja oletetuissa onnettomuustilanteissa.

Sähkötehon syöttöä varten ulkopuolisesta verkosta kullekin laitoksen sisäisen sähkönjakelujärjestelmän rinnakkaiselle osalle tulee olla kaksi erillistä, toisistaan riippumatonta verkkoyhteyttä (ei välttämättä erillisiä johtokatuja), jotka on suunniteltu ja sijoitettu siten, että käyttötilanteissa ja oletetuissa onnettomuustilanteissa verkkoyhteyksien samanaikainen vioittuminen on epätodennäköistä. Kummankin verkkoyhteyden käyttömahdollisuuden tulee säilyä laitoksen pääageneraattorin siirtoverkosta erottamisen jälkeen.

Käyttötilanteissa tulee olla mahdollisuus kytkeä varalla oleva verkkoyhteys käyttöön toisen yhteyden menettämisen jälkeen riittävän nopeasti, jotta polttoaineen suunnittelurajoja ja primaaripiirin suunnitteluarvoja ei ylitetä riippumatta siitä ovatko sisäiset vaihtosähkötehon syöttölähteet käytettävissä.

Oletetuissa onnettomuustilanteissa tulee olla mahdollisuus käyttää yhtä verkkoyhteyttä niin nopeasti, että sydämen jäähdytyksestä ja suojarakennuksen eheydestä huolehtivat turvallisuustoiminnot voidaan ylläpitää.

On huolehdittava siitä, että jäljellä olevien tehonlähteiden menetys jonkin tehonlähteen menetyksen seurauksena tai samasta syystä on erittäin epätodennäköinen.

8. SUOJARAKENNUSJÄRJESTELMÄ

8.1 Suojarakennuksen tarkoitus

Ympäristöön tapahtuvien radioaktiivisten aineiden päästöjen rajoittamiseksi onnettomuustilanteissa laitos on varustettava reaktorin suojarakennuksella. Suojarakennuksen ja siihen liittyvien järjestelmien tulee muodostaa käytännöllisesti katsoen tiivis sulku radioaktiivisten aineiden pääsylle ympäristöön.

8.2 Suojarakennuksen suunnitteluperiaatteet

Reaktorin suojarakennus ja siihen liittyvät järjestelmät tulee suunnitella niin, että suojarakennus ja sen sisäpuoliset tilat kestävät riittävin varmuusmarginaalein ja määriteltyä vuotonopeutta ylittämättä oletetuista onnettomuustilanteista aiheutuvat paine- ja lämpötilaolosuhteet sekä näissä tilanteissa mahdollisiksi arvioidut reaktiovoimat ja lentävien esineiden törmäykset.

Reaktorin sydämen sulamiseen johtavissa onnettomuustilanteissa suojarakennuksen tulee säilyttää eheytensä niin kauan, että suurin osa vapautuneista jodeista ja hiukkasmuodossa olevista radioaktiivisista aineista ehtii poistua kaasutilasta ja että laitoksen ympäristössä on riittävästi aikaa varautua mahdolliseen radioaktiivisten aineiden päästöön. Suojarakennuksen rikkoutumisen dynaamisten kuormitusten (lentävät esineet, räjähdykset) johdosta tulee olla erittäin epätodennäköistä. Paineenkestävyys tulee varmistaa riittävän pitkäksi ajaksi myös siinä tapauksessa, että suojarakennuksen lämmönpoistoon tarkoite-

tut järjestelmät eivät saa ulkopuolista käyttövoimaa. Sulan sydämen tunkeutumisesta pohjarakenteisiin aiheutuva höyryn ja kaasun kehitys tulee ottaa huomioon ja pohjarakenteet tulee suunnitella siten, että ne ehkäisevät sulan sydämen painumista pohjan läpi.

Varsinainen suojarakennus tulee ympäröidä kokonaan toisella rakennuksella niin, että rakennusten väliin jäävä tila voidaan pitää ulkoilmaan nähden alipaineisena kaikissa oletetuissa onnettomuustilanteissa. Välitilasta poistettavan ilman tulee onnettomuustilanteissa siirtyä automaattisesti kulkemaan suodattimien kautta. Välitilan alipainejärjestelmän tulee olla siten varmistettu, että turvallisuustoiminnot voidaan toteuttaa myös yksittäisvikautumisen sattuessa kumpaa tahansa, laitoksen ulkoista tai sisäistä, sähkötehon syöttöjärjestelmää käyttäen. Edellä esitetyistä periaatteista voidaan poiketa, jos muu suojarakennusratkaisu voidaan luotettavasti osoittaa riittävän turvalliseksi.

