

## Todennäköisyyspohjaiset turvallisuus- analyysit (PSA)

1	Yleistä	3
2	PSA:n käyttö ydinvoimalaitosten lupakäsittelyssä ja turvallisuuden valvonnassa	3
2.1	Suunnitteluvaiheen PSA	3
2.2	Tason 1 ja tason 2 PSA	4
2.3	PSA:n pitäminen ajan tasalla	4
2.4	PSA:n tulosten hyödyntäminen käytön aikana	5
3	PSA:ta koskevat vaatimukset	5
3.1	PSA:n laajuus	5
3.2	PSA:n sisältö	6
4	Todennäköisyyspohjaiset turvallisuustavoitteet	7
4.1	PSA:n numeeristen tulosten käyttö lupakäsittelyssä	7
4.2	Numeeriset suunnittelutavoitteet	7
5	Määritelmiä	8

Tämä ohje on voimassa 1.2.1997 alkaen toistaiseksi. Ohje kumoaa 16.10.1987 annetun ohjeen YVL 2.8.

Toinen, uudistettu painos  
Helsinki 1996  
Oy Edita Ab  
ISBN 951-712-170-9  
ISSN 0783-2338

# Valtuutusperusteet

Säteilyturvakeskus antaa ydinenergian käytön turvallisuutta koskevat yksityiskohdalliset määräykset ydinenergilain (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

Todennäköisyyspohjaisella turvallisuusanalyysillä (PSA) selvitetään kvantitatiivisesti ydinvoimalaitoksen käytön riskejä. Analyysin perusteella arvioidaan onnettomuuksien estämiseen tai lieventämiseen suunniteltuja toimintoja. Näihin toimintoihin saattaa liittyä useita turvallisuus- ja apujärjestelmiä sekä korvaavia järjestelmiä.

Ydinenergia-asetuksen 36 §:n mukaan luvanhakijan on esitettävä todennäköisyyspohjainen turvallisuusanalyysi Säteilyturvakeskukselle, kun se hakee käyttö lupaa. Valtioneuvoston päätöksen (395/91) 6 §:n 2 momentin mukaan *ydinvoimalaitoksen turvallisuutta ja sen turvallisuusjärjestelmien teknisiä ratkaisuja on perusteltava onnettomuusanalyysillä ja todennäköisyyspohjaisilla turvallisuusanalyysillä. Analyysijä on ylläpidettävä ja tarvittaessa täsmennettävä ottaen huomioon käyttökokemukset, kokeelliset tutkimustulokset ja laskentamenetelmissä tapahtuva kehitys.*

Tässä ohjeessa kerrotaan, miten todennäköisyyspohjaisia turvallisuusanalyysijä tulee käyttää kevytvesireaktorilla varustetun ydinvoimalaitoksen suunnittelun, rakentamisen ja käytön aikana osaltaan varmistamaan, että laitoksen turvallisuus on riittävä kaikissa laitoksen käyttötiloissa.

Suurin hyöty todennäköisyyspohjaisista turvallisuusanalyysistä saadaan käyttämällä jatkuvasti päivitettävää PSA:ta. Luvanhaltijan henkilökunnan osallistuminen PSA:n laadintaan ja hyväksikäyttöön edesauttaa yleistä laitoksen toiminnan ja eri järjestelmien välisen vuorovaikutusten ymmärtämistä.

Laitoksen turvallisuutta arvioitaessa todennäköisyyspohjaisia ja deterministisiä turvallisuusanalyysijä käytetään rinnakkain niin, että menetelmät täydentävät toisiaan. Deterministisillä analyyseilla osoitetaan, että järjestelmät ja laitteet täyttävät niille asetetut

tehtävät. Analyysien perustana olevat oletusarvot laitteiden kuormituksista, järjestelmien toiminta-arvoista ja järjestelmien suorituskykyä heikentävistä vioista määritellään laitteiden ja järjestelmien suunnitteluperusteissa. Deterministisillä analyyseillä ei kuitenkaan arvioida laitoksen kokonaisriskiä. Deterministisiä turvallisuusanalyysijä käsitellään ohjeessa YVL 2.2.

