

# Ydinvoimalaitoksen sähköjärjestelmät ja -laitteet

<b>1</b>	<b>Yleistä</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Sähköjärjestelmien ja -laitteiden suunnitteluperiaatteet</b>	<b>3</b>
2.1	Yleiset suunnitteluperiaatteet	3
2.2	Kantaverkkoyhteydet	6
2.3	Varmentamattomat sähköjärjestelmät	6
2.4	Varmennetut vaihtosähköjärjestelmät	6
2.5	Tasasähköjärjestelmät	7
<b>3</b>	<b>Viranomaisvalvonta</b>	<b>8</b>
3.1	Sähköjärjestelmien ennakkotarkastus	8
3.2	Sähkölaitteiden ennakkotarkastus	8
3.3	Valmistuksen valvonta	9
3.4	Asennuksen valvonta	9
3.5	Käyttöönotto	9
3.6	Käytönaikainen valvonta	10
3.7	Käytönaikaiset järjestelmä- ja laitemuutokset	10
<b>4</b>	<b>Määritelmiä</b>	<b>11</b>

Tämä ohje on voimassa 1.3.1997 alkaen toistaiseksi.

# Valtuutusperusteet

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

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

# 1 Yleistä

Ydinvoimalaitoksen sähkölaitteita ja -järjestelmiä käytetään toisaalta sähkötehon tuottamiseen ja syöttämiseen ulkoiseen verkkoon sekä toisaalta sähkötehon syöttämiseen laitoksen järjestelmille ulkoisista ja sisäisistä teholähteistä. Sähköjärjestelmien luotettava toiminta on tärkeää laitoksen turvallisuuden varmistamiseksi sekä onnettomuuden hallitsemiseksi ja sen seurausten lieventämiseksi.

Yleiset määräykset ydinvoimalaitosten turvallisuudesta esitetään valtioneuvoston päätöksessä (395/91), johon sisältyy määräyksiä myös ydinvoimalaitoksen sähköjärjestelmistä. Ohjeessa YVL 1.0 esitetään näitä määräyksiä täsmentäviä ydinvoimalaitoksen suunnittelussa noudatettavia turvallisuusperiaatteita.

Ohjeessa YVL 1.1 selvitetään, kuinka STUK valvoo ydinlaitoksen suunnittelua, rakentamista ja käyttöä. Tässä ohjeessa esitetään sähköjärjestelmiä ja -laitteita koskevia yksityiskohtaisia suunnitteluperiaatteita ja turvallisuusvaatimuksia. Ohjeen luvussa 3 kuvataan STUK:n valvontatoimintaa, joka kohdistuu ydinlaitoksen sähköjärjestelmiin ja -laitteisiin.

Ydinvoimalaitosten automaatiojärjestelmiä ja -laitteita koskee ohje YVL 5.5, pumppujen moottoreita ohje YVL 5.7, venttiilien toimilaitteita ohje YVL 5.3, dieselgeneraattoreita ohje YVL 5.1, ilmastointijärjestelmiä ja -laitteita ohje YVL 5.6 sekä nosto- ja siirtolaitteita ohje YVL 5.8. Maanjäristyksen ottamista huomioon käsitellään ohjeessa YVL 2.6 ja palontorjuntaa ohjeessa YVL 4.3. Ohjelmoitavaa tekniikkaa sisältävän sähköjärjestelmän tai -laitteen kohdalla noudatetaan soveltuvin osin ohjetta YVL 5.5. Ydinvoimalaitoksen laitteiden ja järjestelmien suunnittelussa ja sijoittamisessa huomioon otettavia säteilyturvallisuuden liittyviä näkökohtia koskee ohje YVL 7.18.

Tämän ohjeen lisäksi ydinvoimalaitosta koskee myös sähköturvallisuuden liittyvä lainsäädäntö, jonka noudattamista valvovat asianomaiset viranomaiset.

# 2 Sähköjärjestelmien ja -laitteiden suunnittelu- periaatteet

## 2.1 Yleiset suunnitteluperiaatteet

### Rinnakkais-, erottelu- ja erilaisuusperiaate

Valtioneuvoston päätöksen (395/91) 18 §:n 3 momentin mukaisesti *tärkeimpiä turvallisuustoimintoja suorittavien järjestelmien on pysyttävä toteuttamaan tehtävänsä, vaikka mikä tahansa järjestelmän yksittäinen laite olisi toimintakyvytön ja vaikka mikä tahansa turvallisuustoimintoon vaikuttava laite olisi samanaikaisesti poissa käytöstä korjauksen tai huollon vuoksi* (rinnakkaisperiaate).

*Toisiaan varmistavat turvallisuusjärjestelmät sekä turvallisuusjärjestelmien rinnakkaiset osat on erotettava toisistaan siten, että niiden vioittuminen samasta ulkoisesta syystä on epätodennäköistä* (erotteluperiaate).

*Tärkeimpien turvallisuustoimintojen varmistamisessa on käytettävä mahdollisuuksien mukaan eri toimintaperiaatteisiin perustuvia järjestelmiä* (erilaisuusperiaate).

Ohjeen YVL 1.0 mukaisesti *laitoksen turvallisuustoimintoja palvelevan sisäisen sähkötehon syöttöjärjestelmän on voitava toteuttaa tehtävänsä odotettavissa olevissa käyttöhäiriöissä ja oletetuissa onnettomuuksissa myös yksittäisvikautumisen sattuessa, vaikka mikä tahansa laite olisi samanaikaisesti pois käytöstä korjauksen tai huollon vuoksi*.