8.3 Suojarakennuksen läpiviennit ja kulkuaukot

Suojarakennuksen putki- ja kaapeliläpiviennit tulee suunnitella suojarakennuksen suunnitteluvaatimusten mukaisesti. Läpivientien suunnittelussa tulee ottaa huomioon putkistoista välittyvät kuormat sekä oletetuissa onnettomuustilanteissa mahdollisesti esiintyvät kuormitukset kuten lämpökuormat, suihkuvoimat, putki-iskut ja lentävien esineiden törmäykset. Suojarakennuksen lävistävissä putkiläpivienneissä tulee olla vuodonilmaisu- ja eristysmahdollisuudet, joiden varmistus, luotettavuus ja suorituskyky vastaavat kunkin putkilinjan eristämisen turvallisuusmerkitystä. Putkijärjestelmät tulee suunnitella niin, että on mahdollista määräajoin testata eristysventtiilien ja niihin liittyvien laitteiden toimintakelpoisuus sekä määrittää venttiilien vuoto.

Suojarakennuksen kulkuaukkoina tulee käyttää ilmalukkoja, joiden rakenne on sellainen, että ainakin yksi ovi on suljettuna käytön aikana.

8.4 Suojarakennuksen eristysventtiilit

Jokainen putkijohto, joka on osa reaktorin primaaripiiriä tai yhteydessä suoraan suojarakennuksen avoimeen sisätilaan ja lävistää suojarakennuksen, tulee varustaa kahdella, toisistaan riippumattomalla, luotettavasti toimivalla eristysventiilillä. Kunkin eristysventtiilin tulee olla joko automaattisesti toimiva tai kiinniasentoon lukittu. Eristysventtiileistä toisen pitää olla suojarakennuksen sisäpuolella ja toisen suojarakennuksen ulkopuolella. Suojarakennuksen eristäminen tulee voida suorittaa myös yksittäisvikautumisen sattuessa.

Jokaisessa putkijohdossa, joka lävistää suojarakennuksen eikä ole osa primaaripiiriä eikä yhteydessä suoraan suojarakennuksen avoimeen sisätilaan, tulee olla vähintään yksi suojarakennuksen ulkopuolinen eristysventtiili. Eristysventtiilin tulee olla joko automaattisesti toimiva, kiinniasentoon lukittu tai käsin kauko-ohjattava.

Suojarakennuksen ulkopuolisten eristysventtiilien tulee sijaita mahdollisimman lähellä suojarakennusta. Eristysventtiilien asento tulee voida todeta valvomossa. Takaiskuventtiiliä ei saa käyttää suojarakennuksen ulkopuolisena eristysventtiilinä.

Edellä esitetyistä vaatimuksista voidaan poiketa, jos voidaan osoittaa, että jokin muu eristystapa on hyväksyttävä tai vaatimusten soveltaminen aiheuttaa haittaa turvallisuuteen liittyville toiminnoille.

8.5 Suojarakennuksen tarkastus- ja testausmahdollisuudet

Reaktorin suojarakennus ja laitteet, jotka voivat joutua suojarakennuksen testausolosuhteisiin, tulee suunnitella niin, että ennen laitoksen käyttöönottoa voidaan suorittaa suojarakennuksen tiiveyskoe suunnittelupaineessa ja painekoe paineessa, joka on suunnittelupaine lisättynä riittävällä varmuusmarginaalilla.

Lisäksi suojarakennus tulee suunnitella siten, että voidaan

- suorittaa määräajoin tiiveyskoe sellaisessa paineessa, että on mahdollista riittävän tarkasti määrittää suunnittelupainetta vastaava vuoto,
- suorittaa tarvittaessa painekoe,
- tarkastaa määräajoin tiiveyden ja lujuuden kannalta tärkeät kohteet,
- tarkkailla sen kuntoa käytön aikana ja
- testata määräajoin niiden läpivientien tiiveys, joissa on kimmoisat tiivisteet tai laajenemispalkeet.

