



PELASTUSOPISTO



Palokunnan toiminta hälytystilanteessa Olkiluoto 3 säteilyvalvonta-alueella

Palopäälystön koulutusohjelma, opinnäytetyö

Petri Rantala

18.08.2020

TIIVISTELMÄ

<p>Tekijä Petri Rantala</p>	<p>Tutkinto Pelastusalan päällystö (AMK)</p>
<p>Julkaisun nimi Palokunnan toiminta hälytystilanteessa Olkiluoto 3 säteilyvalvonta-alueella</p>	<p>Julkisuus Julkinen Liitteet salaisia</p>
<p>Sivumäärä 34</p>	<p>Päiväys 18.8.2020</p>
<p>Opinnäytetyön ohjaaja(t) Juha Ronkainen, vanhempi opettaja</p>	<p>Toimeksiantaja Teollisuuden Voima Oyj Vesa Katavisto, palopäällikkö Eerik Nurmi, palomestari</p>
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa ohje palokunnalle hälytystilanteessa toimimiseen Olkiluoto 3 säteilyvalvonta-alueella. Olkiluoto 3 on painevesireaktorityyppinen niin sanottu kolmannen sukupolven ydinvoimalaitos. Ydinvoimalaitoksen säteilyvalvonta-alueella toimimiseen pitää palokunnalla olla ennalta suunnitellut ja harjoitellut toimintamallit.</p> <p>Olkiluodon reaktorit eroavat toisistaan Olkiluoto 3:n ollessa painevesireaktori ja Olkiluoto 1 ja 2:n ollessa kiehumisvesireaktoreita. Tällöin myös samoja palokunnan toimintaohjeita ei voida suoraan käyttää erilaisten tekniikoiden takia vaan eri laitostyypeille on oltava omat ohjeensa.</p> <p>Opinnäytetyössä tarkasteltiin laajasti ydinvoimalaitoksia ohjaavaa lainsäädäntöä ja asetuksia. Opinnäytetyön aikana Olkiluoto 3:lla järjestettiin useita harjoituksia. Harjoituksissa saatuja kokemuksia ja huomioita hyödynnettiin toimintaohjeen laadinnassa.</p> <p>Opinnäytetyön liitteenä oleva ohje otetaan käyttöön Olkiluoto 3:lla ydinteknisen koekäytön alkaessa. Opinnäytetyö on jaettu julkiseen ja ei-julkiseen osaan. Palokunnan toimintaohje on tämän opinnäytetyön liitteessä, mutta se ei ole julkinen.</p> <p>Työn tuloksia voidaan soveltaa soveltuvin osin 2020-luvulla Olkiluotoon valmistuvan loppusijoituslaitoksen palontorjunnassa.</p>	
<p>Avainsanat Ydinvoimalaitos, Olkiluoto 3, laitospalokunta, säteilyvalvonta-alue, palokunnan toimintaohje.</p>	

ABSTRACT

Author Petri Rantala	Degree Programme Fire Officer's Degree (UAS)
Title The fire brigade strategy for the radiation monitoring area at Olkiluoto 3 Nuclear Power Plant during emergency situations	Confidentiality Public Appendix confidential
Pages 34	Date 18th August, 2020
Academic supervisor Mr. Juha Ronkainen, Senior Instructor	Client Organisation/Partner Mr. Vesa Katavisto, Fire Chief Mr. Eerik Nurmi, Executive Fire Officer Teollisuuden Voima Oyj
<p>Abstract</p> <p>The aim of this thesis was to create a fire brigade strategy for the radiation monitoring area at Olkiluoto 3 Nuclear Power Plant. This strategy will be used by the industrial on-site fire brigade during emergency situations. If measures have to be taken at the radiation monitoring area of the nuclear power plant, the fire brigade must have a standard operation procedure which has been planned and practised beforehand.</p> <p>Since Olkiluoto 3 has the European pressurized water reactor and Olkiluoto 1 and 2 have the boiling water reactor, the fire brigade strategies of Olkiluoto 1 and 2 cannot be used because of the different kind of structures.</p> <p>The legislation and regulations of nuclear power plants were thoroughly studied. For the thesis, multiple fire drills were conducted at the Olkiluoto 3 radiation monitoring area. Observations and experiences received during the fire drills, were utilized while creating the fire brigade strategy.</p> <p>The strategy will be put to use when the trial run begins at Olkiluoto 3. The strategy is confidential, and due to this, the thesis is divided into a public and a confidential part.</p> <p>Furthermore, the results of this thesis can partly be used use for the fire prevention of the final disposal facility that will be built during the 2020's.</p>	
<p>Keywords</p> <p>nuclear power plant, Olkiluoto 3, industrial fire brigade, radiation monitoring area, fire brigade strategy</p>	

SISÄLLYS

KÄSITTEET JA LYHENTEET	6
1 JOHDANTO	8
2 YDINVOIMA	9
2.1 Ydinvoimalaitokset	9
2.2 Reaktorityypit	10
2.3 Kiehumusvesireaktori	10
2.4 Painevesireaktori	11
3 TEOLLISUUDEN VOIMA OY	12
3.1 Olkiluoto	12
3.2 Olkiluoto 3	13
4 YDINVOIMALAITOKSIA OHJAAVA LAINSÄÄDÄNTÖ	16
4.1 Ydinenergialaki	16
4.2 Ydinvoimalaitoksen rakentaminen	17
4.3 Ydinenergian käytön turvallisuuden valvonta	18
4.4 Säteilyturvakeskuksen määräykset	19
4.5 Ydinturvallisuusohjeet	19
4.6 Turvallisuustekniset käyttöehdot (TTKE)	19
4.7 Turvallisuusjärjestelmien suunnitteluperiaate ydinvoimalaitoksessa	20
5 YDINVOIMALAITOKSEN PALONTORJUNTA	21
5.1 Ydinvoimalaitoksen suunnittelu determinisellä lähestymistavalla	22
5.1 Rakenteellinen paloanalyysi	23
5.2 Ydinvoimalaitoksen suunnittelu todennäköisyyspohjaisilla menetelmillä	23
5.3 Suojarakennuksen vaatimukset	23
5.4 TVO:n laitospalokunta	24
5.5 Laitospalokunnan hälyttäminen	25
6 SÄTEILYTURVALLISUUS YDINVOIMALAITOKSESSA	26
6.1 Valvonta-alue	26
6.2 Liikkuminen valvonta-alueella	26
6.3 Palokunnan toiminta säteilyvalvonta-alueella	27

