

6.4.1983

1(9)

VIKAKRITEERIT KEVYTVESIREAKTORILLA VARUSTETUN YDINVOIMALAITOKSEN
SUUNNITTELUA VARTEN

1

YLEISTÄ

Ohje YVL 1.0 /1/ edellyttää, että tiettyjä turvallisuus-
toimintoja suorittavat järjestelmät suunnitellaan seuraavasti:

Järjestelmissä on oltava riittävästi rinnakkaisia osia ja laitteita, jotta voitaisiin varmistaa järjestelmän turvallisuustoiminnon toteutuminen myös yksittäisvikautumisten sattuessa. Tiettyjen järjestelmien kohdalla tämä vaatimus tulee täyttää myös minkä tahansa laitteen ollessa samanaikaisesti pois käytöstä.

Tämän ohjeen tarkoituksena on antaa suunnitteluperiaatteita täydentäviä yksityiskohtaisempia soveltamisohjeita. Ohjetta sovelletaan nestettä ja kaasua käsitteleviin järjestelmiin, sähkönsyöttöjärjestelmiin sekä erillisiin rakenteisiin ja koneteknisiin laitteisiin, joita tarvitaan luvussa 3 mainittujen turvallisuustoimintojen toteuttamiseen.

Tätä ohjetta ei ole tarkoitus soveltaa turvajärjestelmät käynnistäviin ja niitä ohjaaviin suojausjärjestelmiin eikä ylipainesuojaukseen käytettäviin järjestelmiin. Suojausjärjestelmien osalta noudatetaan ohjetta YVL 5.5 ja siinä mainittuja soveltuvia standardeja. Ylipainesuojauksen osalta noudatetaan ohjetta YVL 2.4.

2

MÄÄRITELMIÄ

Aktiivinen laite on laite, jonka toiminta perustuu mekaaniseen liikkeeseen. Ellei jokin luvussa 3 mainittu turvallisuustoiminto edellytä laitteelta liikettä, ei sitä tämän toiminnon yhteydessä tarvitse pitää aktiivisena.

Aktiivinen vika on virhetoiminto (ei passiivinen vika) aktiivisessa laitteessa.

Esimerkkejä aktiivisista vioista ovat mm. moottorikäyttöisen venttiilin tai takaiskuventtiilin asennon vaihdon epäonnistuminen tai pumpun, puhaltimen tai dieselgeneraattorin käynnistymättömyys.

Ulkoisella käyttövoimalla toimivan laitteen väärää toimintaa, jonka aiheuttaa sen automaattisessa ohjauksessa oleva vika, tulee pitää aktiivisena vikana, ellei laitteeseen sisälly erityispiirteitä tai käyttörajoituksia, joiden tarkoituksena on estää tämän kaltainen väärä toiminta. Esimerkki väärästä toiminnasta on moottorikäyttöisen venttiilin saama virheellinen ohjaussignaali, jolla se voi aueta tai sulkeutua.

Alkutapahtuma on yksittäinen tapahtuma, jonka vaikutuksesta laitos tai sen osa joutuu pois normaalista käyttötilasta. Alkutapahtuma ja sen mahdolliset seurausvaikutukset eivät ole tässä ohjeessa tarkoitettu yksittäisvikautuminen. Alkutapahtuma voi olla yksittäinen laitevika, luonnonilmiö tai ulkopuolinen ihmisen aiheuttama vaaratilanne.

Apujärjestelmät ovat järjestelmiä, joiden toiminnan avulla turvajärjestelmä pystyy suorittamaan aiotun turvallisuustoimintonsa.

Esimerkkejä sydämen hätäjähdytysjärjestelmän apujärjestelmistä ovat lämmön lopulliseen lämpönieluun siirtävät järjestelmät, sähkönsyöttöjärjestelmä ja pumppujen huone-tiloja jähdyttävä järjestelmä.

Lyhyt aikaväli määritellään 12 tuntiin asti kestäväksi ajanjaksoksi, joka seuraa alkutapahtumaa. Kuitenkin painevesireaktorin hätäjähdytysjärjestelmän ja suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmän suunnittelussa lyhyt aikaväli katsotaan päättyneeksi, kun nämä järjestelmät siirtyvät kierrätykselle suojarakennuksen pohjakaivon kautta.

Ohjausvirhe on yksittäinen virheellinen tai poisjäänyt toimenpide ohjaajan yrittäessä suorittaa johonkin luvussa 3 mainittuun turvallisuustoimintoon liittyvää ohjaustoimintaa normaalikäytön, käyttöhäiriön tai onnettomuustilanteen aikana.