8.6 Suojarakennuksen lämmönpoisto

Laitos tulee varustaa järjestelmillä, jotka poistavat lämmön reaktorin suojarakennuksesta käyttötilanteissa ja oletetuissa onnettomuustilanteissa. Järjestelmien turvallisuustoimintona on suojarakennuksen paineen ja lämpötilan alentaminen ja pitäminen hyväksyttävän matalina.

Suojarakennuksen lämmönpoistojärjestelmät tulee suunnitella siten, ettei niiden aiheeton käyttö vaaranna suojarakennuksen eheyttä. Lisäksi tulee ottaa huomioon järjestelmien vaikutus sydämen sulamiseen johtavien onnettomuustilanteiden kulkuun, ja se että järjestelmien käyttö voi lisätä suojarakennuksen rikkoontumisvaaraa.

Järjestelmien tulee olla siten varmistettuja, että turvallisuustoiminnot voidaan toteuttaa myös yksittäisvikautumisen sattuessa kumpaa tahansa, laitoksen ulkoista tai sisäistä, sähkötehon syöttöjärjestelmää käyttäen ja minkä tahansa turvallisuustoimintoon vaikuttavan laitteen ollessa samanaikaisesti poissa käytöstä esimerkiksi korjauksen tai huollon vuoksi.

8.7 Suojarakennuksen kaasunkäsittely

Suojarakennus on varustettava järjestelmillä, joiden avulla sen kaasutilasta voidaan poistaa fissiotuotteita sekä järjestelmillä, joiden avulla voidaan vähentää hapen tai onnettomuustilanteissa muodostuvien palavien kaasujen pitoisuuksia tai muulla tavoin estää hallitsemattomat kaasupalot.

Hapen ja palavien kaasujen hallintaan tarkoitetut järjestelmät on suunniteltava siten, että suojarakennuksen eheys ei vaarannu kaasupalon johdosta onnettomuustilanteissa, ja että turvallisuuden kannalta tärkeät laitteet eivät menetä kykyään täyttää niille asetetut tehtävät. Suunnittelussa tulee ottaa huomioon sekä nopea vedynkehitys reaktorin sydämen kuumentumisen aiheuttamassa metalli-vesireaktiossa että vedyn ja muiden palavien kaasujen kehitys sulan sydämen reagoidessa reaktoripaineastian ja suojarakennuksen pohjarakenteiden kanssa. Hapen ja palavien kaasujen pitoisuuksia on kyettävä mittaamaan siten, että pitoisuuksien hallintaan tarkoitettuja järjestelmiä voidaan käyttää suunnitellulla tavalla.

Järjestelmien tulee olla siten varmistettuja, että turvallisuustoiminnot voidaan toteuttaa myös yksittäisvikautumisen sattuessa kumpaa tahansa, laitoksen ulkoista tai sisäistä, sähkötehon syöttöjärjestelmää käyttäen.

9. POLTTOAINEEN KÄSITTELY JA VARASTOINTI

9.1 Tuoreen polttoaineen käsittely ja varastointi

Laitos on varustettava sopivilla tiloilla ja järjestelmillä tuoreen polttoaineen käsittelemiseksi ja varastoimiseksi. Suunnittelussa on erityisesti otettava huomioon seuraavat seikat:

1. Kriittisyys on estettävä riittävin turvallisuusmarginaalein ensisijaisesti käyttämällä sopivia varastorakenteita.

2. Polttoaineen putoamisen ja muun vaurioitumisen mahdollisuuden tulee olla erittäin pieni.

3. Polttoaineen vastaanottotarkastuksia varten on varattava sopivat tilat ja laitteet.

9.2 Käytetyn polttoaineen käsittely ja varastointi

Laitos on varustettava sopivilla tiloilla ja järjestelmillä käytetyn polttoaineen käsittelemiseksi ja varastoimiseksi. Suunnittelussa on erityisesti otettava huomioon seuraavat seikat:

1. Kriittisyys on estettävä riittävin turvallisuusmarginaalein ensisijaisesti käyttämällä sopivia varastorakenteita.

2. Laitospaikalla tulee olla riittävästi varastotilaa, jotta reaktorissa olevat polttoaineniput voidaan siirtää tarvittaessa varastoaltaisiin. Missä tahansa varastoaltaassa olevat polttoaineniput on voitava siirtää toisiin varastoaltaisiin, ellei luotettavasti voida osoittaa, että altaan korjaaminen on mahdollista allasta tyhjentämättä.