	5
6.4 Reaktorin suojarakennus	27
6.5 Suojarakennuksen ilmalukot	29
7 POHDINTA	30
7.1 Tulokset	30
7.2 Oma oppiminen ja jatkokehityskohteet	31
LÄHTEET	32
LIITTEET	34

KÄSITTEET JA LYHENTEET

As Low As Reasonably Achievable (ALARA) on säteilysojelman optimointitoimenpide, jolla pyritään pitämään henkilöiden säteilyannos ja radioaktiivisten aineiden päästöt niin pieninä kuin käytännön toimenpitein on mahdollista (Sandberg 2013, 91).

Determinen lähestymistapa on ydinvoimalaitoksen turvallisuussuunnittelun toimintamalli, jossa valitaan tietyt alkutiedot ja olosuhteet. Lähestymistavan avulla suojausjärjestelmät ja ydinvoimalaitoksen rakenteet mitoitetaan riittäviksi (Sandberg 2013, 96).

European Pressurized Water Reactor (EPR) eurooppalainen painevesireaktorityyppi, reaktorityyppi on niin sanottu kolmannen sukupolven reaktorityyppi (TVO Oyj c 2020).

Fire Hazard Analysis (FHA) on rakenteellinen paloanalyysi, jolla arvioidaan palotilanteen seurauksia (Rinta-Filppula 2016, 37-38.)

Fire Hazard Functional Analysis (FHFA) on toiminnallinen paloanalyysi, jota esimerkiksi STUK käyttää Olkiluoto 3:n paloturvallisuuden varmentamisessa (Rinta-Filppula 2016 37-38.)

International Atomic Energy Agency (IAEA) on kansainvälinen atomienergiajärjestö. Järjestön tehtävänä on edistää ja kehittää ydintekniikan rauhanomaista käyttöä ja toisaalta estää ja vähentää ydintekniikan sotilaallista käyttöä. IAEA turvallisuusstandardit eivät sido jäsenvaltioita mutta hyvin usein jäsenvaltiot hyväksyvät ne sellaisenaan. (IAEA 2000.)

OL1/OL2/OL3 ovat Olkiluodon ydinvoimalaitosyksiköt Olkiluoto 1, Olkiluoto 2 ja Olkiluoto 3.

Probabilistic Safety Assessment (PSA) on todennäköisyyspohjainen turvallisuusanalyysi. PSA-analyysissä huomioidaan tilastollisinten ja todennäköisyyspohjaisten menetelmien avulla kaikkien turvallisuuden kannalta tärkeiden järjestelmien, laitteiden ja ihmisen toimintojen luotettavuutta. (Sandberg 2013, 126.)

Pressurized water reactor (PWR) eli painevesireaktori on reaktorityyppi, jossa jäähdytysvesi ei höyrysty reaktorissa kovan paineen ansiosta. Painesireaktorissa höyry tuotetaan erillisessä höyrystimessä, josta se johdetaan turbiinille. (STUK. a. 2015.)

Säteilyturvakeskus (STUK) säteilyturvakeskuksen toimenkuvaan kuuluu ydinenergian turvallisen käytön valvonta (Sandberg 2013, 17-19).

Säteilyvalvonta-alue on alue, jolla ulkoinen säteilyannosnopeus ylittää 3 $\mu\text{Sv/h}$ tai ydinlaitosperäisistä radionuklideista voi aiheutua 40 tunnin viikoittaisesta oleskelusta yli 1 mSv:n sisäinen säteilyannos vuodessa (YVL C.2 5.0.8).

Turvallisuustekniset käyttöehdot (TTKE) ovat ydinlaitoksen käytön kannalta keskeinen asiakirja. TTKE-ehdoissa annetaan yksityiskohtaiset vaatimukset eri järjestelmille, laitteille, käyttöhenkilökunnalle ja heidän koulutukselle. Voimayhtiön on noudatettava turvallisuusteknisiä käyttöehtoja. Mikäli turvallisuusteknisistä käyttöehdoista poiketaan, on välittömästi ryhdyttävä korjaaviin toimiin. Turvallisuusteknisistä käyttöehdoista poikkeaminen on raportoitava säteilyturvakeskukselle. (Sandberg 2013, 386; YVL A.6 7.4.5.)

Ydinlaitoksia ovat ydinvoimalaitos, tutkimusreaktori, ydinjätteiden käsittelyyn, varastointiin tai ydinpolttoaineiden valmistukseen käsittelyyn ja varastointiin erikoistuneet laitos (Sandberg 2013, 358).

Ydinvoimalaitos on ydinreaktorilla varustettu ydinlaitos, joka on tarkoitettu lämmön tai sähkön tuotantoon. Ydinvoimalaitos voi koostua useista ydinlaitoksista (Ydinenergi laki 990/1987, 5 §).

Ydinturvallisuusohjeet (YVL-ohjeet) ovat Säteilyturvakeskuksen antamia yksityiskohtaisia ohjeita ydinenergi laissa määritellyn turvallisuustason saavuttamiseksi (Ydinenergi laki 990/1987, 7r §).

