

YDINPOLTTOAINEEN VARASTOINTI JA KÄSITTELY

1	YLEISTÄ	3
2	VARASTOINTIA JA KÄSITTELYÄ KOSKEVAT TURVALLISUUSVAATIMUKSET	3
2.1	Yleiset vaatimukset	3
2.2	Tuoreen polttoaineen varastointijärjestelmät	3
2.3	Käytetyn polttoaineen varastointijärjestelmät	3
2.4	Varastotelineet	4
2.5	Polttoaineen käsittelyjärjestelmät	4
2.6	Käyttötoiminta	5
3	SÄTEILYTURVAKESKUKSEN SUORITTAMA VALVONTA	5
4	VIITTEET	6

Tämä ohje on voimassa 1.5.2004 alkaen toistaiseksi.
Ohje korvaa 13.11.1991 annetun ohjeen YVL 6.8.

Toinen, uudistettu painos
Helsinki 2003
Dark Oy

ISBN 951-712-783-9 (nid.)
ISBN 951-712-784-7 (pdf)
ISBN 951-712-785-5 (html)
ISSN 0783-2419

Valtuutusperusteet

Säteilyturvakeskus antaa ydinenergian käytön turvallisuutta, turva- ja valmiusjärjestelyjä sekä ydinmateriaalien valvontaa koskevat yksityiskohtaiset määräykset seuraavien lakien ja määräysten nojalla:

- ydinenergialain (990/1987) 55 §:n 2 momentin 3 kohta
- ydinvoimalaitosten turvallisuutta koskevan valtioneuvoston päätöksen (395/1991) 29 §
- ydinvoimalaitosten turvajärjestelyjä koskevan valtioneuvoston päätöksen (396/1991) 13 §
- ydinvoimalaitosten valmiusjärjestelyjä koskevan valtioneuvoston päätöksen (397/1991) 11 §
- ydinvoimalaitosten voimalaitosjätteiden loppusijoituksen turvallisuutta koskevan valtioneuvoston päätöksen (398/1991) 8 §
- käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen turvallisuutta koskevan valtioneuvoston päätöksen (478/1999) 30 §.

Soveltamissäännöt

YVL-ohjeen julkaiseminen ei sinänsä muuta Säteilyturvakeskuksen ennen ohjeen julkaisemista tekemiä päätöksiä. Vasta kuultuaan asianosaisia Säteilyturvakeskus antaa erillisen päätöksen siitä, miten uutta tai uusittua YVL-ohjetta sovelletaan käytössä tai rakenteilla oleviin ydinlaitoksiin ja luvanhaltijoiden toimintoihin. Uusiin ydinlaitoksiin ohjeita sovelletaan sellaisenaan.

Kun Säteilyturvakeskus harkitsee YVL-ohjeissa esitettyjen, uusien turvallisuusvaatimusten soveltamista käytössä tai rakenteilla oleviin ydinlaitoksiin, se ottaa huomioon valtioneuvoston päätöksen (395/1991) 27 §:ssä säädetyn periaatteen. Sen mukaan *turvallisuuden edelleen parantamiseksi on toteutettava sellaiset toimenpiteet, joita käyttökokemukset ja turvallisuustutkimukset sekä tieteen ja tekniikan kehitys huomioon ottaen voidaan pitää perusteltuina.*

Jos halutaan poiketa YVL-ohjeessa esitetyistä vaatimuksista, on Säteilyturvakeskukselle esitettävä muu hyväksyttävä menettelytapa tai ratkaisu, jolla saavutetaan YVL-ohjeessa esitetty turvallisuustaso.

1 Yleistä

Ydinpolttoaineen (myöhemmin polttoaineen) varastoinnissa ja käsittelyssä ovat keskeisinä turvallisuustavoitteina estää kriittisyys ja polttoaineen vaurioituminen sekä turvata riittävä jäähdytys ja säteily suojaus. Turvallisuuden kannalta on lisäksi tärkeää, että polttoaineen käsittelyn ja siirtojen yhteydessä nostettavat taakat eivät putoa ja että ydinvoimalaitoksen turvallisuuden kannalta tärkeiden järjestelmien, laitteiden ja rakenteiden toimivuutta ei vaaranneta.

Turvallisuustavoitteiden saavuttaminen edellyttää koeteltuja ja korkealaatuisia teknisiä ratkaisuja sekä pätevää henkilöstöä, hyväksi koettuja menettelytapoja ja asianmukaisia ohjeita.