Passiivinen vika on jonkin laitteen tai rakenteen eheyden menetys tai jonkin prosessin virtaustien tukkeutuminen. Prosessin virtaustien tukkeutumisen voi aiheuttaa esim. venttiilin lautasen irtoaminen karasta.

Pitkä aikaväli on turvallisuuteen vaikuttavan järjestelmän toimintajakso, joka seuraa lyhyttä aikaväliä ja jonka aikana järjestelmän turvallisuustoiminnon edellytetään tapahtuvan.

Turvajärjestelmä on jotakin tämän ohjeen luvussa 3 mainittua turvallisuustoimintoa suorittava järjestelmä.

Yksikkö on ydinreaktori ja siihen liittyvät laitteet, jotka ovat välttämättömiä sähkön tuotantoon sekä rakenteet, järjestelmät ja laitteet, jotka tarvitaan, jotta ydinreaktoria voidaan käyttää aiheuttamatta tarpeetonta riskiä turvallisuudelle.

Yksittäisvikautuminen on käsite, jota käytetään suunniteltaessa ja analysoitaessa turvajärjestelmiä ja niiden apujärjestelmiä.

Se tarkoittaa satunnaisvikaa ja sen seurausvaikutuksia, jotka oletetaan tapahtuviksi joko normaalissa käyttötilanteessa tai alkutapahtuman ja sen seurausvaikutusten lisäksi.

3

VIKAKRITEERIEEN SOVELTAMISSÄÄNNÖT

Normaaleissa käyttötilanteissa on voitava toteuttaa (1) jälkilämmön poisto, (2) primaaripiirin jäähdytys ja (3) lämmönsiirto lopulliseen lämpönieluun myös yksittäisvikautumisen sattuessa ja minkä tahansa näihin turvallisuustoimintoihin vaikuttavan aktiivisen laitteen ollessa samanaikaisesti pois käytöstä esimerkiksi korjauksen tai huollon vuoksi.

Normaaleissa käyttötilanteissa on voitava toteuttaa (1) reaktorin sammutus (kumpaa tahansa toisistaan riippumattomasti reaktiivisuuden hallintajärjestelmää käyttäen) ja (2) käytetyn polttoaineen jäähdytys myös yksittäisvikautumisen sattuessa.

Reaktorin tai turpiinin pikasulkuun johtavan odotettavissa olevan käyttöhäiriön tai oletetun onnettomuustilanteen jälkeen on voitava toteuttaa (1) primaarijäähdytteen korvaaminen ja sydämen hätäjäähdytys, (2) jälkilämmön poisto, (3) primaaripiirin jäähdytys, (4) suojarakennuksen lämmönpoisto ja (5) lämmönsiirto lopulliseen lämpönieluun myös alkutapahtumasta riippumattoman yksittäisvikautumisen sattuessa ja minkä tahansa näihin turvallisuustoimintoihin vaikuttavan aktiivisen laitteen ollessa samanaikaisesti pois käytöstä esimerkiksi korjauksen tai huollon vuoksi.

Reaktorin tai turpiinin pikasulkuun johtavan odotettavissa olevan käyttöhäiriön tai oletetun onnettomuustilanteen jälkeen on voitava toteuttaa (1) reaktorin sammutus (kumpaa tahansa toisistaan riippumatonta reaktiivisuuden hallintajärjestelmää käyttäen), (2) suojarakennuksen eristäminen, (3) suojarakennuksen kaasunkäsittely, (4) mahdollisesti radioaktiivisia aineita sisältävistä järjestelmistä ja huonetiloista poistettavan ilman suodatus ja (5) valvomon ilmastointi myös alkutapahtumasta riippumattoman yksittäisvikautumisen sattuessa.

Mikäli tulipalo jossakin valvomon ulkopuolisessa paloteknisessä osastossa voi estää valvomon ohjauslaitteiden avulla tapahtuvan turvallisuustoiminnon toteuttamisen, tulee palon sammutus varmistaa palontorjuntajärjestelmillä, jotka kykenevät suorittamaan tehtävänsä myös yksittäisvikautumisen sattuessa. Tässä yhteydessä ei tarkasteltaviin turvallisuustoimintoihin tarvitse enää olettaa palosta riippumatonta vikaa (lisävikojen sattuessa olisi vielä käytössä varaohjauspaikka ja paikallisohjaukset ohjeen YVL 1.0 edellyttämällä tavalla).

Mikäli tulipalo voi aiheuttaa merkittävän radioaktiivisten aineiden vapautumisen laitostiloihin tai ympäristöön, tulee palon sammutus varmistaa palontorjuntajärjestelmillä, jotka kykenevät suorittamaan tehtävänsä myös yksittäisvikautumisen sattuessa.