1 JOHDANTO

Opinnäytetyöni tavoitteena on tuottaa palokunnalle toimintaohje Olkiluoto 3 säteilyvalvonta-alueella toimimiseen hälytystilanteessa. Olkiluoto 3 on uudentyyppinen voimalaitos, eli niin sanottu kolmannen sukupolven ydinvoimalaitos. Ydinvoimalaitoksen on tarkoitus aloittaa säännöllinen sähköntuotanto 2021. Olkiluodon voimalaitokset 1 ja 2 ovat aloittaneet kaupallisen sähköntuotannon vuosina 1979 ja 1982. Olkiluodon voimalaitokset 1 ja 2 ovat molemmat kiehumisvesireaktoreita ja Olkiluoto 3 on painevesireaktori.

Opinnäytetyöni jakaantuu kahteen osaan: julkinen ja salainen. Varsinaisesta opinnäytetyöraportista tulee julkinen, ja salaiseksi osaksi tulee palokunnan toimintaohje. Julkisessa osuudessa käytän julkisia tietolähteitä ja asiantuntijoiden haastatteluja. Salaiseksi jäävässä osassa käsittelem turvaluokiteltuja aineistoja ja laadin toimintaohjeen niiden perusteella.

Opinnäytetyön aiheesta sain ehdotuksen TVO:n palopäällikkö Vesa Katavistolta ja Olkiluoto 3:n palomestari Eerik Nurmelta. Opinnäytetyön aihe tuntui mielenkiintoiselta ja itseleni sopivalta. Olen työskennellyt vuodesta 2009 lähtien opintojen alkuun asti Olkiluodon laitospalokunnassa erilaisissa tehtävissä. Ensimmäisenä kesänä opintojen aikana työskenteelin Olkiluoto 3:lla apulaispalomestarina. Kesän aikana osallistuin operatiivisen toiminnan lisäksi palokunnan ohjeiden laatimiseen, päivitykseen, sisäisiin palotarkastuksiin ja palontorjuntajärjestelmien käyttöönottoihin.

2 YDINVOIMA

Ydinvoiman rakentamista Suomeen aloitettiin selvittämään vuonna 1956 kansalliseen tapaan komitealla. Komitea muuttui ajan myötä atomienergianeuvottelukunnaksi, joka teetti 1960-luvun alussa tutkimuksen, joka huomioi ydinvoiman Suomen energiantuotannossa. Tutkimuksen mukaan Suomeen oli kannattavaa rakentaa ydinvoimalaitos 1960-luvun lopussa. Ensimmäisenä ydinlaitoksena valmistui vuonna 1962 Otaniemeen tutkimusreaktori, joka oli tarkoitettu kehittämään kotimaista asiantuntemusta ydinvoimalaitoksista. (Sandberg 2013, 14.)

Suomen ensimmäisen ydinvoimalaitoksen tilasi Imatran Voima vuonna 1970 V/O Technopromexportilta. Voimalaitoksen teho oli 440 MW. Toinen yksikkö tilattiin seuraavana vuonna samalta toimittajalta. Voimalaitokset rakennettiin Loviisaan ja ne kytkettiin sähköverkkoon vuosina 1977 ja 1980. Teollisuuden Voima Oy perustettiin vuonna 1969. TVO ja Asea-Atomin välillä allekirjoitettiin hankintasopimus vuonna 1974. Sopimukseen sisältyi optio toisen voimalaitosyksikön tilaamisesta. Optio käytettiin ja Eurajoelle Olkiluodon saareen rakennetut voimalaitokset kytkettiin sähköverkkoon vuosina 1978 ja 1980. (Sandberg 2013, 17 - 19.)

2.1 Ydinvoimalaitokset

Ydinvoimalaitos on laitos, joka on suunniteltu sähköntuotantoon. Ydinvoimalaitos on kuin muutkin sähköntuotantoon suunnitellut lämpölaitokset. Suurimpana erona on se, että fossiilisten polttoaineen tilalla lämmöntuotantoon käytetään ydinreaktorissa tapahtuvaa fissiota, joka on uraaniatomien ytimien halkeamisreaktio. Hallitun lämmöntuotannon takaamiseksi ytimien halkeamisen ketjureaktio pidetään sopivissa olosuhteissa. (STUK. b 2015)

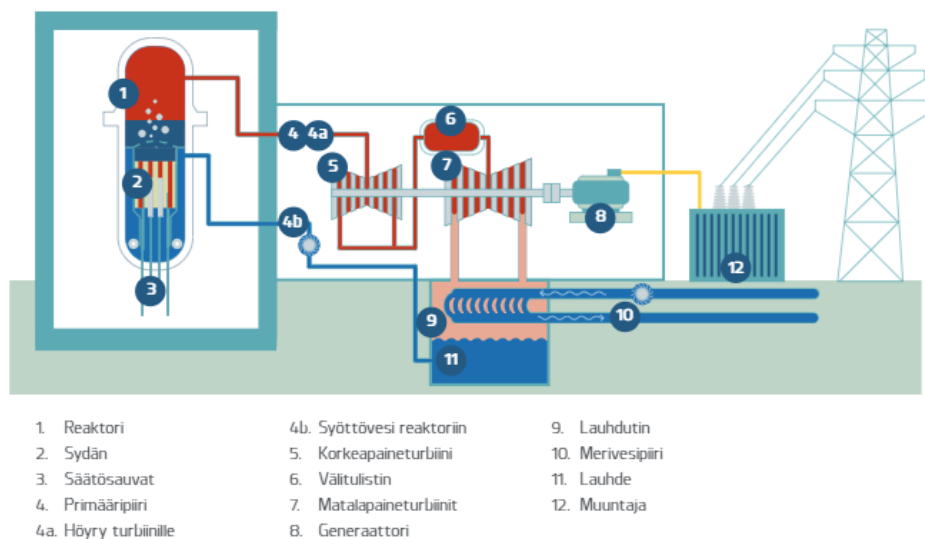
Fissioreaktioissa vapautuva energia kuumentaa ydinpolttoainetta ja siirtyy edelleen reaktorin jäähdytteeseen. Jäähdyte voi joko kulkea suoraan reaktorista turbiinille tai sillä voidaan kuumentaa höyrytimessä erillisen sekundääripiirin vettä, joka höyryksi muututtuaan pyörittää turbiinia. Turbiinissa höyryn lämpöenergia muutetaan liike-energiaksi ja edelleen generaattorin avulla sähköksi. (STUK b 2015)