Tässä ohjeessa esitetään ydinvoimalaitoksen tuoreen ja käytetyn polttoaineen varastointia ja käsittelyä koskevat turvallisuusvaatimukset ja valvontamenettely. Valvonta kohdistuu kaikkiin niihin varastointi- ja käsittelyjärjestelmien rakenteisiin ja laitteisiin, joilla voi olla vaikutusta polttoaineen turvallisuuteen. Ohjeessa ei käsitellä polttoaineen varastointiin liittyvien prosessitekniisten järjestelmien (esim. jäähdytys- ja puhdistusjärjestelmät) ja niiden rakenteiden ja laitteiden valvontaa. Käytetyn polttoaineen varastoinnista ohjeessa käsitellään vain vesiallasvarastointia.

Ydinpolttoaineeseen kohdistuvaa Säteilyturvakeskuksen (STUK) valvontaa selvitetään yleisesti ohjeessa YVL 6.1. Polttoaineen valvontaa koskevat yksityiskohtaiset vaatimukset ovat ohjeessa YVL 6.3. Ydinvoimalaitokseen kohdistuva STUKin valvonta kokonaisuutena selvitetään ohjeessa YVL 1.1.

2 Varastointia ja käsittelyä koskevat turvallisuusvaatimukset

2.1 Yleiset vaatimukset

Polttoaineen varastointia ja käsittelyä koskevat turvallisuusperiaatteet esitetään ohjeessa YVL 1.0. Näiden periaatteiden soveltamisessa on otettava huomioon jäljempänä esitettävät vaatimukset.

Polttoaineen varastointi- ja käsittelyjärjestelmät sekä niihin kuuluvat rakenteet ja laitteet on luokiteltava ohjeen YVL 2.1 mukaisesti.

Reaktorihallin suunnittelussa on otettava huomioon hallissa seisokin aikana tehtävät polttoainetarkastukset.

Jäljempänä esitettävien ydin- ja säteilyturvallisuuteen liittyvien vaatimusten lisäksi tulee ottaa huomioon ne määräykset, ohjeet ja standardit, jotka koskevat työturvallisuutta ja rakenteiden suunnittelua. Kriittisyys- ja lämpötekniisiä analyysejä sekä laitteiden yksityiskohtaista suunnittelua koskevat viitteissä 1–8 esitetyt ohjeet. STUK antaa tarvittaessa niiden soveltamista koskevia yksityiskohtaisia ohjeita.

2.2 Tuoreen polttoaineen varastointijärjestelmät

Varastopaikat on suunniteltava siten, että ollessaan täynnä polttoainetta varasto pysyy alikriittisenä eikä efektiivinen kasvutekijä k_{eff} ylitä oletetuissa onnettomuustilanteissakaan arvoa 0,95, vaikka varastoon oletetaan pääsevän vettä tai muuta mahdollisena pidettävää hidastainetta. Hidastainainen kertyminen varastoon on estettävä.

Polttoaineen vaurioitumisen mahdollisuuden varastoinnin yhteydessä on oltava erittäin pieni. Raskaiden esineiden nostoja ja siirtoja polttoaineen yläpuolella tulee välttää.

Polttoaineen tarkastuksia varten on varattava asianmukaiset tilat ja laitteet.

2.3 Käytetyn polttoaineen varastointijärjestelmät

Varastopaikat on suunniteltava siten, että ollessaan täynnä mahdollisimman reaktiivista polttoainetta varasto pysyy alikriittisenä eikä efektiivinen kasvutekijä k_{eff} ylitä oletetuissa onnettomuustilanteissakaan arvoa 0,95.

Polttoaineen vaurioitumisen mahdollisuuden varastoinnin yhteydessä on oltava erittäin pieni. Raskaiden esineiden nostoja ja siirtoja polttoaineen yläpuolella tulee välttää.

Varastossa on oltava

- polttoaineen jäähdytysjärjestelmä, jolla jäähdytteen lämpötila on voitava pitää käyttötilanteessa (yksittäisvikautuminen huomioon ottaen) alle 60 °C:ssa ja oletetuissa onnettomuustilanteissa alle 100 °C:ssa

- jäähdytteen puhdistusjärjestelmä
- jäähdytteen lisävesijärjestelmä, jolla voidaan korvata oletettujen onnettomuustilanteiden aiheuttama jäähdytteen menetys; järjestelmän on kyettävä pitämään veden pinta sellaisella tasolla, että varmistetaan riittävä säteilysuoja ja polttoaineen jäähdytys
- järjestelmät vuotavien polttoaineniippujen havaitsemiseksi ja paikantamiseksi tai mahdollisuus saada tällaiset järjestelmät varastoon tarvittaessa
- järjestelmät polttoainealtaiden vuotojen havaitsemista ja keräämistä varten
- ilmastointijärjestelmä, jonka avulla radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön on voitava rajoittaa valtioneuvoston päätöksen 395/1991 mukaisesti.