Säteilyturvakeskus (STUK) käyttää todennäköisyyspohjaisen turvallisuusanalyysin tuloksia myös sen arvioimiseen, kattavatko ohjeen YVL 2.2 mukaiset analyysit riittävän hyvin laitoksen erityyppiset häiriöt ja onnettomuudet.

## 2 PSA:n käyttö ydinvoimalaitosten lupakäsittelyssä ja turvallisuuden valvonnassa

### 2.1 Suunnitteluvaiheen PSA

Ydinvoimalaitoksen rakentamista koskevaa lupahakemusta varten luvanhakijan on toimittava STUK:lle alustava todennäköisyyspohjainen turvallisuusanalyysi. Tätä analyysijä kutsutaan seuraavassa suunnitteluvaiheen PSA:ksi. STUK arvioi suunnitteluvaiheen PSA:n hyväksyttävyyden ennen rakentamislupaa koskevan lausunnon antamista.

Suunnitteluvaiheen PSA:n tulosten tulee täyttää tässä ohjeessa (kohta 4) asetetut numeeriset suunnittelutavoitteet. Muussa tapauksessa laitokseen on suunniteltava tarvittavat rakenteelliset parannukset.

Jos rakentamislupahakemuksen tarkoittaman ydinvoimalaitoksen kaltaiselle toiselle laitokselle on jo tehty todennäköisyyspohjainen turvallisuusanalyysi, voidaan sitä käyttää hyväksi soveltuvin osin.

## 2.2 Tason 1 ja tason 2 PSA

Luvanhakijan on toimitettava tason 1 ja tason 2 PSA STUK:lle viimeistään ydinvoimalaitoksen käyttö lupaa haettaessa. STUK arvioi PSA:n hyväksyttävyyden ennen käyttö lupaa koskevan lausunnon antamista.

Tason 1 ja tason 2 PSA:n tarkoituksena on varmentaa suunnitteluvaiheen PSA:n johtopäätökset laitoksen turvallisuudesta sekä luoda perusta todennäköisyyspohjaiselle riskien hallinnalle laitoksen käytön aikana. Mikäli yksityiskohtaisen suunnittelun, rakentamisen ja käytön aikana tulee esiin uusia riskitekijöitä, on osoitettava, etteivät ne heikennä turvallisuutta olennaisesti siitä millaiseksi turvallisuus on arvioitu rakentamislupaa haettaessa. Tarvittaessa turvallisuutta on parannettava.

Kaaviossa 1 esitetään yhteenveto PSA:n ajoittamisesta ydinvoimalaitoksen suunnittelussa, rakentamisessa ja käyttöönotossa.

## 2.3 PSA:n pitäminen ajan tasalla

PSA tukee yhtäältä ydinvoimalaitoksen suunnittelua ja turvallisuusanalyysiä ja toisaalta ydinvoimalaitoksen turvallisuuden hallintaa ja valvontaa koko käyttöiän ajan.

Luvanhaltijan on pidettävä yllä tietokantaa turvallisuuteen vaikuttavien laitteiden luotettavuudesta, alkutapahtumista ja inhimillisistä virheistä. Luvanhaltijan on myös päivitettävä PSA vastaamaan käyttökokemuksia. STUK tarkastaa tämän työn tuloksia osana käytön tarkastusohjelmaa.

Luvanhaltijan on lisäksi päivitettävä PSA suunnittelun, rakentamisen ja käytön aikana tehtävien laitosmuutosten mukaisesti.

<b>Periaatepäätös ydinvoimalaitoksen rakentamisesta</b>
— Suunnitteluvaiheen PSA:n aloittaminen
<b>Rakentamislupahakemus</b>
— Suunnitteluvaiheen PSA:n toimittaminen STUK:lle
— Suunnitteluvaiheen PSA:n hyväksyttävyyden arviointi STUK:ssa
<b>Rakentamislupa</b>
— Suunnitteluvaiheen PSA:n täydentäminen tason 1 ja 2 PSA:ksi
<b>Käyttö lupahakemus</b>
— Tason 1 PSA:n toimittaminen STUK:lle
— Tason 1 PSA:n hyväksyttävyyden arviointi STUK:ssa
— Tason 2 PSA:n toimittaminen STUK:lle
— Tason 2 PSA:n hyväksyttävyyden arviointi STUK:ssa
<b>Käyttö lupa</b>
— PSA:n päivittäminen
— PSA:n käyttö ydinvoimalaitoksen turvallisuuden hallinnassa ja turvallisuuden valvonnassa
— Arviointi STUK:ssa