2.2 Reaktorityypit

Ydinvoimalaitoksia on kaupallisessa käytössä seitsemää erilaista tyyppiä. Yleisimmät reaktorityypit ovat painevesi ja kiehutusvesireaktori. 60 % maailman reaktoreista on painevesireaktoreita ja 20 % kiehutusvesireaktoreita. Suomen kaikki ydinvoimalaitokset kuuluvat näihin kahteen ryhmään. Olkiluodossa olevat voimalaitokset 1&2 ovat kiehutusvesireaktoreita. Loviisan molemmat ydinvoimalaitokset ja Olkiluotoon rakenteilla oleva Suomen viides ydinvoimalaitos ovat painevesireaktorityyppisiä. Muita käytössä olevia reaktorityyppejä ovat kaasujäähdytteinen reaktori, kaasujäähdytteinen grafiittimoderoitu reaktori, hyötöreaktori, grafiittimoderoitu paineputkireaktori ja raskasvesijäähdytteinen reaktori. (TVO Oyj d. 2020; STUK c 2019)

2.3 Kiehutusvesireaktori

Kiehutusvesireaktorissa jäähdytysvesi kiertää reaktorin sydämen läpi paineastialle, jolloin polttoaineen lämpö siirtyy jäähdytysveden reaktorin sydämessä. Paineastiasta tuorehöyry johdetaan turbiineille. Höyry pyörittää turbiinien avulla sähkögeneraattoria. Turbiineilta höyry johdetaan lauhduttimille, jossa höyry muuttuu vedeksi. Lauhduttimilta vesi kierrätetään takaisin reaktoriin. Kuvassa 1 on esitetty kiehutusvesireaktorin toimintaperiaate. (STUK a 2015.)

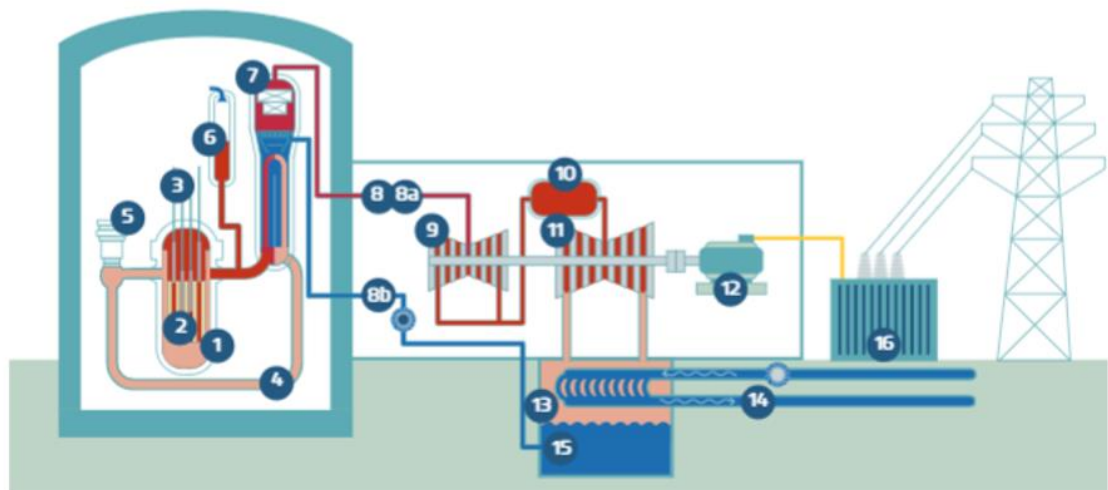


Kuva 1 Kiehutusvesireaktorin toimintaperiaate (TVO Oyj e 2012, 11).

2.4 Painevesireaktori

Painevesireaktorissa (kuva 2) on kaksi toisistaan erillistä suljettua piiriä, piirejä kutsutaan primääripiiriksi ja sekundääripiiriksi. Primääripiirissä korkeapaineinen vesi kiertää pääkiertopumppujen avulla reaktorista höyrystimelle. Primääripiirin vesi pidetään korkeassa paineessa paineistimen avulla. (TVO Oyj a. 2010, 5)

Sekundääripiirin vesi muuttuu höyrystimessä höyryksi, sekundääripiirin veden pienemmän paineen takia. Syntynyt vesihöyry johdetaan korkeapaineturbiinille, korkeapaineturbiinin jälkeen vesihöyry johdetaan välitulistimille. Välitulistiminen jälkeen höyry johdetaan kolmelle matalapaineturbiinille. Höyry pyörittää turbiineiden avulla sähkögeneraattoria. Matalapaineturbiineilta höyry johdetaan merivesilauhduttimien kautta vetenä takaisin höyrystimelle. (TVO Oyj a 2010, 31; STUK a 2015.)



- | | | |
|---------------------------------|------------------------------|--------------------------|
| 1. Reaktori | 7. Höyrystin | 11. Matalapaineturbiinit |
| 2. Sydän | 8. Sekundääripiiri | 12. Generaattori |
| 3. Säätösauvat | 8a. Höyry turbiinille | 13. Lauhdutin |
| 4. Primääripiiri (veden kierto) | 8b. Syöttövesi höyrystimille | 14. Merivesipiiri |
| 5. Pääkiertopumppu | 9. Korkeapaineturbiini | 15. Lauhde |
| 6. Paineistin | 10. Välitulistin | 16. Muuntaja |

Kuva 2 Painevesireaktorin toimintaperiaate (TVO Oyj e. 2012, 11).