Turvallisuusluokiteltujen sähköjärjestelmien sähköinen erotus on suunniteltava siten, että rinnakkaisten osajärjestelmien vioittuminen saman sähköhäiriön johdosta on epätodennäköistä.

Suunnittelussa tulee varmistaa, ettei luokkaan EYT kuuluvan järjestelmän vioittuminen vaaranna turvallisuusluokitellun järjestelmän suunniteltua toimintaa.

## Turvallisuusluokitus ja laadunvarmistus

Valtioneuvoston päätöksen (395/91) 21 §:n 1 momentin mukaisesti *ydinvoimalaitoksen järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden toiminnot, joilla on merkitystä laitoksen turvallisuudelle, on määriteltävä ja järjestelmät, rakenteet ja laitteet luokiteltava niiden turvallisuusmerkityksen perusteella*. Luokittelua koskevat yksityiskohtaiset ohjeet esitetään ohjeissa YVL 2.1.

Valtioneuvoston päätöksen (395/91) 5 §:n mukaisesti *ydinvoimalaitoksen suunnittelua, rakentamista ja käyttöä koskevissa turvallisuuden vaikuttavissa toiminnoissa on noudatettava kehittyneitä laadunvarmistusohjelmia*. Ohjeissa YVL 1.4 ja 1.9 esitetään laadunvarmistusta koskevat yleiset periaatteet.

Valtioneuvoston päätöksen (395/91) 21 §:n 2 momentin mukaisesti *turvallisuuden kannalta tärkeät järjestelmät, rakenteet ja laitteet on suunniteltava, valmistettava ja asennettava sekä niitä on käytettävä siten, että niiden laatu- ja laatutason todentamiseksi tarvittavat tarkastukset ja testaukset ovat riittävät, kun otetaan huomioon kohteen turvallisuusmerkitys*.

## Sähkömagneettisten häiriöiden huomioon ottaminen

Ydinvoimalaitoksen sähköjärjestelmät ja -laitteet on suojattava luotettavasti sähköisten ja magneettisten häiriökenttien vaikutuksilta sekä erilaisilta verkko- ja radiohäiriöiltä ja tietoliikenteen aiheuttamilta häiriöiltä.

Sähkölaitteet tulee suunnitella siten, että ne eivät myöskään itse aiheuta haitallisia sähkömagneettisia häiriöitä toimintaympäristöönsä.

Maadoitus- ja ukkossuojausjärjestelmät tulee suunnitella siten, että ne suojaavat tehokkaasti ihmisiä, rakennuksia, laitteita ja sähkö- ja automaatiojärjestelmiä salamaniskujen aiheuttamilta ylijännitteiltä ja -virroilta sekä mahdollisilta muilta ilmastollisilta sähkömagneettisilta häiriöiltä.

## Ylijännitesuojaus

Ydinvoimalaitoksen maadoitus- ja ylijännitesuojausjärjestelmät tulee suunnitella siten, että ne estävät tehokkaasti vahingollisten sisäisten ja ulkoisten ylijännitteiden esiintymisen sähkö- ja automaatiojärjestelmissä.

## Kelpoistaminen ympäristöolosuhteisiin

Onnettomuuksissa tarvittavien sähkölaitteiden ja kaapelien rakenteet ja materiaalit sekä niiden asennukset on suunniteltava siten, että laitteiden toimintakyky säilyy asetettujen vaatimusten mukaisena koko suunnitellun käyttöajan ajan suunnittelun perusteena olevissa onnettomuuksissa.

Niille sähkölaitteille ja kaapeleille, joiden tulee säilyä toimintakykyisinä myös oletetuissa onnettomuuksissa, on toimintakyvyn varmistamiseksi tehtävä tarvittavat kokeet. Kokeiden on muodostettava yhtenäinen koearja, jossa samaan koekappaleeseen kohdistetaan kyseiset suunnittelun perusteena olevat ympäristörasitukset. Oletettua onnettomuutta jäljittelevän kokeen tulee sisältää onnettomuusolosuhteita vastaava säteilytys ja lämpötilan, paineen ja kosteuden aiheuttamat rasitukset sekä näitä tilanteita kuvaavat, riittävän nopeat olosuhteiden muutokset. Koeksessa käytettävän veden tulee koostumukseltaan vastata kyseisissä onnettomuusolosuhteissa kysymykseen tulevaa vettä. Jos laite voi jäädä oletetussa onnettomuudessa veden alle ja jos sen on tällöinkin kyettävä toimimaan, toimintakuntoisuus tulee osoittaa myös tässä tilanteessa.

Laitteen ja kaapelin nopeutettu vanhentaminen tulee tehdä siten, että se kuvaa riittävällä varmuudella todellista vanhenemista. Vanhentaminen tehdään yleensä siten, että koekappale vanhennetaan ensin termisesti ja sitten säteilytetään. Seuraavaksi koekappaleelle tehdään mekaaninen rasituskoe ja lopuksi edellä esitetyt oletettua onnettomuutta kuvaavat kokeet. Kokeet tulee suunnitella siten, että ne osoittavat riittävällä varmuudella laitteen ja kaapelin säilyvän toimintakykyisenä oletetuissa onnettomuuksissa koko niiden suunnitellun käyttöajan ajan.