*Kaavio 1. PSA-analyysin ajoitus.*

## 2.4 PSA:n tulosten hyödyntäminen käytön aikana

PSA:n tuloksia tulee käyttää ydinvoimalaitoksen käytön turvallisuutta koskevien päätösten tukena mm. seuraavilla alueilla:

- tarkastusten kohdentaminen ja painottaminen
- turvallisuusteknisten käyttöehtojen soveltaminen
- tilannekohtainen laitevikojen riskien arviointi
- käyttöhenkilökunnan koulutus
- hätätilanne- ja häiriöohjeiden laatiminen
- laitoksen muutokset
- tapahtuneiden häiriöiden ja vikojen riskiarvion jälkiseuranta
- ennakkohuolto- ja kunnonvalvontaohjelmat.

Jos laitoksen muutoksella on ilmeinen vaikutus turvallisuuteen, luvanhaltijan on toimitettava STUK:lle selvitys muutoksesta ja sen vaikutuksesta turvallisuuteen. Selvitys on toimitettava ennen muutoksen toteuttamista riippumatta siitä, mihin turvallisuusluokkaan muutettavat järjestelmät kuuluvat.

## 3 PSA:ta koskevat vaatimukset

PSA:ssa tulee tarkastella tehokäytön lisäksi matalan tehotason tiloja ja seisokkitiloja sekä näiden välisiä siirtymäjaksoja.

Uuden laitoksen PSA:ssa on käytettävä samantyyppisiltä laitoksilta kerättyjä tietoja. Jo käytössä olevan laitoksen PSA:ssa tulee käyttää sen omia laitoskohtaisia luotettavuustietoja. Mikäli tietoja ei ole saatavissa tai niiden luotettavuus on huono esimerkiksi aineiston suppeuden takia, voidaan käyttää yleisiä luotettavuustietoja tai perusteltuja asiantuntija-arvioita.

Mikäli järjestelmässä käytetään sellaista tekniikkaa, jonka luotettavuuden tavoitearvon laskemiseksi ei ole käytettävissä vakiintuneita analyysimenetelmiä, voidaan järjestelmien

kokonaisluotettavuuden arvioimisessa käyttää sekä kvantitatiivisia että asiantuntija-arvioihin perustuvia analyysimenetelmiä. Asiantuntija-arvioihin perustuvia menetelmiä käytettäessä arviointitavan tulee olla riittävän konservatiivinen ja sen epävarmuudet tulee selvittää ja dokumentoida.

### 3.1 PSA:n laajuus

#### Suunnitteluvaiheen PSA

Suunnitteluvaiheen PSA:n tarkoituksena on tukea laitoksen tasapainoista suunnittelua. Sen avulla pyritään myös tunnistamaan turvallisuus- ja apujärjestelmien ja korvaavien järjestelmien väliset kytkennät, järjestelmien välinen vuorovaikutus, yhteiset vianaiheuttajat ja muut heikot kohdat.

Suunnitteluvaiheen PSA:ssa on tarkasteltava ainakin todennäköisimpien onnettomuuksien alkutapahtumia. Siinä on arvioitava, kuinka todennäköisesti kukin alkutapahtuma vaurioittaa reaktorisydäntä. Lisäksi on arvioitava, kuinka paljon ja kuinka todennäköisesti kussakin tapauksessa ympäristöön joutuu radioaktiivisia aineita.

Suunnitteluvaiheen PSA:ssa tarkasteltavat alkutapahtumat tulee valita samantyyppisille laitoksille tehtyjen analyysien ja laitosten käyttökokemusten perusteella. Yleensä analysoidaan ainakin seuraavat tapahtumat:

- transientit, joihin liittyy päälämpönielun tai syöttöveden menetys
- ulkoisen sähköverkon häiriö
- reaktorijäähdytteen vuoto
- käyttöhäiriöt, joiden yhteydessä reaktorin pikasulku ei onnistu (ns. ATWS-tapahtumat)
- suuret tulipalot, tulvat ja sääilmiöt
- tärkeimmät alkutapahtumat seisokin aikana.