Tarkasteltaessa lyhyttä aikaväliä voidaan huomioon otettavat yksittäisvikautumiset rajoittaa aktiivisiin vikoihin.

Tarkasteltaessa pitkää aikaväliä on otettava huomioon sekä aktiivisten että passiivisten vikojen mahdollisuus.

Suunnittelussa huomioon otettava passiivinen vika tulee määritellä analysoimalla mahdolliseksi arvioituja vikautumismekanismia, niin että järjestelmien käyttöolosuhteet

ja mahdolliset vikautumis- tai vuototavat otetaan huomioon oikealla tavalla. Pahimmaksi huomioonotettaviksi viaksi saatetaan määritellä esimerkiksi pumpun tai venttiilin tiivisteen pettäminen tai pienputken katkeaminen, mikäli järjestelmän käyttöolosuhteiden sekä laitteiden ja rakenteiden suunnittelun, valmistuksen ja tarkastusten asianmukaisuuden perusteella on osoitettavissa, että todellista vaaraa pahempien vikautumisten esiintymiselle ei ole.

Laitoksen käytössä mahdollisesti tapahtuvia ohjausvirheitä on pidettävä aktiivisina vikoina.

Jos on riittävästi aikaa ja keinoja yksittäisvikautumisen havaitsemiseen, selvittämiseen ja korjaamiseen, voidaan yksikön käyttöhenkilöstön toimenpiteet ottaa huomioon tehtäessä luvussa 6 vaadittua yksittäisvika-analyysiä.

4

SOVELTAMISSÄÄNTÖIHIN HYVÄKSYTTÄVÄT POIKKEUKSET

Mikäli laitteen oikea aktiivinen toiminta voidaan osoittaa tapahtuvaksi kaikissa uskottavissa tilanteissa, laitteeseen ei tarvitse olettaa aktiivista vikaa. Esimerkki sellaisesta toiminnasta voi olla tietyn tyyppisen takaiskuventtiilin avautuminen. Jos tämänkaltainen poikkeus tehdään, se tulee perustella.

Passiivista vikaa tai vuotoa, joka ylittää suojarakennuksen suunnitteluperusteena käytetyn vuotorajan, ei tarvitse olettaa suojarakennukseen tai sen läpivienteihin eikä suojarakennuksen lävistävien putkistojen niihin osiin, jotka jäävät läpiviennin ja eristysventtiilin väliin (eristysventtiilit mukaanlukien). Tätä poikkeusta ei sovelleta hätäjähdytysjärjestelmän putkistoihin, joiden vaurioituminen aiheuttaisi hätäjähdytyskierrossa tarvittavan veden vuotamisen pois suojarakennuksesta.

Luvussa 3 esitetyt vaatimukset koskevat yksikön suunnittelua. Mikäli yksikön käytön aikana syntyy tilanne, jossa vaatimuksia ei täytetä, menetellään yksikölle vahvistettujen turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaisesti.

Rajoitetun vuodon aiheuttavia passiivisia vikoja ei tarvitse ottaa huomioon luvussa 6 vaaditussa yksittäisvika-analyysissä, jos yksikkö on suunniteltu niin, että vika ei johda vaadittujen turvallisuustoimintojen menetykseen.

Tehtäessä luvussa 6 vaadittua yksittäisvika-analyysiä ei alkutapahtumaksi tarvitse olettaa vikaa sellaisissa turvajärjestelmissä, joita tarvitaan myös normaaleissa käyttötilanteissa ja joita tarkastellaan normaaleja käyttötilanteita koskevissa yksittäisvika-analyyseissä. Alkutapahtumaksi ei esimerkiksi tarvitse olettaa jälkilämmönpoisto- tai apusyöttövesipumpun vikautumista yksikön alasajon aikana tai välijäähdytyspiirin yhden linjan menetystä yksikön tehokäytön aikana. Näitä vikoja käsitellään yksittäisvika-analyysissä, jossa alkutilanne on yksikön normaali käyttötilanne. Tätä poikkeusta ei kuitenkaan sovelleta vikoihin, jotka vaatisivat muiden turvajärjestelmien käynnistymistä. Esimerkiksi jälkilämmönpoistojärjestelmän putken murtuma, josta olisi seurauksena primaarijäähdytteen eristämätön vuoto, vaatisi hätäjäähdytysjärjestelmän käynnistämistä, ja näin ollen se tulisi olettaa alkutapahtumaksi.