3 TEOLLISUUDEN VOIMA OY

Teollisuuden voima Oyj (TVO) on suomalainen energiayhtiö. TVO on osakeyhtiö, joka on perustettu vuonna 1969. Vuonna 2018 tuli 40 vuotta sähköntuotantoa täyteen Olkiluodossa. TVO-konsernissa työskentelee nykyään noin 1000 henkilöä. Olkiluodon ydinvoimalaitos rakennettiin aikanaan Suomen kasvavan teollisuuden energian tarpeisiin. Olkiluodon ydinvoimalaitokset tuottavat nykyisin kuudenneksen Suomen sähkönkulutuksen tarpeesta. TVO tuottaa sähköä 131 kuntaan. Nämä 131 kuntaa omistavat yli 50 sähköyhtiötä. Pohjolan Voima Oy on TVO:n suurin omistaja 58,5 prosentin osuudellaan. (TVO Oyj d. 2020.)

3.1 Olkiluoto



Kuva 1 Olkiluodon ydinvoimalaitokset, vasemmalla on OL3, keskellä OL1 ja oikealla OL2 (TVO Oyj d. 2020)

Teollisuuden voimalla on Eurajoella Olkiluodossa kaksi ydinvoimalaitosta Olkiluoto 1 (OL1) ja Olkiluoto 2 (OL2). Olkiluotoon rakennetaan myös parhaillaan kolmatta ydinvoimalaitosta Olkiluoto 3 (OL3). Olkiluoto 3 on uuden sukupolven voimalaitos. Olkiluodossa sijaitsee myös Fingrid Oyj:n ja TVO:n 100 MW:n yhteishankkeena toteuttaman varavoimalaitos. Posiva Oy, joka kuuluu TVO-konserniin, rakentaa Olkiluotoon parhaillaan ydinjätteen loppusijoituslaitosta. Loppusijoituslaitoksen suunniteltu käyttöönotto tapahtuu 2020-luvulla. (TVO Oyj d. 2020.)

3.2 Olkiluoto 3

Olkiluoto 3 on EPR-tyyppinen painevesilaitos. EPR lyhenne tulee sanoista European Pressurized Water Reactor. Ydinvoimalaitos rakentuu Olkiluodon saaren länsipäähän. Laitosyksikön nettosähköteho on 1600 MW. Olkiluoto 3:sta rakentaa avaimet käteen periaatteella konsortio, jonka muodostavat AREVA GmbH, AREVA NP SAS ja Siemens AG. Laitosyksikölle on valtioneuvosto myöntänyt käyttöluvan 7.3.2019. (TVO Oyj c. 2020.)



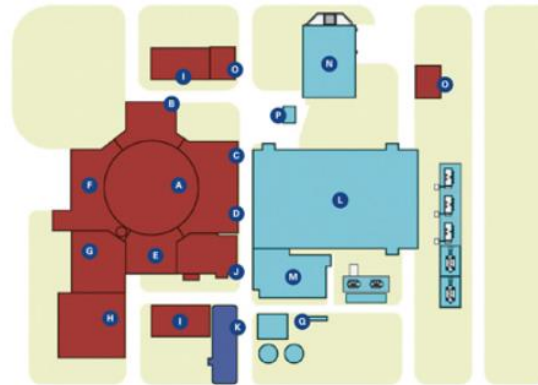
Kuva 2 Olkiluoto 3. (2016. TVO Kuvapankki).

Olkiluoto 3 on käytännössä jaettu kolmeen eri rakennuskokonaisuuteen, jotka ovat reaktorirakennus, turbiinirakennus sekä näiden kahden tuki- ja apurakennukset. Reaktorirakennus on tiivis ja painetta kestävä, ja sinne on sijoitettu kaikki tärkeimmät järjestelmät kuten primääripiiri, sydänsulan leviämisalue ja hätäjähdytysaltaat. Reaktorirakennuksen suojana on kaksikerroksinen teräsbetoninen suojarakennus. Reaktorirakennuksen ympärillä on neljä turvallisuusrakennusta. Polttoainerakennus, jossa on käytetyn ja tuoreen polttoaineenaltaat, sijaitsee reaktorirakennuksen vieressä. (TVO Oyj a. 2010, 9.)

- A Reaktorirakennus
- B Turvallisuusjärjestelmärakennus 1
- C Turvallisuusjärjestelmärakennus 2
- D Turvallisuusjärjestelmärakennus 3
- E Turvallisuusjärjestelmärakennus 4
- F Polttoainerakennus
- G Reaktorirakennuksen apurakennus
- H Jätteenkäsittelyrakennus
- I Dieselrakennus
- J Sisäänkulkurakennus
- K Toimistorakennus
- L Turbiinirakennus
- M Kytkinlaitos
- N Merivesipumppaamo

OLKILUOTO 3:N RAKENNUSKOKONAISUUDET

- AREVA NP (reaktorilaitos)
- Siemens PG (turbiinilaitos)
- TVO (toimistorakennus)



Kuva 3 Olkiluoto 3:n rakennukset (TVO Oyj b. 2020).