Analyysissä tulee tarkastella myös alkutapahtuman ja turvallisuustoimintojen välistä riippuvuutta. Alkutapahtumia määritettäessä tulee ottaa huomioon alkutapahtuman mahdollinen vaikutus turvallisuusjärjestelmien tai niiden apujärjestelmien toimivuuteen.

### Tason 1 PSA

Tason 1 PSA:ssa tulee määrittää reaktorisydämen vaurioitumiseen johtavat onnettomuusketjut ja niiden todennäköisyys.

Alkutapahtumista tulee ottaa huomioon laitoksen sisäisistä vioista ja häiriöistä alkavat tapahtumat, ulkoisen sähköverkon menetys, tulipalot, tulvat, poikkeukselliset sääolot ja muut ympäristöstä johtuvat tekijät, sekä ihmisen toiminnasta johtuvat poikkeamat.

### Tason 2 PSA

Tason 2 PSA:ssa tulee määrittää suojarakennuksesta ulos pääsevien radioaktiivisten aineiden määrä ja todennäköisyys. Siinä tulee selvittää suojarakennuksen ohitusketjut ja arvioida reaktorionnettomuuden fysikaalinen eteneminen ja ajoittuminen erityyppisissä onnettomuuksissa, jotka uhkaavat suojarakennuksen eheyttä.

Tason 2 PSA:ssa tulee selvittää mm. seuraavat seikat:

- suojarakennuksen vuotaminen mm. suojarakennuksen eristysvirheen, höyrystimen tuubivaurion, järjestelmien välisten vuotojen tai läpivientien tai kulkuaukkojen tiivisteiden vaurioitumisen takia
- reaktiovoimien ja missiilien vaikutus onnettomuuden eri vaiheissa, erityisesti paineastian puhkeamisen tai primääripiirin muun vaurion yhteydessä
- eri onnettomuusketjuissa syntyvän vedyn määrä ja synnyn ajoittuminen, vedyn jakautuminen suojarakennuksessa sekä vety-palojen ja -räjähdysten todennäköisyys ja vaikutukset
- sulan sydänmateriaalin ja jäädytteen vuorovaikutuksissa tapahtuva nopea höyryntuotto (steam spiking) ja höyryräjähdykset
- reaktoripaineastian puhkisulamismekanismi, niiden ajoittuminen ja purkautuvan materiaalin vaikutus suojarakennuksen eheyteen

- suojarakennuksen paineen nopea kasvaminen esimerkiksi primääripiirin vaurioitumisen, vety-palojen tai sydänsulan ja jäädytteen vuorovaikutuksen takia
- reaktorisydämen tuleminen uudelleen kriittiseksi, kun reaktorisydän on osittain vaurioitunut ja säätömateriaalia on menetetty sydänalueelta esimerkiksi kun boorikonentraatio laimenee, paineastiaa täytetään vedellä tai kun nopea höyrystyminen nostaa vesitulpan
- suojarakennuksen paineen hidas kasvaminen jälkilämmön tai lauhtumattomien kaasujen muodostumisen vaikutuksesta
- suojarakennuksen puhkisulamisen sydänsulan ja rakenteiden vuorovaikutusten johdosta.

## 3.2 PSA:n sisältö

PSA:n sisältö tulee jäsenellä siten, että asiat ovat johdonmukaisesti jäljitettävissä olettamuksista lopputuloksiin asti.

Tason 1 PSA:n tulee sisältää seuraavat seikat:

- yleiskuvaus laitoksesta
- alkutapahtumien määrittäminen ja kuvaus
- turvallisuus- ja apujärjestelmien onnistumiskriteerit ja niiden määrittämiseen käytettyjen fysikaalisten, termohydraulisten tai reaktorifysikaalisten menetelmien kuvaus
- turvallisuus- ja apujärjestelmien kuvaus ja selvitys niiden välisestä riippuvuudesta
- alkutapahtumien luokittelu seurausten vastatoimenpiteiden mukaan
- tapahtumapuut alkutapahtumaluokista
- alkutapahtumien esiintymistajuuden arviointi
- onnettomuusketjujen määrittely termohydraulisten analyysien avulla
- selvitys järjestelmien, laitteiden sekä käyttö- ja kunnossapito henkilöstön toimien välisestä riippuvuudesta, yhteisvioista ja niiden mallintaminen joko tapahtumapuun tai vikapuun avulla
- analyysi laitteiden palautus- ja korjausmahdollisuuksista tarvittaessa