Polttoaineen siirto- ja kuljetuspakkausten käsittelyä varten on varattava riittävät käsittely-, dekontaminointi- ja tarkastustilat. Samoin polttoaineen tarkastuksia ja vaurioituneita polttoaineniippuja varten on varattava asianmukaiset tilat ja laitteet.

Varastointiolosuhteet on valittava siten, että polttoaineen ja varastointilaitteiden korroosio pysyy vähäisenä. Jäähdytteen kemiallista tilaa ja aktiivisuutta on seurattava ja lisäksi on huolehdittava siitä, että jäähdyte pysyy riittävän puhtaana ja kirkkaana esimerkiksi polttoaineniippujen yksilöntitunnusten tarkastamiseksi.

Altaiden portit on suunniteltava siten, että ne säilyttävät tiiviytensä silloinkin, kun mikä tahansa kyseisen varastointijärjestelmän allas tyhjenee vedestä.

Altaiden mitoituksessa on otettava huomioon rakenteesta ja toiminnasta johtuvien kuormien lisäksi raskaiden taakkojen putoamiset, maanjäristys ja jäähdytteen kiehuminen sekä mahdollisiksi arvioidut kuormitusyhdistelmät.

Altaan veden lämpötilaa ja pinnan korkeutta on voitava valvoa jatkuvasti, ja normaaleissa käyttötilanteissa veden pinta on pidettävä niin paljon polttoaineen yläpuolella, että riittävä säteilysuojaus on turvattu.

Polttoainealtaissa ei saa olla yhteitä, joiden kautta veden pinta voisi laskea niin paljon, että jäähdytys ja riittävä säteilysuojaus vaarantuisivat.

Varastot on suunniteltava siten, että mikä tahansa yksittäinen allas tai reaktori voidaan kokonaan tyhjentää polttoaineesta laitospaikalla oleviin muihin varastoaltaisiin.

2.4 Varastotelineet

Polttoaineen varastotelineet on suunniteltava siten, että turvallisuutta koskevat vaatimukset täyttyvät. Telineet ja niiden kiinnitykset on lisäksi suunniteltava siten, ettei nostoista aiheudu vaaraa niiden rakenteelliselle eheydelle. Varastotelineet ja niissä mahdollisesti olevat neutroniabsorbaattorit on voitava tarkastaa määrärajojen.

Varastointitelineet on muotoiltava ja sijoitettava varastoaltaaseen siten, että polttoaineen jäähdytys tapahtuu luonnonkiertona. Polttoaineen kiinni juuttumisen, naarmuttumisen tai muun vaurioitumisen mahdollisuuden on oltava erittäin pieni.

Mahdollisuuden polttoaineen sijoittamiseen väärään paikkaan varastotelineissä tulee olla erittäin pieni.

Varastotelineiden materiaalit on valittava siten, että niistä ei irtoa polttoaineniippuihin sellaisia aineita, jotka voisivat aiheuttaa polttoainevaurioita käytön aikana.

2.5 Polttoaineen käsittelyjärjestelmät

Polttoaineen käsittelyjärjestelmien suunnittelun on perustuttava riskiarvioon. Arviossa on erityisesti tarkasteltava tapahtumia, jotka voivat johtaa polttoaineen kriittisyyteen, riittämättömään jäähdytykseen tai säteilysuojaukseen tai polttoaineen vaurioitumiseen. Suunnittelulla on varmistettava, että kriittisyys on estetty, riittävä jäähdytys ja säteilysuojaus varmistettu ja että vaurioitumisen todennäköisyys on erittäin pieni.

Käsittelytoimenpiteet on suunniteltava siten, että

- raskaiden esineiden siirtoa polttoaineen päälle vältetään
- raskaiden esineiden siirtoa sellaisten paikkojen päälle vältetään, joissa taakan pudotus saattaisi vaarantaa turvallisuuden kannalta tärkeitä laitteita
- ne eivät vaaranna varastoaltaiden ja polttoaineen eheyttä

- säteilysuojaukseen tarvittava vesikerros säilyy riittävänä myös yksittäisvikautumisen seurauksena.