Tehtäessä luvussa 6 vaadittua yksittäisvika-analyysiä ei alkutapahtumana tarvitse tarkastella vikoja sellaisissa laitteissa, joita ei tarvita normaaleissa käyttötilanteissa ja joiden vikautuminen ei aiheuta automaattisia suojaustoimenpiteitä.

5

SUUNNITTELUVAATIMUKSET

Luvussa 3 mainitut turvallisuustoiminnot on voitava to-

teuttaa kumpaa tahansa, yksikön ulkoista tai sisäistä, sähkötehon syöttöjärjestelmää käyttäen. Yksikön sisäisen sähkötehon syöttö- ja jakelujärjestelmän pitää yksinään, osana kutakin luvussa 3 mainittua turvallisuustoimintoa, täyttää ko. toiminnolle asetetut vaatimukset yksittäisvikautumisen kestosta.

Luvussa 3 mainittuja turvallisuustoimintoja palvelevat järjestelmät tulee suunnitella siten, että niiden kuntoa voidaan valvoa määräaikaissä tarkastuksin.

Luvussa 3 mainittuja turvallisuustoimintoja palvelevat järjestelmät tulee suunnitella siten, että niihin kuuluvien aktiivisten laitteiden toimintakyky voidaan todeta määräaikaissä testauksissa.

Sellaisten tapahtumien varalta, joista palautuminen normaaliin käyttötilanteeseen voi kestää kauan, esim. jäädytteenmenetyssonnettomuus, tulee huolehtia, että suojarakennuksen ulkopuoliset laitteet, jotka voivat vikautua tapahtuman jälkeisen palautumisen aikana, ovat luoksepäästäviä ja korjattavissa. Tähän liittyviä toimenpiteitä ovat esim. rinnakkaisten järjestelmien erottaminen toisistaan riittävin säteilysuojin, mahdollisuus huuhtoa huone-tiloja, mahdollisuus tyhjentää ja huuhtoa radioaktiivisia aineita sisältävät linjat niissä huone-tiloissa, joihin pääsy on välttämätöntä, ja turvallisten kulkureittien varmistaminen laitteiden luo. Perustelluissa tilanteissa voidaan olettaa, että yksikön ulkopuolinen sähkönsyöttö, turvallisuusluokan EYT laitteet ja yksikön ulkopuolelta hankitut lisälaitteet ovat käytettävissä.

Suunniteltaessa onnettomuuden jälkeen tapahtuvaa radioaktiivisten aineiden pidättämistä yksikön sisätiloihin tulee oletetun yksittäisvikautumisen seurauksena päässeeseen aineen määrä ja radioaktiivisuussisältö arvioida konservatiivisesti ottaen huomioon sekä ennen eristystä että eristyksen

jälkeen tapahtuvat päästöt. Päästön kesto tulee määrittää konservatiivisesti, ottaen huomioon vuodon havaitsemiseen, paikallistamiseen ja eristämiseen käytössä olevat mahdollisuudet.

6

ANALYYSIVAATIMUKSET

Luvussa 3 mainituille turvallisuustoiminnoille tulee suorittaa yksittäisvika-analyysit, jotta osoitettaisiin tässä YVL-ohjeessa esitettyjen vaatimusten täyttyminen. Yksittäisvika-analyysien tulokset esitetään alustavan ja lopullisen turvallisuusselosteen osana tai turvallisuusselosteita täydentävissä aihekohtaisissa raporteissa.

Yksikön normaalille käyttötilalle sekä kullekin alkutapahtumalle suoritettavan yksittäisvika-analyysin tulee kattaa turvajärjestelmien lisäksi kaikki niiden tarvitsemat apujärjestelmät. Turvajärjestelmään ja sen tarvitsemiin apujärjestelmiin ei vaadita oletettavan samanaikaisia tai peräkkäin ilmeneviä vikoja (lukuunottamatta niitä, jotka ovat seurausta alkutapahtumasta tai oletetusta yksittäisvikautumisesta). Esimerkiksi tarvittaessa sydämen hätäjähdytysjärjestelmää ja oletettaessa dieselgeneraattorin vikautuminen on kyseessä aktiivinen vika. Tästä viasta tai alkutapahtumasta voi seurata muita vikoja, mutta niitä lukuunottamatta ei muita hätäjähdytykseen vaikuttavia vikoja tarvitse ottaa huomioon lyhyellä tai pitkällä aikavälillä.

7

KIRJALLISUUSVIITTEET

1. YVL 1.0 Ydinvoimalaitosten suunnittelussa noudatettavat turvallisuusperiaatteet