- vikapuuanalyysi järjestelmä- ja toimintokuvauksineen
- analyysi luotettavuustiedoista yleisen tietokannan tai samantyyppisten laitosten käyttökokemusten perusteella
- kvantitatiivinen todennäköisyysanalyysi, jossa on otettu huomioon merkittävimmät lopputulokseen vaikuttavat seikat
- riittävät tiedot epävarmuuksien ja herkyyksien arvioimiseksi.

Tason 2 PSA:n tulee sisältää seuraavat seikat:

- analyysi reaktorisydämen vaurioitumisesta eri onnettomuusketjuissa ja ajoittumisesta, tapahtumien ryhmittely sekä esitys suojarakennuspuista
- selvitys suojarakennuksen tapahtumien ja turvallisuusjärjestelmien välisestä vuorovaikutuksesta onnettomuuden edetessä
- selvitys vakavien onnettomuuksien hallintaan tarkoitettujen järjestelmien luotettavuudesta ottaen huomioon suojarakennuksessa onnettomuuden aikana vallitsevat olosuhteet ja virhetoimintojen mahdollisuus
- arvio reaktorisydäimestä vapautuvien radionuklidien määrästä sekä radionuklidien kulkeutumisesta ja pidätyksestä eri onnettomuusketjuissa
- arvio ympäristöön vapautuvien radioaktiivisten aineiden määrästä, laadusta, päästön korkeudesta ja ajoituksesta sekä onnettomuusketjujen todennäköisyydestä epävarmuuksineen
- asiantuntija-arviot perusteluineen
- tulokset ja arviointi
- johtopäätökset.

## 4 Todennäköisyyspohjaiset turvallisuustavoitteet

### 4.1 PSA:n numeeristen tulosten käyttö lupakäsittelyssä

Valtioneuvoston päätöksen (395/91) 13 §:n mukaan on oltava erittäin epätodennäköistä, että sattuu suuriin radioaktiivisten aineiden päästöihin johtavia onnettomuuksia. Ohjeen YVL 1.0 mukaan onnettomuuden todennäköisyyden on oltava sitä pienempi, mitä vakavampia seurauksia onnettomuus aiheuttaa ihmisille, ympäristölle ja omaisuudelle.

STUK edellyttää, että rakentamis- ja käyttö-lupahakemuksen yhteydessä toimitettavien PSA-analyyssien tulokset ovat kohdassa 4.2 annettujen numeeristen suunnittelutavoitteiden mukaiset.

Mikäli rakentamisen tai käytön aikana ilmenee riskitekijöitä, joita ei ole aiemmin tunnistettu, tulee niiden poistamiseksi noudattaa yleisperiaatetta, jonka mukaan laitoksesta tehdään niin turvallinen kuin järkevin toimenpitein on saavutettavissa (SAHARA, Safety As High As Reasonably Achievable). Harkitessaan toimenpiteiden riittävyttä sydämen vaurioitumistodennäköisyyden ja radioaktiivisten aineiden päästöjen todennäköisyyden pienentämiseksi STUK edellyttää, että turvallisuustasoa koskevat uudistetut arviot eivät osoita olennaista heikennystä siihen, mitä on arvioitu rakentamis- ja käyttö-lupahakemusten yhteydessä.

### 4.2 Numeeriset suunnittelutavoitteet

Jotta tärkeimpiin turvallisuustoimintoihin voi luottaa, toimintojen epäluotettavuuden odotusarvojen on tehoajolla alitettava kaaviossa 2 esitetyt suunnittelutavoitteet.

Turvallisuustoimintojen epäonnistumisen todennäköisyys tulee laskea samantyyppisten laitosten käyttökokemusten ja tietokannan perusteella. Jos tällaista tietokantaa ei ole saatavissa, voidaan käyttää yleistä tietokantaa. Luotettavuuteen vaikuttava järjestelmien ja komponenttien välinen riippuvuus tulee sisällyttää analyysiin.