Polttoainetta siirtävien laitteiden on täytettävä soveltuvat yleiset nosturivaatimukset (ks. YVL 5.8). Siirtoliikkeen tulee pysähtyä automaattisesti sähkön syötön katketessa sekä ylikuormitus- ja ylinopeustilanteissa. Laitteet eivät saa menettää kykyään kannattaa taakkaansa turvallisesti yksittäisvikautumisen seurauksena.

Polttoaineen siirtokone on varustettava riskianalyysin edellyttämällä suojalaitteilla ja -toiminnoilla, joita ovat ainakin seuraavat:

- rajakatkaisijat, jotka pysäyttävät liikkeen kuorman merkittävästi keventyessä
- rajakatkaisijat noston tai kierron keskeyttämiseksi sähkön syötön katketessa sekä ylikuormitus- ja ylinopeustilanteissa
- katkaisijat, jotka rajaavat siirrot sallituille alueille
- mekaaniset siirto-, nosto- ja laskurajaesteet
- hitaan noston, laskun ja siirron alue
- samanaikaisen vaakasuoran ja pystysuoran liikkeen esto
- sillan ja vaunun liikkeiden ennalta määriteltujen rajojen rajakatkaisimet
- liikkeen pysäytys löysästä nostovaijerista
- kuorman kiinnittymisen ja irtoamisen ilmaisu
- kuorman suuruuden näyttö
- hätäpysäytyslaite, jolla kaikki työliikkeet voidaan samanaikaisesti pysäyttää
- instrumentointi polttoaineen tarkan sijainnin määrittämiseksi
- riittävä valaistus- ja TV-järjestelmä.

Tarraimet on suunniteltava siten, että tartunnan irtoaminen on estetty kahdella toisistaan riippumattomalla tavalla ja että ne jäävät turvalliseen asentoon sähkön syötön katketessa.

Polttoaineen vuototestauslaitteet on suunniteltava siten, että polttoaineen riittävä jäähdytys on varmistettu kaikissa tilanteissa.

Ne laitteet ja laitteiden osat, jotka ovat kosketuksissa allasvesien kanssa, tulee suunnitella siten, että ne eivät helposti kontaminoidu ja että ne voidaan dekontaminoida.

Polttoaineen siirtosäiliöiden on täytettävä soveltuvien osien ohjeessa YVL 6.4 esitetyt suunniteluvaatimukset. Siirtosäiliöiden lämpötilaa, sisäistä painetta ja säteilytasoa on voitava seurata jatkuvasti tai on osoitettava, ettei se ole tarpeen.

Polttoaineen siirtosäiliön ja kuljetuspakkauksen putoamisen varalta on suunniteltava tarpeelliset iskunvaimentimet säiliöiden rikkoutumisen estämiseksi.

2.6 Käyttötoiminta

Varastointi- ja käsittelyjärjestelmien sekä niiden laitteiden käyttöä ja häiriö- ja onnettomuustilanteita varten on laadittava ohjeet. Näissä ohjeissa on määriteltävä mm. ne toiminnot, joita polttoaineelle tehdään, sekä toimintojen edellytykset, toimenpiteet, vastuut ja tallenteet.

Polttoainetta saa käsitellä vain tehtävään koulutettu henkilökunta.

Polttoaineen varastoinnin ja käsittelyn turvallisuuteen liittyvät ehdot on sisällytettävä turvallisuusteknisiin käyttöehtoihin.

Varastointi- ja käsittelyjärjestelmille ja niihin liittyville laitteille on tehtävä määräaikaistarkastukset järjestelmä- tai laitekohtaisen ohjelman mukaisesti. Ohjelmasta tulee ilmetä

- tarkastuskohteet ja -laajuudet
- tarkastusjaksotus
- sovellettavat määräykset ja standardit
- tarkastushenkilökunnan pätevyysvaatimukset
- tarkastuskohteen valmistelu tarkastusta varten
- käytettävät tarkastusmenetelmät ja -laitteet
- tarkastuslaitteiden kalibrointivaatimukset
- tarkastustulosten hyväksymiskriteerit
- tarkastusten raportointi ja tallenteiden arkistointi.