Seismiset kokeet ja analyysit tulee tehdä ohjeen YVL 2.6 mukaisesti.

Jos sähkölaitteen tulee toimia vakavissa reaktorionnettomuuksissa, sen kelpoisuus tähän tulee osoittaa soveltuvalla tavalla. Suojarakennuksessa sijaitsevien sähkölaitteiden toimintakyvyn säilyminen onnettomuuden aikana mahdollisesti tapahtuvien vetypalojen yhteydessä tulee osoittaa, jos laitteiden toimintaa tarvitaan sellaisissa onnettomuuksissa, joissa vetypalojen esiintyminen on mahdollista.

### **Ulkoisen ja sisäisen sähkötehon syöttö**

Valtioneuvoston päätöksen (395/91) 18 §:n 4 momentin mukaisesti turvallisuustoimintojen varmistamiseksi *ydinvoimalaitoksella on oltava ulkoisen ja sisäisen sähkötehon syöttöjärjestelmät. Tärkeimmät turvallisuustoiminnot on voitava toteuttaa kumpaa tahansa sähkötehon syöttöjärjestelmää käyttämällä.*

Ohjeen YVL 1.0 mukaisesti *laitos tulee varustaa järjestelmillä, jotka mahdollistavat sähkötehon syötön päägeneraattorilta laitoksen turvallisuuden kannalta tärkeille järjestelmille, jos yhteys ulkoiseen siirtoverkkoon katkeaa.*

*Laitoksen sähkötehon syöttölähteet tulee suunnitella siten, että yksittäisen syöttölähteen menetyksestä seuraava tai samasta syystä aiheutuva jäljelle jääneiden syöttölähteiden menetys on erittäin epätodennäköistä.*

### **Vaihtosähkön täydellinen menetys**

Ohjeen YVL 1.0 mukaisesti *ydinvoimalaitoksen suunnittelussa tulee ottaa huomioon se mahdollisuus, että laitoksen ulkoiset ja sisäiset vaihtosähkön syöttölähteet menetetään yhtä aikaa. Tähän varautumiseksi laitoksella tulee olla käytettävissä vaihtosähkön syöttölähde, joka on riippumaton käyttötilanteita ja oletettuja onnettomuuksia varten suunnitelluista sähkötehon syöttölähteistä. Tämä syöttölähde tulee voida ottaa käyttöön riittävän nopeasti ja sen tehon tulee olla riittävä reaktorin jälkilämmön poistoon, primääripöörin eheyden varmistamiseen ja reaktorin säilyttämiseen alikriittisenä.*

### **Laitosyksiköiden väliset syöttöyhteydet**

Samalla laitospaikalla olevien laitosyksiköiden sähköjärjestelmät on suunniteltava niin, että laitosyksiköltä voidaan onnettomuuden aikana syöttää sähkötehoa toisen laitosyksikön turvallisuuden kannalta tärkeille järjestelmille. Syöttöyhteydet tulee suunnitella siten, että sähköhäiriöiden leviäminen niiden kautta laitosyksiköltä toiselle ja yhteyksien suunnittelematon käyttöönotto tai kytkeytyminen ovat epätodennäköisiä. Yhteydet on voitava tarvittaessa ottaa käyttöön riittävän nopeasti ja luotettavasti.

### **Ylivirtasuojaus**

Sähköjärjestelmät on varustettava luotettavilla, selektiivisesti toimivilla suojalaitteilla, jotka oikosulku- tai ylikuormitustilanteissa poistavat käytöstä ainoastaan vioittuneen laitteen tai sähköverkon osan. Suojalaitteiden on toimittava selektiivisesti sähköjärjestelmien kaikissa suunnitelluissa kytkentätilanteissa. Vikavirrat on katkaistava riittävän nopeasti, jotta niistä ei aiheudu vaaraa ja jotta häiriöt jäävät mahdollisimman pieniksi. Laitoksen turvallisuuden ja häiriöttömän toiminnan kannalta tärkeät sähkökeskukset tulee tarvittaessa varustaa luotettavalla valokaarisuojauksella.

### **Ennakkohuollot ja korjaukset**

Suunnittelussa tulee ottaa huomioon, että laitoksen käyttötoimenpiteet sekä sähköjärjestelmien ja -laitteiden määräaikaistarkastukset, -huollot ja -kokeet sekä korjaukset voidaan tehdä laitoksen ja henkilöstön turvallisuutta vaarantamatta ja toimenpiteestä aiheutuva käyttökunnottomuus aika minimoiden.

### **Tunnusmerkinnät**

Ohjeen YVL 1.0 mukaisesti *laitteiden tunnistamiseksi tulee suunnitella selkeä merkin-täijärjestelmä.*

Tunnistamisen helpottamiseksi ja inhimillisten virheiden välttämiseksi tulee laitoksen sähköjärjestelmien laitteet ja kaapelit varus-

taa kestävästä materiaalista valmistetulla tunnusmerkinnällä, joka on helposti luettavissa tarkastuksen, huollon ja vianhaun yhteydessä. Tunnusmerkinnän lisäksi kaapeleista ja niiden reiteistä tulee laatia riittävän yksityiskohtaiset kaapelointidokumentit.