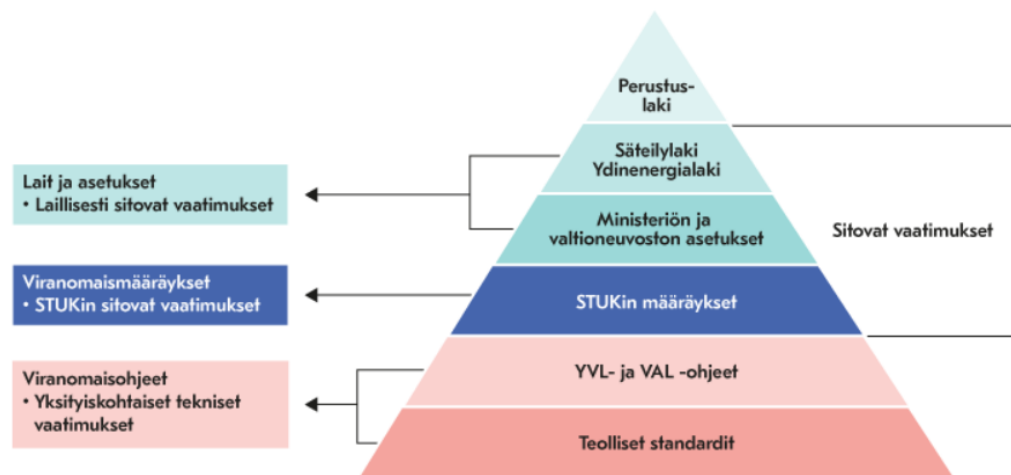
Turbiinirakennuksessa on yksi korkeapaineturbiini ja kolme matalapaineturbiinia, ne pyörittävät höyryn avulla generaattoria, joka tuottaa 1600 MWe:n sähkötehon. Korkeapaineturbiini tuottaa 40 % laitoksen bruttosähkötehosta. Turbiinin akselin kokonaispituus on 68 m ja pyörimisnopeus 1500 kierrosta minuutissa. Turbiiniyksikkö oli valmistuessaan maailman suurin. (TVO Oyj a. 2010, 33). Taulukossa 1 on nähtävissä Olkiluoto 3: tekniset tiedot.

Taulukko 1 Olkiluoto 3 Tekniset tiedot (TVO Oyj a 2010, 58 - 59).

Reaktorin lämpöteho	4300 MWth
Sähköteho, netto	1600 MWe
Hyötysuhde	n.37%
Reaktorin toimintapaine	155bar
Merivesivirtaus	57m ³ /s
Käyttöikä	n.60v
Rakennustilavuus	n. 1 000 000m ³
Suojarakennuksen tilavuus	80 000m ³
Suojarakennuksen suunnittelupaine	5,3 bar
Polttoaine	uraanidioksidi UO ₂
Polttoainepaino	735kg
Polttoainepippujen määrä	241kpl
Polttoaineen kulutus vuodessa	n. 60 nippua
Polttoaineen kulutus vuodessa	n.32 tU
Korkeapaineturbiini	1kpl
Matalapaineturbiini	3kpl
Turbiinigeneraattorin akselin pituus	68m
Kierrosnopeus	1500 1/min
Generaattorin nimellisteho	1992 MVA
Generaattorin staattorikämmien jäähdytys	vesi
Generaattorin roottorin jäähdytys	vety
Päämuuntaja nimellisteho	3x701MVA
Omakäyttömuuntajat 2 kpl nimellisteho	90/45/45MVA
Varasyöttömuuntaja 1 kpl nimellisteho	100/50/50MVA
Hätädieselgeneraattorit 4 x EDG	4 x 7,8 MVA
Hätädieselgeneraattorit 2 x SBO	2 x 3,0 MVA
Turbiinilaitoksen diesel	1,6 MVA

4 YDINVOIMALAITOKSIA OHJAAVA LAINSÄÄDÄNTÖ

Kuvassa 4 on esitetty säteilyturvakeskuksen toiminnalle tärkeimmät säädökset. Kuten kaikessa lainsäädännössä ylimpänä on perustuslaki, johon muut lait perustuvat. Perustuslain perusteella on annettu ydinenergialaki ja säteilylaki. Näiden lakien perusteella ministeriöt ja valtioneuvosto antavat asetuksia. Valtioneuvoston asetusten perusteella säteilyturvakeskus antaa määräyksiä ja ydinturvallisuusohjeita eli YVL-ohjeita ydinlaitoksille ja ydinvoimalaitoksille. Yksityiskohtaisia vaatimuksia tietyille komponenteille annetaan teollisissa standardeissa. Teolliset standardit ja YVL-ohjeet ovat kaikkein tarkimmin annettuja ohjeita, kun taas kolmion kärjessä olevat lait on kirjoitettu kohtalaisen väljästi ja yleisluontoisesti.



Kuva 4 Ohjaava lainsäädäntö (STUK d. 2020).

4.1 Ydinenergialaki

Ydinenergialain (990/1987, 1§) mukaan lain tarkoituksena on pitää ydinenergian käyttö ympäristön ja ihmisen kannalta mahdollisimman turvallisena. Lain tarkoituksena on myös pitää ydinenergian käyttö yhteiskunnan kokonaisedun mukaisena ja turvallisena, lisäksi laissa säädetään ydinenergian käytön periaatteista, ydinjätehuollosta, valvonnasta ja luvanvaraisuudesta. Laki määrittelee myös toimivaltaiset viranomaiset.

Ydinenergialain (990/1987) toisessa luvussa määritellään yleiset periaatteet ydinvoiman käytölle ja turvallisuutta koskevat vaatimukset. Turvallisuuden on oltava aina etusijalla, ja

ydinvoimalaitosta on aina käytettävä turvallisuusvaatimusten mukaisesti. Turvallisuutta koskevien vaatimusten täytyminen ydinvoimalaitoksen rakentamisen ja käytön aikana on todennettava luotettavasti. Ydinvoimalaitoksen käytön ja turvallisuuden kannalta tärkeimmät järjestelmät on suunniteltava ja rakennettava toisistaan riippumattomilla ja peräkkäisillä suojauksilla, mitä kutsutaan syvyys-suuntaiseksi turvallisuusperiaatteeksi.

Ydinvoimalaitokset on suunniteltava huomioiden onnettomuuksien ja käyttöhäiriöiden mahdollisuus. Mitä vaarallisempi mahdollinen onnettomuus on, sitä pienemmäksi onnettomuuden todennäköisyys on saatava suunnittelulla. Ensisijaisena suunnitteluperusteena on onnettomuuksien ehkäiseminen ja toisena mahdollisten onnettomuuksien seurausten lieventäminen ja rajoittaminen. (Ydinenergialaki 990/1987, 7d §.)