3. Polttoaineen varastotilat on varustettava jäähdytys-, jäähdytteen puhdistus- ja vuotojenkeruujärjestelmillä sekä järjestelmillä, jotka valvovat jäähdytteen lämpötilaa ja pinnankorkeutta.

4. Raskaiden esineiden polttoaineen päälle putoamisen mahdollisuuden tulee olla erittäin pieni.

5. Polttoaineen putoamisen ja muun vaurioitumisen mahdollisuuden tulee olla erittäin pieni.

6. Käytetyn polttoaineen määräaikaisia tarkastuksia sekä vaurioituneen polttoaineen käsittelyä ja varastointia varten tulee olla sopivat tilat ja laitteet.

Polttoaineen jäähdytysjärjestelmän tulee olla siten varmistettu, että turvallisuustoiminnot voidaan toteuttaa myös yksittäisvikautumisen sattuessa kumpaa tahansa, laitoksen ulkoista tai sisäistä, sähkötehon syöttöjärjestelmää käyttäen.

10. SÄTEILYSUOJELU

10.1 Säteilysuojelunäkökohdat laitoksen suunnittelussa

Laitoksen tilat ja kulkuväylät tulee suunnitella siten, että ulkoisen säteilyn annosnopeus niissä on hyväksyttävä ja sisäisen säteilyaltistuksen mahdollisuus on pieni.

Huonetilat tulee luokitella arvioitujen säteilyolosuhteiden perusteella. Huonetilojen suunnittelussa on otettava huomioon henkilö- ja materiaaliliikenne laitoksessa, säteilysuojelullisesti valvotun alueen kulkurajoitukset sekä tarvittavat kulunvalvontajärjestelyt.

Radioaktiivisia aineita sisältävät järjestelmät ja laitteet on suunniteltava, sijoitettava ja suojattava niin, että radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön voidaan pitää hyväksyttävinä ja tarpeelliset käyttö-, huolto-, korjaus- ja tarkastustoimenpiteet voidaan suorittaa pitäen työntekijöiden säteilyaltistus hyväksyttävänä.

Valvomon käytettävyys sekä laitoksen turvallisena pitämisen kannalta tarpeellisten laitteiden riittävä huollettavuus onnettomuustilanteissa on varmistettava.

Henkilöiden ja laitteiden dekontaminointia sekä radioaktiivisten laitteiden korjausta ja varastointia varten on varattava asianmukaiset tilat ja laitteet.

10.2 Säteilyvalvonta

Mahdollisuudet riittävään säteilyvalvontaan laitoksessa käyttö- ja onnettomuustilanteissa on varmistettava. Laitoksessa tulee olla ainakin seuraavia säteilyn mittauslaitteita:

1. Kiinteitä ulkoisen säteilyannosnopeuden mittauslaitteita.

2. Ilman sisältämien radioaktiivisten aineiden pitoisuuden mittauslaitteita.

3. Laitoksen järjestelmissä esiintyvien radioaktiivisten aineiden pitoisuuden määrittämiseen tarvittavia laitteita sekä asianmukaiset laboratoriotilat ja -kalusto näytteiden mittausta varten.

4. Siirrettäviä ulkoisen annosnopeuden ja pintakontaminaation mittauslaitteita.

5. Henkilöiden ulkoisen kontaminaation mittauslaitteita.

6. Henkilökohtaiseen annosvalvontaan tarvittava kalusto.

Kaluston suunnittelussa on varauduttava onnettomuustilanteisiin. Onnettomuustilanteessa on voitava suorittaa ainakin

- säteilyannosnopeuden mittaus suojarakennuksessa,
- suojarakennuksen ilman tai kaasun sisältämien radioaktiivisten aineiden pitoisuuksien määritys ja
- primäärijäähdytteen sisältämien radioaktiivisten aineiden pitoisuuksien määritys.