## 2.2 Kantaverkkoyhteydet

Ohjeen YVL 1.0 mukaisesti *sähkötehon syöttöä varten tulee ulkopuolisesta verkosta kuhunkin laitoksen sisäisen sähköjakelujärjestelmän rinnakkaiseen osaan olla kaksi erillistä, toisistaan riippumatonta verkkoyhteyttä. Nämä tulee suunnitella siten, että käyttötilanteissa ja oletetuissa onnettomuuksissa molempien verkkoyhteyksien samanaikainen katkeaminen on epätodennäköistä. Kumpikin verkkoyhteys on voitava ottaa käyttöön riittävän nopeasti laitoksen päägeneraattorin verkosta erottamisen jälkeen.*

Suunnittelussa tulee ottaa huomioon kantaverkossa esiintyvien jännitevaihteluiden ja taajuuspoikkeamien vaikutukset ydinvoimalaitoksen sähköjärjestelmiin ja -laitteisiin. Kantaverkkoyhteydet apujärjestelmien on sähkötekniisesti mitoitettava ja fyysisesti sekä sähkötekniisesti erotettava siten, että suunnittelun perustana olevat kantaverkon häiriötilanteet eivät vaaranna turvallisuudelle tärkeiden laitteiden toimintakykyä laitoksen käyttöhäiriöissä ja onnettomuuksissa.

Kantaverkkoyhteydet tulee suunnitella siten, että molempien yhteyksien samanaikainen ja samasta syystä tapahtuva vioittuminen käyttöhäiriöissä ja oletetuissa onnettomuuksissa on epätodennäköistä. Suunnittelussa on kiinnitettävä huomiota myös verkkoyhteyksien mahdollisten oikosulkujen aiheuttamiin laitevaurioihin ja tulipaloihin. Lisäksi yhteyksien käyttökuntoisuuden kannalta tärkeät apujärjestelmät, kuten esimerkiksi apujännitesyötöt ja kytkentäautomaatiikat, tulee suunnitella siten, että verkkoyhteydet ovat mahdollisimman riippumattomia toisistaan.

Kantaverkkoyhteydet tulee varustaa luotettavalla syötönvaihtojärjestelmällä, joka käynnistyy automaattisesti. Syötönvaihto on voi-

tava tehdä myös valvomosta ohjaamalla. Laitoksen ulkoisiin sähköverkkoihin kytetyt tehomuuntajat on tarvittaessa varustettava kantaverkon jännitevaihteluiden vaikutuksia vastaan muuntajakohtaisilla automaattisilla ja käsin ohjattavilla jännitteensäätöjärjestelmillä, joiden avulla laitoksen sähköjärjestelmät pysyvät toimintakuntoisina kantaverkon oletettujen jännitevaihteluiden aikana.

## 2.3 Varmentamattomat sähköjärjestelmät

Varmentamattomat sähköjärjestelmät tulee suunnitella siten, että niiden viat tai häiriöt eivät vaaranna laitoksen turvallisuuden kannalta tärkeiden sähköjärjestelmien toimintakykyä. Varmentamattomat sähköjärjestelmät ja niiden apujärjestelmät tulee erottaa fyysisesti ja sähköisesti laitoksen turvallisuudelle tärkeistä järjestelmistä niin luotettavalla tavalla, että turvallisuudelle tärkeän järjestelmän vioittuminen varmentamattomassa järjestelmässä esiintyvän häiriön seurauksena on epätodennäköistä.

## 2.4 Varmennetut vaihtosähköjärjestelmät

Turvallisuuden kannalta tärkeiden vaihtosähkölaitteiden toiminnan varmistamiseksi tulee niiden sähkötehon syöttö varmentaa riittävän tehokkailla ja toisistaan riippumattomilla sisäisillä varatehon syöttöjärjestelmillä.

Varmennettuihin vaihtosähköjärjestelmiin on liitettävä riittävän luotettavat ja tehokkaat sekä automaattisesti kytkeytyvät sähkötehon varasyöttöjärjestelmät, jotka varmistavat sähkönsaannin katkotta tai hyväksyttävän pituisen jännitekatkon jälkeen silloin, kun normaalissa sähkötehon syötössä esiintyy laitteiden toimintakykyä vaarantava häiriö. Varatehon syöttöjärjestelmät tulee voida ottaa käyttöön luotettavasti myös valvomosta ja varaohjauspaikoilta ohjaamalla.

Varatehon syöttöjärjestelmät on suunniteltava siten, että ne varmistavat laitoksen turvallisuuden kannalta tärkeiden varmennettujen vaihtosähköjärjestelmien toimintakyvyn jär-

jestelmille asetettujen toiminta-aikavaatimusten mukaisesti.

Varatehon syöttöjärjestelmät on mitoitettava siten, että ne kykenevät luotettavasti käynnistymään, kytkeytymään, ottamaan vastaan kuormitukset ja syöttämään sähkötehoa vaativimpienkin kuormitustilanteiden ja ympäristöolosuhteiden aikana. Syötetyn vaihtosähkön laatu on pystyttävä ylläpitämään koko ajan siten, että kuormittavien laitteiden toimintakyky ei vaarannu Ydinlaitosten dieselgeneraattoreita koskevia vaatimuksia esittään tarkemmin ohjeessa YVL 5.1.