4.2 Ydinvoimalaitoksen rakentaminen

Ydinvoimalaitoksen ja ydinlaitoksen rakentaminen edellytyksenä on valtioneuvoston periaatepäätös siitä, että laitoksen rakentaminen on yhteiskunnan kokonaisedun mukaista. Rakentamisen aloittaminen ja käyttöönotto edellyttävät omat lupansa, joita haetaan valtioneuvostolta. Valtioneuvosto pyytää hakuvaiheessa alustavat lausunnot säteilyturvakeskukselta, ympäristöministeriöltä, suunnitellun sijaintikunnan kunnanvaltuustolta ja suunnitellun sijaintikunnan naapurikunnilta. Kauppa- ja teollisuusministeriön on annettava lähialueen kunnille, viranomaisille ja asukkaille mahdollisuus esittää mielipiteensä kirjallisesti ennen periaatepäätöksen tekemistä. Suunnitellulla sijaintipaikkakunnalla järjestetään, lisäksi julkinen tilaisuus, jossa voidaan esittää suullisesti ja kirjallisesti mielipiteitä. Mielipiteet saatetaan valtioneuvoston tietoon. (Sandberg 2013, 359.)

Kirjassa ydinturvallisuus (Sandberg 2013, 360) mainitaan valtioneuvoston myönteisen periaatepäätöksen kolme tärkeintä kriteeriä:

- Suunniteltu sijaintikunta on puoltanut ydinlaitoksen rakentamista.
- Ydinlaitoksen rakentamiseksi lain edellyttämällä tavalla turvalliseksi on kaikki edellytykset.
- Hankeen on oltava yhteiskunnan kokonaisedun mukainen.

Ydinvoimalaitoksen rakentamiseksi valtioneuvoston tekemän periaatepäätöksen yhtenä edellytyksenä on mahdollisen rakentamispaikkakunnan kunnanvaltuuston puolto ydinlaitoksen rakentamiseksi. Ilman tätä puoltoa valtioneuvosto ei voi tehdä myönteistä periaatepäätöstä ydinvoimalaitoksen rakentamiseksi. Periaatepäätösvaiheessa kunnalla on yksipuoleinen rajoittamaton harkintavalta, kun myönteinen periaatepäätös on tehty, kunnan tehtävänä on huolehtia alueellaan kaavoituksesta maankäyttö- ja rakennuslain mukaisesti. Maankäyttö- ja rakennuslain nojalla tehtyjen päätösten on perustuttava lainmukaisiin perusteisiin ja näihin päätöksiin asianosaisilla on normaali valistusoikeus. (Sandberg 2013, 371-372.)

4.3 Ydinenergian käytön turvallisuuden valvonta

Ydinenergialain (990/1987, 55 §) mukaan Säteilyturvakeskuksen (STUK) tehtävänä on toimia ydinenergian käytön turvallisuutta valvovana viranomaisena, lisäksi säteilyturvakeskuksen tehtävänä on valvoa turva- ja valmiusjärjestelyjen toteuttamista ydinenergiankäytön yhteydessä. Tehtävänsä hoitamiseksi STUK osallistuu ydinenergialain mukaisten hakemusten käsittelyyn, valvoo lupaehtojen noudattamista, antaa turvallisuusmääräyksiä ja asettaa kelpoisuusehtoja ydinenergiaan käyttöön liittyville henkilöille. Säteilyturvakeskus toimii asiantuntija-apuna muille viranomaisille

Pelastuslaissa 379/2011, 46 § 9 määrittellään Säteilyturvakeskuksen tehtäväksi valvoa säteilyn ja ydinenergian käytön turvallisuutta. Säteilyturvakeskus valvoo turva- ja valmiusjärjestelyjä, säteilytilannetta ja pitää valmiutta ydinenergian käytössä tapahtuvien poikkeustilanteiden varalle. Säteilyturvakeskus antaa suosituksia turvalliseen ydinenergian käyttöön, lisäksi se arvioi ydinenergian käytön turvallisuutta ja pitää yllä säteilytilannekuvaa.

Pelastuslain 379/2011, 48 § mukaan pelastuslaitoksen on laadittava erityiskohteisiin ulkoinen pelastussuunnitelma toiminnanharjoittajan kanssa yhteistyössä. Ulkoisen pelastussuunnitelman avulla pyritään hallitsemaan ja lieventämään mahdollisen onnettomuuden seurauksia. Suunnitelmaa laatiessaan toiminnanharjoittaja ja pelastuslaitos tekevät yhteistyötä muiden alueen viranomaisten kanssa ja lisäksi vaara-alueella olevalle väestölle on järjestettävä kuulemistilaisuus. Suunnitelman laatimisen jälkeen suunnitelmasta on tiedotettava ja suunnitelmassa mukaisia harjoituksia on järjestettävä suunnitelman toimivuuden takaamiseksi. Olkiluodon saarelle Satakunnan pelastuslaitos on laatinut kaksi ulkoista pelastussuunnitelmaa (Palomestari Eerik Nurmi, puhelinhaastattelu 5.5.2020).

4.4 Säteilyturvakeskuksen määräykset

Säteilyturvakeskus on antanut YVL ohjeiden lisäksi ydinenergianlain (990/1987) nojalla viisi määräystä koskien ydinvoimalaitosten turvallisuutta, valmiusjärjestelyjä, ydinenergian käytön turvajärjestelyjä, ydinjätteiden loppusijoituksen turvallisuutta ja kaivostoiminnan ja malminrikastustoiminnan turvallisuutta.