Koko ydinvoimalaitosta koskevat seuraavat numeeriset suunnittelutavoitteet:

- Sydänvauriotaajuuden odotusarvo on pienempi kuin  $10^{-5}$ /vuosi.
- Valtioneuvoston päätöksen (395/91) 12 §:ssä tarkoitetun raja-arvon ylittävän päästön taajuuden on oltava odotusarvoltaan pienempi kuin  $5 \times 10^{-7}$ /vuosi. Suojarakennus tulee kuitenkin suunnitella siten, että se hyvin todennäköisesti säilyttää tiiviytensä sekä matala- että korkeapaineisissa sydämen vaurioitumisissa.

Turvallisuustoiminto	Epäonnistumistodennäköisyys/vaade
Reaktorin pikasulku	$\leq 10^{-5}$
Syöttöveden lisääminen höyrystimiin (PWR) tai reaktoripaineastiaan (BWR)	$\leq 10^{-4}$
Reaktorin hätäjähdytys primääripiirin pienen vuodon tapauksessa	$\leq 10^{-4}$
Suojarakennuksen eristäminen (sisältää putkijohdot, jotka ovat osa reaktorin primääripiiriä tai yhteydessä suoraan suojarakennuksen avoimeen sisätilaan ja lävistävät suojarakennuksen)	$\leq 10^{-3}$

*Kaavio 2. Turvallisuustoimintojen numeeriset suunnittelutavoitteet.*

PSA:ssa laskettuja eri onnettomuusketjuihin liittyviä riskejä tulee verrata toisiinsa sen varmistamiseksi, ettei laitokseen jää yleisestä riskitasosta poikkeavia, dominoivia riskitekijöitä.

## 5 Määritelmiä

**PSA** (probabilistic safety assessment) on yleiskäsite, jolla tarkoitetaan minkä tahansa laajuista todennäköisyyspohjaista turvallisuusanalyysia.

**PSA:n eri tasoilla** kuvataan laajan turvallisuusanalyysin syvyyttä. Taso 1 on turvallisuusanalyysin ensimmäinen osa. Siinä määritetään reaktorisydämen vaurioitumistodennäköisyys. Tason 2 riskianalyysissä tarkastellaan reaktorisydämen sulamista, onnettomuuden etenemistä ja radioaktiivisten aineiden pääsemistä suojarakennuksesta ympäristöön. Tason 3 turvallisuusanalyysissä selvitetään radioaktiivisten päästöjen aiheuttama ympäristöriski. Tämä ohje ei koske tason 3 turvallisuusanalyysia.

**Suunnitteluvaiheen PSA** tarkoittaa alustavaa todennäköisyyspohjaista turvallisuusanalyysia. Suunnitteluvaiheen PSA:ssa selvitetään todennäköisimmät onnettomuusketjut alkutapahtumasta aina ympäristöön pääsevien radioaktiivisten aineiden määrään ja todennäköisyyteen asti.

**Turvallisuustoimintojen** tarkoituksena on ehkäistä häiriö- ja onnettomuustilanteiden syntyminen tai eteneminen tai lieventää onnettomuustilanteiden seurauksia.

**Alkutapahtuma** on yksittäinen tapahtuma, joka vaatii laitoksen turvallisuustoimintojen käynnistämistä. Alkutapahtuma voi olla laitoksen sisäinen tai ulkoinen tapahtuma kuten laitevika, luonnonilmiö tai ihmisen toiminnasta johtuva poikkeama.

**Turvallisuusjärjestelmä** suorittaa jotakin turvallisuustoimintoa.

**Apujärjestelmä** mahdollistaa turvallisuustai käyttöjärjestelmän päätoiminnon esim. syöttämällä sähköä, jähdyttämällä, voitelemalla tai säätämällä.

**Korvaava järjestelmä** tarkoittaa tässä yhteydessä sellaista käyttöjärjestelmää, joka on suunniteltu avustamaan tai tarvittaessa korvaamaan turvallisuusjärjestelmä onnettomuustilanteessa.