3 Säteilyturvakeskuksen suorittama valvonta

Ohjeessa YVL 1.0 ja tämän ohjeen luvussa 2 esitetään polttoaineen varastointia ja käsittelyä koskevat turvallisuusvaatimukset. Turvallisuusselosteessa, aihekohtaisissa raporteissa sekä jär-

jestelmien, laitteiden ja rakenteiden ennakkotarkastusaineistoissa ja rakennesuunnitelmissa on osoitettava, että nämä vaatimukset täytetään. Ennakkotarkastusaineistossa on noudatettava soveltuvin osin laitekohtaisia YVL-ohjeita.

Turvallisuusselosteen laatimisessa on noudatettava ohjeita YVL 1.1 ja YVL 2.0. Turvallisuusselosteessa esitetään mm. järjestelmiä koskevat selvitykset suunnitteluperusteineen sekä varastointia ja käsittelyä koskevat häiriö- ja onnettomuusanalyysit, jotka sisältävät polttoaineen käsittelyvirheet sekä kyseessä olevien järjestelmien odotettavissa olevat häiriötilanteet ja oletetut onnettomuustilanteet. Analyysijä koskevat vaatimukset esitetään ohjeessa YVL 2.2.

Betonirakenteiden valvonnassa noudatetaan ohjetta YVL 4.1, teräsrakenteiden valvonnassa ohjetta YVL 4.2 ja nosto- ja siirtolaitteiden sekä muiden polttoainetta käsittelevien tai kannattavien laitteiden valvonnassa ohjetta YVL 5.8.

Sähkölaitteita koskee ohje YVL 5.2 ja automaatiolaitteita ohje YVL 5.5 soveltuvin osin.

Laitteiden ja rakenteiden koekuormitus- ja toimintakoeohjeet on esitettävä laitteen tai rakenteen rakennesuunnitelman yhteydessä.

Laitteiden ja rakenteiden käyttöönottokäytöksessä sovelletaan ohjeessa YVL 3.7 esitettyä menettelyä.

Polttoaineen käsittely- ja varastointijärjestelmille sekä niihin liittyville päälaitteistoille tulee laatia koekäyttöohjelmat, joilla todennetaan järjestelmien ja laitteistojen täyttävän niille asetetut toiminnalliset vaatimukset. Samalla todennetaan laitteiden ja rakenteiden yhteiskäytön (esim. kuormaukset laitteesta toiseen sekä toiminta-alueet suhteessa esteisiin, muihin laitteisiin ja kiellettyihin alueisiin) toimivuus ja turvallisuus.

Koekäyttöä koskevat yleiset vaatimukset esitetään ohjeessa YVL 2.5.

Polttoaineen varastointia ja käsittelyä koskevat ohjeet on toimitettava STUKille tiedoksi. Myös varastointi- ja käsittelyjärjestelmien mää-

räaikaiskoe- ja määräaikaistarkastusohjelmat on toimitettava STUKille tiedoksi.

STUK valvoo polttoaineen varastointi- ja käsittelyjärjestelmien sekä niihin liittyvien laitteiden määräaikaistarkastuksia ja kunnossapitoa sekä polttoaineen käsittelyä ja varastointia osana laitoksen käytön valvontaa.

4 Viitteet

1. U.S. Nuclear Regulatory Commission, Regulatory Guide 1.13 "Spent Fuel Storage Facility Design Basis", rev. 2, 1981 1975, (luonnos rev. 2, julkaistu ehdotuksena 1981).
2. U.S. Nuclear Regulatory Commission, NUREG-0554 "Single-Failure-Proof Cranes for Nuclear Power Plants", 1979.
3. U.S. Nuclear Regulatory Commission, Regulatory Guide 3.49 "Design of an Independent Spent Fuel Storage Installation (Water-Basin Type)", 1981.
4. Design Criteria for an Independent Spent Fuel Storage Installation (Water-Pool Type), ANSI/ANS 57.7, 1988 (Reaffirmed 1997).
5. Auslegung von Hebezeugen in Kernkraftwerken, Sicherheitstechnische Regel des KTA, KTA 3902, Fassung 6/99.
6. Criticality Safety Criteria for the Handling, Storage and Transportation of LWR Fuel Outside Reactors, ANSI/ANS 8.17, 1984 (Reaffirmed 1997).
7. Design Requirements for Light Water Reactor Fuel Handling Systems, ANSI/ANS-57.1-1992 (Reaffirmed 1998).
8. IAEA Safety Guide, Core Management and Fuel Handling for Nuclear Power Plants, NS-G-2.5, 2002.
9. IAEA Safety Guide, Assessment for Nuclear and Radiation Facilities Other Than Reactors and Waste Repositories, IAEA Draft DS 284, 2002-12-06.