Varatehon syöttöjärjestelmät tulee varustaa riittävän kattavilla, hälyttävillä kunnonvalvontalaitteilla, joiden avulla järjestelmien käyttökunnottomuutta aiheuttavat viat on mahdollista nopeasti havaita ja paikallistaa.

Varatehon syöttöjärjestelmien käyttökunnon testauksen, huoltoa ja korjausta varten tulee järjestelmään kuuluvat yksiköt voida erottaa turvallisesti muista sähköjärjestelmistä. Tarvittaessa akustovarmennettujen vaihtosähköjärjestelmien tehonsyöttöyksiköt on voitava luotettavasti korvata käyttöön otettavilla varasyöttöyhteyksillä, joiden avulla tehonsyöttöyksiköille tehtävät toimenpiteet on mahdollista suorittaa laitoksen turvallisuutta vaarantamatta.

Mikäli on syytä epäillä, ettei varmennettu vaihtosähköjärjestelmä tai sen osa toimisi luotettavasti yhteisvian vuoksi, on järjestelmän suunnittelussa käytettävä mahdollisuuksien mukaan eri toimintaperiaatteisiin perustuvia ratkaisuja.

Rinnakkaisten osajärjestelmien toiminnalle välttämättömät automaattiset toiminnot (esim. käynnistys- ja kytkentäautomaatiikat) sekä apujärjestelmät (esim. apusähkö, ilmastointi, jäähdytys, polttoaine, voitelu ja paineilma) tulee suunnitella samojen periaatteiden mukaisesti kuin itse osajärjestelmät. Apujärjestelmät on mitoitettava siten, että ne kykenevät asetettujen toiminta-aikavaatimusten mukaisesti varmistamaan turvallisuuden kannalta tärkeiden varmennettujen vaihtosähköjärjes-

telmien toimintakyvyn kaikissa laitoksen käyttötilanteissa ja oletetuissa onnettomuuksissa.

Rinnakkaisten osajärjestelmien välisiä ristikytkentöjä tulee välttää, ellei voida osoittaa, että ne parantavat järjestelmän luotettavuutta. Tällöin yhteydet on suunniteltava siten, että inhimilliset virheet ovat niiden käyttöönoton ja käytön yhteydessä epätodennäköisiä. Yhden osajärjestelmän vioittumisen leviäminen ristikytkennän kautta toiseen osajärjestelmään tulee estää luotettavasti.

## 2.5 Tasasähköjärjestelmät

Turvallisuudelle tärkeät tasasähköjärjestelmät on suunniteltava mahdollisimman riippumattomiksi muista järjestelmistä. Niiden tulee täyttää soveltuvin osin edellä esitetyt varmennettuja vaihtosähköjärjestelmiä koskevat suunnitteluperiaatteet.

Turvallisuudelle tärkeät tasasähköjärjestelmät on suunniteltava siten, että niiden toimintakelpoisuutta voidaan jatkuvasti ja luotettavasti valvoa.

Akustot on mitoitettava siten, että niiden avulla voidaan luotettavasti varmistaa laitoksen turvallisuudelle tärkeiden tasa- ja vaihtosähköjärjestelmien toimintakyky järjestelmäkohtaisesti asetettujen toiminta-aikavaatimusten mukaisesti. Ohjeen YVL 1.0 mukaisesti *niiden akustojen, jotka varmentavat turvallisuuden kannalta tärkeiden sähköjärjestelmien toiminnan, tulee säilyä toimintakuntoisina kaikissa olosuhteissa vähintään kahden tunnin ajan.*

Latauslaitteiden on kyettävä samanaikaisesti sekä syöttämään tasasähköä kuluttajille että lataamaan akustoja. Latauslaite on mitoitettava siten, että sen toimintakyky ei vaarannu vaativimmissakaan kuormitustilanteissa ja ympäristöolosuhteissa. Latauslaitteen on kyettävä syöttämään tarvittava tasavirta myös akuston ollessa irti kytkettynä. Tällöinkin syötettävän tasasähkön laadun on oltava sellainen, ettei se aiheuta toimintahäiriöitä kuormituksena oleville laitteille.

## 3 Viranomaisvalvonta

### 3.1 Sähköjärjestelmien ennakkotarkastus

STUK tekee ennakkotarkastuksen turvallisuusluokkiin 2 ja 3 kuuluville sähköjärjestelmille.

Rakentamis- ja käyttöluvahakemuksia käsiteltäessä järjestelmien ennakkotarkastus tehdään käsittelemällä alustava ja lopullinen turvallisuusseloste ja niihin liittyvät aihekohtaiset raportit. Ydinvoimalaitoksen käytön aikana muutettavan tai lisättävän järjestelmän ennakkotarkastus tehdään erillisen muutostyötä koskevan ennakkotarkastusaineiston tarkastuksena. Ennakkotarkastusaineiston laajuus ja sisältö määräytyvät järjestelmän turvallisuusluokan mukaisesti.

Sähköjärjestelmän ennakkotarkastusaineiston tulee sisältää

- järjestelmän suunnitteluperusteet
- järjestelmän tekninen kuvaus
- järjestelmän toimintakuvaus
- järjestelmän turvallisuusarvio.

Järjestelmän suunnittelua ja toteutusta koskevista laadunhallinnan keinoista tulee esittää selvitys.