**Käyttöjärjestelmä** on suunniteltu laitoksen normaalikäytön ylläpitämiseksi. Se sisältää nestettä tai kaasua. Useat käyttöjärjestelmät ovat merkittäviä turvallisuuden kannalta ja niillä voidaan korvata turvallisuusjärjestelmä eräissä onnettomuustilanteissa.

# YVL-ohjeet

## Yleiset ohjeet

YVL 1.0 Ydinvoimalaitosten suunnittelussa noudatettavat turvallisuusperiaatteet, 12.1.1996

YVL 1.1 Säteilyturvakeskus ydinenergian käytön valvontaviranomaisena, 27.1.1992

YVL 1.2 Ydinlaitosten turvallisuusvalvontaa koskevat asiakirjat, 11.9.1995

YVL 1.3 Ydinlaitosten mekaaniset laitteet ja rakenteet. Testausluvut, 22.8.1996

YVL 1.4 Ydinvoimalaitosten laadunvarmistus, 20.9.1991

YVL 1.5 Ydinvoimalaitoksia koskeva raportointi Säteilyturvakeskukselle, 11.1.1995

YVL 1.6 Ydinvoimalaitoksen ohjaajien hyväksyminen, 9.10.1995

YVL 1.7 Ydinvoimalaitoksen turvallisuuden kannalta tärkeät tehtävät, henkilökunnan pätevyys ja koulutus, 28.12.1992

YVL 1.8 Muutos-, korjaus- ja ennakkohuoltotyöt ydinlaitoksissa, 2.10.1986

YVL 1.9 Ydinvoimalaitosten käytön laadunvarmistus, 13.11.1991

YVL 1.11 Ydinvoimalaitosten käyttökokemusten hyödyntäminen, 22.12.1994

YVL 1.13 Ydinvoimalaitosten seisokit, 9.1.1995

YVL 1.15 Ydinlaitosten mekaaniset laitteet ja rakenteet. Rakennetarkastus, 19.12.1995

## Järjestelmät

YVL 2.1 Ydinvoimalaitosten järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden turvallisuusluokitus, 22.5.1992

YVL 2.2 Ydinvoimalaitosten teknisten ratkaisujen perustelemiseksi tehtävät häiriö- ja onnettomuusanalyysit, 18.1.1996

YVL 2.3 Ydinvoimalaitosten järjestelmien ennakkotarkastus, 14.8.1975

YVL 2.4 Ydinvoimalaitoksen primääri- ja sekundääripiirin paineenhallinta, 18.1.1996

YVL 2.5 Ydinvoimalaitosten koekäyttö, 8.1.1991

YVL 2.6 Maanjäristysten huomioonottaminen ydinlaitoksissa, 19.12.1988

YVL 2.7 Ydinvoimalaitoksen turvallisuustoimintojen varmistaminen vikautumisten varalta, 20.5.1996

YVL 2.8 Todennäköisyyspohjaiset turvallisuusanalyysit (PSA), 20.12.1996

## Paineastiat

YVL 3.0 Ydinlaitosten paineastoiden valvonta. Yleisohjeet, 11.9.1996

YVL 3.1 Ydinvoimalaitosten painesäiliöt. Rakennesuunnitelma. Turvallisuusluokat 1 ja 2, 11.5.1981

YVL 3.2 Ydinvoimalaitosten painesäiliöt. Rakennesuunnitelma. Turvallisuusluokka 3 ja luokka EYT, 21.6.1982

YVL 3.3 Ydinlaitosten paineastiat. Putkistojen valvonta, 4.12.1996

YVL 3.4 Ydinvoimalaitosten paineastiat Valmistajan pätevyys, 16.12.1996

YVL 3.7 Ydinlaitosten paineastiat. Käyttöönotto-tarkastus, 12.12.1991

YVL 3.8 Ydinvoimalaitosten paineastiat. Määräaikaistarkastukset, 3.12.1993

YVL 3.9 Ydinvoimalaitosten paineastiat. Rakennaineet ja hitsauslisäaineet, 6.4.1995