10.3 Radioaktiivisten jätteiden käsittely ja varastointi

Laitoksessa tulee olla riittävät radioaktiivisten kaasujen ja nesteiden käsittelyjärjestelmät radioaktiivisten aineiden päästöjen rajoittamiseksi.

Radioaktiivisten jätteiden käsittelyä ja varastointia varten laitoksessa tulee olla erityiset tilat ja järjestelmät. Laitoksessa tulee olla laitteet, joilla voidaan riittävällä tarkkuudella määrittää jätteiden sisältämät radioaktiiviset aineet ja niiden määrät.

10.4 Ilmastointi

Sellaiset laitoksen tilat, joissa voi esiintyä merkittäviä määriä radioaktiivisia aineita, on varustettava ilmastointi- ja suodatusjärjestelmillä, jotka

- estävät radioaktiivisten aineiden leviämistä laitostiloissa,
- vähentävät laitostilojen ilman sisältämien radioaktiivisten aineiden pitoisuuksia ja
- estävät radioaktiivisten aineiden pääsyä ympäristöön.

Ilmastointijärjestelmät on suunniteltava niin, että radioaktiivisten aineiden pitoisuudet laitostilojen ilmassa pysyvät hyväksyttävinä normaaleissa käyttötilanteissa ja odotettavissa olevissa käyttöhäiriöissä.

Radioaktiivisten aineiden leviämisen estämiseksi laitostiloissa tulee paine-erojen olla sellaisia, että ilman virtaus tapahtuu aktiivisemmille alueille päin.

Radioaktiivisten päästöjen rajoittamiseksi poistoilmajärjestelmät on tarvittaessa varustettava asianmukaisilla suodatinlaitteistoilla.

Valvomo tulee varustaa suodattavalla tuloilmajärjestelmällä. Tämän järjestelmän, samoin kuin muiden onnettomuustilanteissa käytettäviksi suunniteltujen ilmastointijärjestelmien, tulee olla siten varmistettu, että turvallisuustoi-

minnot voidaan toteuttaa myös yksittäisvikautumisen sattuessa kumpaa tahansa, laitoksen ulkoista tai sisäistä, sähkötehon syöttöjärjestelmää käyttäen.

10.5 Radioaktiivisten päästöjen valvonta

Laitos on varustettava järjestelmillä, joilla voidaan valvoa kaikkia suunniteltuja radioaktiivisten aineiden päästöteitä sekä mitata ja tallentaa ympäristöön päästettävien radioaktiivisten aineiden määrät käyttö- ja onnettomuustilanteissa.

Ympäristön säteilytarkkailuun käyttö- ja onnettomuustilanteissa tulee varautua. Laitos on varustettava meteorologisilla mittauslaitteilla, joiden näyttölaitteen tulee olla valvomossa.

MÄÄRITELMÄT

Jäähdytteenmenetystilanteet

Jäähdytteenmenetystilanteilla tarkoitetaan niitä oletettuja onnettomuustilanteita, joissa reaktorin primaaripiirin vuodon johdosta menetetään jäähdytettä nopeammin kuin normaaleja käyttötilanteita varten suunniteltu lisävesijärjestelmä pystyy korvaamaan.

Käyttötilanteet

Käyttötilanteilla tarkoitetaan ydinvoimalaitoksen normaaleja käyttötilanteita ja odotettavissa olevia käyttöhäiriöitä.

Lopullinen lämpönielu

Lopullisella lämpönielulla tarkoitetaan ilmakehää, maaperää sekä pinta- ja pohjavesiä, joihin lämpö eri lähteistä siirretään normaaleissa käyttötilanteissa, odotettavissa olevissa käyttöhäiriöissä ja oletetuissa onnettomuustilanteissa.

Normaalit käyttötilanteet

Normaaleilla käyttötilanteilla tarkoitetaan ydinvoimalaitoksen käyttämistä turvallisuusteknisten käyttöehtojen ja käyttöohjeiden mukaisesti mukaanlukien testaukset, laitoksen ylös- ja alasajo, huolto ja polttoaineen vaihto.

Odotettavissa olevat käyttöhäiriöt

Odotettavissa olevilla käyttöhäiriöillä tarkoitetaan sellaisia poikkeamia normaaleista käyttötilanteista, joiden odotetaan sattuvan kerran tai useammin ydinvoimalaitoksen käyttöiän aikana, mutta jotka eivät ole onnettomuustilanteita.