Järjestelmän suunnitteluperusteissa tulee esittää tiedot järjestelmän suunnittelussa ja toteutuksessa käytetyistä ohjeista ja standardeista. Ohjeen YVL 1.2 mukaisesti *asiakirjassa tulee esittää selkeästi, mitkä säteily- ja ydinturvallisuusmääräykset ja -ohjeet koskevat erityisesti kyseistä asiaa ja miten mahdollisesti poiketaan näiden vaatimuksista.*

Järjestelmän teknisessä kuvauksessa on esitettävä ainakin

- järjestelmän ohjausta, mittauksia ja valvontaa kuvaavat kaaviot ja selvitykset
- sähköisten suojausten toimintakaaviot ja selektiivisyys selvitys
- pää- ja apujännitesyöttöjen yleiskaaviot.

Järjestelmän toimintakuvauksessa tulee esittää järjestelmän toiminta käyttötilanteissa ja onnettomuuksissa. Kuvaukseen on liitettävä tarvittavat toimintaa selventävät kaaviot ja

piirustukset sekä selvitys, miten ko. järjestelmän toimintakyky riippuu tukijärjestelmistä (esim. jäähdytys, apusähköt). Järjestelmästä tulee tehdä myös kvalitatiivinen vika-analyysi (esim. vika- ja vaikutusanalyysi), jonka tason ja syvyyden on vastattava järjestelmän turvallisuusluokitusta.

Järjestelmän turvallisuusarviossa tulee osoittaa, että järjestelmä täyttää sen suunnitteluperusteissa esitetyt vaatimukset. Turvallisuusluokitellun järjestelmän turvallisuusarvioon tulee lopullisessa turvallisuusselosteessa ja järjestelmämuutoksen ennakkotarkastusaineistossa tarvittaessa sisällyttää luotettavuusanalyysi.

Järjestelmämuutoksen ennakkotarkastusaineistossa tulee esittää muutoksen vaikutus reaktorisydämen vaurioitumistodennäköisyyteen.

### 3.2 Sähkölaitteiden ennakkotarkastus

STUK tekee laitekohtaisen ennakkotarkastuksen seuraaville sähkölaitteille:

- turvallisuusluokkaan 2 kuuluvat sähkölaitteet
- onnettomuudessa tarvittavat sähkölaitteet, joille on asetettu erityisvaatimuksia ympäristöolosuhdekestoisuudesta.

Ennakkotarkastusaineistossa tulee esittää

- laitteen suunnitteluperusteet
- selvitys valmistajasta
- tiedot tyyppitesteistä ja käyttökokemuksista
- suunnitelma laadunohjauksesta ja -tarkastuksesta
- laitteen toiminnan kuvaus
- asennus- ja kokoonpanopiirustukset.

Laitteen suunnitteluperusteita koskevassa selvityksessä tulee esittää ainakin laitteen

- turvallisuusluokka, sijainti ja tehtävä sähköjärjestelmässä
- teho-, jännite-, virta- ja taajuusalueet
- sähkömagneettinen yhteensopivuus toimintaympäristössään
- toimintaympäristön olosuhteet, kuten lämpötila, kosteus, säteily, paine ja värinä
- palonkestävyys.



Laitteen suunnittelussa, valmistuksessa ja asennuksessa noudatettavat yksityiskohtaiset ohjeet ja standardit tulee esittää.

Valmistajaa koskevan selvityksen tarkoituksena on osoittaa laitteen valmistajan asiantuntemus. Selvityksen tulee osoittaa, että valmistajan laatujärjestelmä ja siihen liittyvät laadunhallinnan keinot ovat riittävät.

Standardityyppisten, pitkään erilaisissa tehtävissä käytettyjen laitteiden tyyppitestit voidaan harkinnan mukaan korvata perusteellisilla käyttökokemustiedoilla. Tyyppitestit on kuitenkin tehtävä niille laitteille, joille on asetettu ympäristöolosuhdekestoisuutta koskevia erityisvaatimuksia. Mikäli tyyppitestit esitetään korvattaviksi käyttökokemustiedoilla, on kyseisestä laitetypistä esitettävä ainakin

- aiemmin valmistettujen samanlaisten laitteiden ja käyttösovellusten lukumäärät ja käyttöajat
- aiemmat käyttö- ja ympäristöolosuhteet
- yhteenvedo todetuista vikatyypeistä.

Laadunohjauksesta ja -tarkastuksesta on esitettävä, mitä tarkastus- ja testaustoimenpiteitä laitteelle tehdään valmistuksen, tehdaskokeiden, asennuksen ja käyttöönoton yhteydessä sekä tiedot kunkin tarkastuksen tai testauksen suorittajasta ja mahdollisesta valvontaorganisaatiosta. Selvityksestä tulee ilmetä myös tarkastuksen menetelmät ja laajuus sekä hyväksymiskriteerit ja tulosten raportointi.

Laitteen toiminta tulee kuvata järjestelmän suunnitteluperusteissa määritellyissä käyttötilanteissa ja onnettomuuksissa.

### 3.3 Valmistuksen valvonta

STUK valvoo harkintansa mukaan tarkastuskäynnin ennakkotarkastuksen piiriin kuuluvien sähköjärjestelmien ja -laitteiden valmistusta. STUK:lle on varattava tarkastuskäyntien yhteydessä mahdollisuus tutustua valmistajien laatujärjestelmiin, laadunohjauksessa käytettyihin menetelmiin sekä todentaa sähkölaitteen valmistuksen aikana tehtävää laadun- tarkastusta.