## Rakennustekniikka

YVL 4.1 Ydinlaitosten betonirakenteet, 22.5.1992

YVL 4.2 Ydinlaitosten teräsrakenteet, 19.1.1987

YVL 4.3 Ydinlaitosten palontorjunta, 2.2.1987

## Muut rakenteet ja laitteet

YVL 5.3 Ydinlaitosten venttiilien ja niiden toimilaitteiden valvonta, 7.2.1991

YVL 5.4 Ydinlaitosten varoventtiilien valvonta, 6.4.1995

YVL 5.5 Ydinlaitosten sähkö- ja instrumentointijärjestelmien ja -laitteiden valvonta, 7.6.1985

YVL 5.6 Ydinvoimalaitosten ilmastointijärjestelmät ja -laitteet, 23.11.1993

YVL 5.7 Ydinlaitosten pumppujen valvonta, 23.11.1993

YVL 5.8 Ydinlaitosten nosto- ja siirtolaitteet, 5.1.1987

## **Ydinmateriaali**

YVL 6.1 Ydinpolttoaineen ja muiden ydinvoimalaitoksen käytössä tarvittavien ydinmateriaalien valvonta, 19.6.1991

YVL 6.2 Polttoaineen suunnittelurajat ja yleiset suunnitteluvaatimukset, 15.2.1983

YVL 6.3 Polttoaineen suunnittelun ja valmistuksen valvonta, 15.9.1993

YVL 6.4 Ydinaineiden ja ydinjätteiden kollit ja pakkaukset, 9.10.1995

YVL 6.5 Ydinaineiden ja ydinjätteiden kuljetukset, 12.10.1995

YVL 6.6 Ydinpolttoaineen käytön valvonta, 5.11.1990

YVL 6.7 Ydinpolttoaineen laadunvarmistus, 23.11.1993

YVL 6.8 Ydinpolttoaineen varastointi ja käsittely, 13.11.1991

YVL 6.9 Ydinmateriaalien kirjanpito- ja valvontajärjestelmä, 23.11.1993

YVL 6.10 Ydinmateriaaleja koskeva raportointi, 23.11.1993

YVL 6.11 Ydinvoimalaitosten turvajärjestelyt, 13.7.1992

YVL 6.21 Ydinpolttoaineen kuljetusten turvajärjestelyt, 15.2.1988

## **Säteilysuojelu**

YVL 7.1 Ydinvoimalaitoksen ympäristön säteilyaltistuksen ja radioaktiivisten aineiden päästöjen rajoittaminen, 14.12.1992

YVL 7.2 Ydinvoimalaitosten ympäristön väestön säteilyannosten arvioiminen, 12.5.1983

YVL 7.3 Radioaktiivisten aineiden päästöjen leviämisen arviointi ydinvoimalaitosten käyttö- ja onnettomuustilanteissa, 12.5.1983

YVL 7.4 Ydinvoimalaitosten valmiussuunnitelmat, 12.5.1983

YVL 7.5 Ydinvoimalaitosten meteorologiset mittaukset, 28.12.1990

YVL 7.6 Ydinvoimalaitosten radioaktiivisten aineiden päästöjen mittaus, 13.7.1992

YVL 7.7 Ydinvoimalaitoksen ympäristön säteilyvalvonta, 11.12.1995

YVL 7.8 Ydinvoimalaitoksen ympäristön säteilyturvallisuusraportointi, 11.12.1995

YVL 7.9 Ydinvoimalaitosten työntekijöiden säteilysuojelu, 14.12.1992

YVL 7.10 Ydinvoimalaitoksen työntekijöiden säteilyaltistuksen valvonta, 29.8.1994

YVL 7.11 Ydinvoimalaitosten säteilymittausjärjestelmät ja -laitteet, 20.12.1996

YVL 7.14 Toimenpidetasot väestön suojelemiseksi ydinvoimalaitosten onnettomuustilanteissa, 26.5.1976

YVL 7.18 Ydinvoimalaitoksen rakenteellinen säteilyturvallisuus, 20.12.1996

## **Ydinjätehuolto**

YVL 8.1 Voimalaitosjätteiden loppusijoitus, 20.9.1991

YVL 8.2 Ydinjätteiden vapauttaminen valvonnasta, 19.3.1992

YVL 8.3 Radioaktiivisten jätteiden käsittely ja varastointi ydinvoimalaitoksessa, 20.8.1996