Oletetut onnettomuustilanteet

Oletetuilla onnettomuustilanteilla tarkoitetaan laitoksen suunnitteluperusteena käytettäviä onnettomuustilanteita, joiden alkutapahtumat voivat olla mm. seuraavia:

- minkä tahansa nestettä, höyryä tai kaasua sisältävän järjestelmän vuoto, jonka suuruus voi vaihdella pienestä vuodosta järjestelmään kuuluvan suurimman putken katkeamisen aiheuttamaan vuotoon,

- laitoksen sisäisten tai ulkoisten vaihtosähkötehon syöttölähteiden menetys,

- minkä tahansa sähkökeskuksen maasulku,
- säätösauvan uloslento tai poisputoaminen,
- pikasulkukäskyn epäonnistuminen odotettavissa olevan käyttöhäiriön yhteydessä,
- minkä tahansa mekaanista liikettä suorittavan laitteen rikkoutuminen tai virheellinen toiminta suurimman mahdollisen säätövirheen seurauksena ja
- onnettomuusketju, jossa jokin edellämainittu alkutapahtuma voi merkittävällä todennäköisyydellä aiheuttaa muita vikoja.

Onnettomuustilanteet

Onnettomuustilanteilla tarkoitetaan merkittäviä poikkeamia normaaleista käyttötilanteista, mukaan lukien oletetut onnettomuustilanteet sekä sellaiset tapahtumat, jotka voivat johtaa reaktorisydämen vakavaan vaurioitumiseen reaktorin sydämen sulamiseen asti tai asetetut rajat ylittäviin radioaktiivisten aineiden päästöihin.

Polttoaineen suunnittelurajat

Polttoaineen suunnittelurajoilla tarkoitetaan rajoja, joiden tavoitteena on käyttötilanteissa estää polttoaineen vaurioituminen ja oletetuissa onnettomuustilanteissa varmistaa polttoaineen jäähdytettävyys.

Primaaripiiri

Primaaripiiri tarkoittaa reaktorin jäähdytysjärjestelmään kuuluvia ja siihen välittömässä yhteydessä olevia painetta kantavia osia, kuten painesäiliöitä, putkistoja, pumppuja ja venttiileitä.

Suunnitteluarvot

Suunnitteluarvoilla tarkoitetaan mm. rakenteen tai laitteen suunnittelun perustana olevia kuormia. Suunnitteluarvot voivat olla erilaisia normaaleja käyttötilanteita, odotettavissa olevia käyttöhäiriöitä ja oletettuja onnettomuustilanteita varten.

Turvallisuuden kannalta tärkeät rakenteet, järjestelmät ja laitteet

Turvallisuuden kannalta tärkeät rakenteet, järjestelmät ja laitteet ovat niitä

- joiden virhetoiminto tai rikkoutuminen voi merkittävästi lisätä laitoksen työntekijöiden tai ympäristön väestön säteilyaltistusta,
- jotka ehkäisevät odotettavissa olevien käyttöhäiriöiden pahenemista onnettomuustilanteiksi tai
- joiden tehtävänä on onnettomuustilanteiden seurauksien lieventäminen.

Turvallisuustoiminnot

Turvallisuustoiminnot ovat turvallisuuden kannalta tärkeiden järjestelmien ja laitteiden toimintoja, jotka tarvitaan ehkäisemään suunnittelurajojen ja -arvojen ylittymistä tai lieventämään häiriö- ja onnettomuustilanteiden seurauksia.

Yksittäisvikautuminen

Yksittäisvikautuminen on käsite, jota käytetään analysoitaessa turvallisuuden kannalta tärkeitä järjestelmiä.

Yksittäisvikautumisella tarkoitetaan satunnaisvikaa ja sen seurausvaikutuksia, jotka oletetaan tapahtuvaksi joko normaalissa käyttötilanteessa tai käyttöhäiriön tai oletetun onnettomuustilanteen alkutapahtuman jälkeen. Yksittäisvikautumista koskevia tarkempia ohjeita on annettu erillisessä säteilyturvallisuuslaitoksen julkaisemassa ohjeessa.