Mahdollisia valmistajilla ja toimittajilla suoritettavia tarkastuksia varten on STUK:lle

toimitettava sähköjärjestelmien ja -laitteiden valmistusaikataulut ja olennaisimpien laadun- tarkastustoimenpiteiden ajankohdat.

### 3.4 Asennuksen valvonta

STUK valvoo harkintansa mukaan turvallisuusluokiteltujen sähköjärjestelmien ja -laitteiden asennusta.

Tapauskohtaisesti STUK voi vaatia toimitettavaksi tiedoksi kuvauksen asennuksesta vastaavan organisaation laatujärjestelmästä, asennusaikataulun, asennustapahtumien dokumentoinnissa noudatettavat menettelytavat sekä asennuksen jälkeen tehtäviä asennustarkastuksia koskevan suunnitelman. Tämä tulee kyseeseen, mikäli työkohte on turvallisuuden kannalta erityisen merkittävä. Mikäli asennustyöhön osallistuu useampi organisaatio, tulee lisäksi esittää tiedot näiden keskinäisestä työnjaosta ja vastuualueista.

Tarkastuksessa todennetaan, että asennusmenetelmät ja -tarkastukset ovat suunnitelmien mukaisia. Näissä tarkastuksissa STUK arvioi myös, että laite tai laitteisto on ennakkotarkastusaineistossa esitetyn mukainen ja että laite kaapeleineen sopii kyseisen asennusympäristön olosuhteisiin.

### 3.5 Käyttöönotto

STUK tekee käyttöönottotarkastuksen kaikille niille sähköjärjestelmille ja -laitteille, joiden ennakkotarkastusaineiston STUK on hyväksynyt. Käytönaikaisten järjestelmä- ja laitemuutostöiden käyttöönottotarkastuksia varten STUK voi harkintansa mukaan myöntää tarkastusoikeudet erillisen hakemuksen perusteella myös luvanhaltijan ehdottamalle tarkastuslaitokselle tai tarkastajalle.

Käyttöönottotarkastuksen kohteet ovat:

- valmistusenaikaisen laadunohjauksen tulosaineisto
- asennusenaikaisen laadunohjauksen tulosaineisto
- toimintakokeiden tulosaineisto
- aikaisempien valvontatoimenpiteiden yhteydessä esitettyjen huomautusten käsittelytilanne.

Käyttöönottotarkastukseen kuuluu myös asennuspaikalla tapahtuva visuaalinen tarkastus, harkinnanvaraisesti koekäytön toimintakokeiden suorittamisen valvonta ja muut mahdolliset STUK:n tapauskohtaisesti tarpeelliseksi arvioimat tarkastukset.

STUK valvoo sähköjärjestelmien ja -laitteiden koekäyttöä laitospöytäkirjojen yhteydessä ohjeen YVL 2.5 mukaisesti. STUK seuraa harkintansa mukaan kokeita laitospöytäkirjoilla. Turvallisuusluokiteltujen järjestelmien koekäyttöohjelmat ja koekäytön tulosraportit on toimitettava STUK:lle hyväksyttäväksi.

### 3.6 Käytönaikainen valvonta

STUK valvoo käytön aikana ydinlaitoksen sähköjärjestelmiä ja -laitteita tarkastamalla järjestelmien ja yksittäisten laitteiden korjaus- ja muutostöitä sekä arvioimalla luvanhaltijan toimintaa ja menettelytapojen tehokkuutta näiden järjestelmien ja laitteiden luotettavan toiminnan varmistamiseksi. Luvanhaltijan toimintaa arvioidaan määräajoin toistettavissa käytön tarkastusohjelman tarkastuksissa. Lisäksi STUK seuraa alan tekniikan ja tietämyksen kehittymistä sekä käyttökokeusten kerääntymistä ja tekee tai teettää erityisiä aihekohtaisia tarkastuksia, arviointeja ja selvityksiä.

Käytön tarkastusohjelman osana STUK valvoo mm., että turvallisuusluokiteltujen

- sähköjärjestelmien ja -laitteiden toimintakyky ja kunto todetaan määräaikaikokein
- laitteiden ympäristö- ja käyttöolosuhteita seurataan
- laitteiden ja niiden asennusten vanhenemista seurataan
- laitteiden vioista ja laitteille tehdyistä korjaus-, huolto- ja muutostöistä kerätään tietoja järjestelmällisesti
- laitteiden ennakkohuolto, korjaustoiminta ja varaosahuolto toimivat asianmukaisesti.

Sähköjärjestelmien ja -laitteiden määräaikaikoeohjelmat, niissä noudatettavat menettelytavat ja kunnonvalvontaa kuvaavat ohjeet tulee toimittaa tiedoksi STUK:lle. Koetulokset

tulee tallentaa laitospöytäkirjoilla siten, että STUK voi arvioida saatuja tuloksia ja verrata niitä aikaisempiin tuloksiin.

Turvallisuuden kannalta tärkeiden sähköjärjestelmien ja -laitteiden toimintakuntoisuutta koskevien vaatimuksien hyväksyttävyyden ja määräaikaikokeiden kattavuuden STUK arvioi ydinlaitoksen turvallisuustekniikan käyttöehtojen tarkastamisen yhteydessä.

Turvallisuusluokiteltujen laitteiden ympäristö- ja käyttöolosuhteita tulee seurata kohteissa tehtävien mittausten avulla. Mittaustuloksia tulee verrata laskennallisiin arvoihin. Tulosten perusteella tulee tarvittaessa tarkistaa laitteiden huolto-ohjelmia ja käyttöikäarviointia. STUK tarkastaa mittaustulokset harkitsemassaan laajuudessa laitospöytäkirjoilla.

Luvanhaltijan tulee seurata sähkölaitteiden ja niiden asennusten vanhenemista. Erityisesti on valvottava onnettomuuksissa tarvittavien laitteiden ja niiden kaapelien sekä asennusten kuntoa. Suojarakennuksen sisäpuolisten kaapeleiden kunnon seuraamiseksi on kaapelinäytteille tehtävä mekaanisia ja sähköisiä tarkastuksia. STUK valvoo, että sähköjärjestelmien ja -laitteiden kunnossapito-ohjelmaa päivitetään käyttökokeusten ja vanhenemismekanismeista saatujen tietojen perusteella.

### 3.7 Käytönaikaiset järjestelmä- ja laitemuutokset

STUK tekee ennakkotarkastuksen turvallisuusluokiteltujen sähköjärjestelmien ja -laitteiden käytönaikaisille muutoksille siinä laajuudessa kuin kohdissa 3.1–3.4 on esitetty. Muutostyöt saa aloittaa vasta sen jälkeen, kun STUK on hyväksynyt ennakkotarkastusaineiston ja kun päätöksessä mahdollisesti esitetyt työn aloittamista ja valvontaa koskevat vaatimukset on täytetty. Järjestelmien muutettujen osien ja laitteiden koekäyttöohjelmia laadittaessa tulee ottaa huomioon vastaavat kyseisten järjestelmien ja laitteiden alkuperäiset koekäyttöohjelmat.

Luokkaan EYT kuuluvien järjestelmien muutoksille tulee hakea STUK:n hyväksyntä,

mikäli muutokset ovat sellaisia, että ne vaikuttavat luvussa 2.1 esitettyjen yleisten suunnitteluperiaatteiden toteutumiseen.

Ohjeessa YVL 1.8 esitetään ydinlaitosten muutostöitä koskevia yksityiskohtaisia vaatimuksia.

## 4 Määritelmiä

### Käyttötilanteet

Käyttötilanteilla tarkoitetaan ydinvoimalaitoksen normaaleja käyttötilanteita ja odotettavissa olevia käyttöhäiriöitä.

### Normaalit käyttötilanteet

Normaaleilla käyttötilanteilla tarkoitetaan ydinvoimalaitoksen käyttämistä turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaisesti. Normaaleihin käyttötilanteisiin kuuluvat myös järjestelmien ja laitteiden testaukset, laitosyksikön ylös- ja alasajo, huolto ja polttoaineen vaihto.

### Odotettavissa olevat käyttöhäiriöt

Odotettavissa olevalla käyttöhäiriöllä tarkoitetaan sellaista onnettomuutta lievempää poikkeamaa normaaleista käyttötilanteista, jonka esiintymistajuuden odotusarvo on suurempi kuin yksi kerta sadan käyttövuoden aikana.

### Oletettu onnettomuus

Oletetulla onnettomuudella tarkoitetaan sellaista ydinvoimalaitoksen turvallisuusjärjestelmien suunnitteluperusteena käytettävää tilannetta, josta ydinvoimalaitoksen edellytetään selviytyvän ilman vakavia polttoaineenvaurioita ja niin suuria radioaktiivisten aineiden päästöjä, että laitoksen ympäristössä joudutaisiin turvautumaan laajoihin toimenpiteisiin väestön säteilyaltistuksen rajoittamiseksi.

### Onnettomuus

Onnettomuudella tarkoitetaan sellaista poikkeamaa normaaleista käyttötilanteista, joka ei

ole odotettavissa oleva käyttöhäiriö. Onnettomuudet jaetaan kahteen luokkaan: oletetut onnettomuudet ja vakavat reaktorionnettomuudet.

### 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 häiriöiden ja onnettomuuksien syntymistä ja etenemistä
- joiden tehtävänä on lieventää onnettomuuksien seurauksia.

### Turvallisuusjärjestelmä

Turvallisuusjärjestelmä on järjestelmä, joka suorittaa jotakin turvallisuustoimintoa.

### Turvallisuustoiminto

Turvallisuustoiminnot ovat turvallisuuden kannalta tärkeitä toimintoja, joiden tarkoituksena on ehkäistä häiriöiden ja onnettomuuksien syntyminen tai eteneminen tai lieventää onnettomuuksien seurauksia.

### Vakava reaktorionnettomuus

Vakavalla reaktorionnettomuudella tarkoitetaan tilannetta, jossa huomattava osa reaktorissa olevasta polttoaineesta vaurioituu.

### Yksittäisvika

Yksittäisvika tarkoittaa satunnaisvikaa ja sen seurausvaikutuksia, jotka oletetaan tapahtuviksi joko normaalissa käyttötilanteessa tai alkutapahtuman ja sen seurausvaikutusten lisäksi. Tarkempia ohjeita yksittäisvikautumisesta ja siihen varautumiseksi annetaan ohjeessa YVL 2.7.