4.5 Ydinturvallisuusohjeet

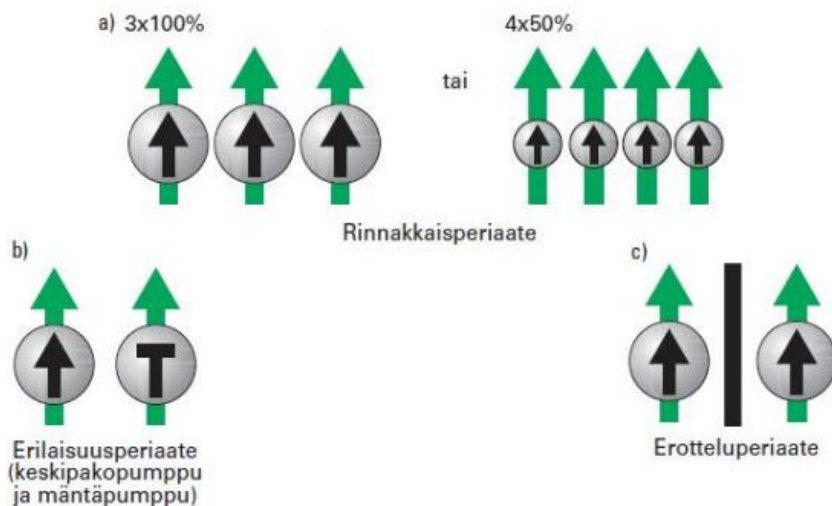
Lain ydinenergian muuttamisesta (342/2008, 7a, r §) toisessa luvun mukaan ”Ydinenergian käytön turvallisuus on pidettävä niin korkealla tasolla kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista.” Turvallisuuden kehittämisessä on huomioitava käyttökokemukset sekä tieteen ja tekniikan kehittyminen. Tämän lain nojalla säteilyturvakeskuksen on laadittava yksityiskohtaiset turvallisuusvaatimukset eli YVL-ohjeet (ydinturvallisuusohjeet). Säteilyturvakeskuksen laatimat ohjeet velvoittavat luvanhaltijaa. Luvanhaltijalla on mahdollisuus esittää vaaditun turvallisuustoimen tekemiseksi muunkinlainen toimintatapa kuin YVL-ohjeissa on mainittu. Luvanhaltijan on pystyttävä osoittamaan esittämällään toimenpiteellä saavutettava turvallisuustaso, esityksen perusteella Säteilyturvakeskus voi hyväksyä menetelmän käyttöön.

4.6 Turvallisuustekniset käyttöehdot (TTKE)

Ohjeen ydinvoimalaitoksen käyttötoiminta (YVL A.6 7.5) mukaan ”TTKE on laadittava siten, että ydinvoimalaitosta käytetään turvallisuusselosteessa esitettyjen suunnitteluperusteiden mukaisesti.” TTKE-ehdot on yksi tärkeimmistä asiakirjoista voimalaitoksen käytössä. Turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa määritellään yksityiskohtaiset rajoitukset ja vaatimukset järjestelmien käyttökuntauudelle, enimmäisajat niiden korjaukselle laitoksen käytön aikana. TTKE:ssä määritellään myös vaatimuksia järjestelmien teholle, paineelle virtausnopeudelle ja lämpötilalle. Valvomohenkilökunnan ja muun käyttöhenkilökunnan minimimäärät ja muita hallinnollisia asioita määritellään TTKE:ssä. TTKE mainitut ehdot on täytettävä tai laitos on saatettava turvalliseen tilaan. (YVL A.6 7.5; Sandberg 2013, 396 – 397.)

4.7 Turvallisuusjärjestelmien suunnitteluperiaate ydinvoimalaitoksessa

Turvallisuusjärjestelmien suunnittelun periaatteita on rinnakkaisperiaate, erotteluperiaate ja erilaisuusperiaate, turvallisen tilan periaate ja turvallisuustoimintojen automaattinen käynnistyminen. Turvallisuusjärjestelmien rinnakkaisperiaatteessa useat samanlaiset järjestelmät voivat korvata toisensa. Erotteluperiaattella tarkoitetaan järjestelmien sijoittamisesta fyysisesti eri tiloihin tai rakennuksiin ja toiminnallisesti järjestelmät on myös erotettu toisistaan. Erilaisuusperiaattella tarkoitetaan sitä, että samaa turvallisuustoimintoa varten on kaksi toisistaan erilaista järjestelmään. Esimerkiksi reaktorin pysäyttämiseksi onnettomuustilanteessa toinen mahdollisuus on säätösauvojen saattaminen reaktoriin tai toinen vaihtoehto booriliuoksen syöttö reaktoriin. Turvallisen tilan periaatteella tarkoitetaan sitä, että laite tai järjestelmä menee laitoksen kannalta turvalliseen tilaan menettäessään käyttövoimansa kuten sähkön tai paineilman. Turvallisuustoimintojen automaattisella käynnistymisellä tarkoitetaan sitä, että onnettomuuksien hallinnassa tarvittavien järjestelmien on käynnistytävä automaattisesti, jotta ohjaajille jää riittävästi aikaa reagoida tilanteeseen ja suunnitella oikeat toimet turvallisuuden takaamiseksi. (Rinta-Filppula. 2016, 12; Sandberg 2013, 102 - 104)



Kuva 5 Turvallisuusjärjestelmien suunnittelu periaatteita. (Sandberg 2013, 102-104)

Kuvassa 5 on esitetty turvallisuusjärjestelmien suunnitteluperiaatteet. Suomen nykyisten ydinvoimalaitosten turvallisuusjärjestelmien minimi suunnitteluperiaatteet ovat 3x100 % tai 4x50 %. 3x100 % tarkoittaa sitä, että yksi yksittäinen laite tai järjestelmä pystyy yksin tuottamaan vaaditun turvallisuustoimenpiteen, 4x50 % tarkoittaa sitä, että vaaditaan kaksi laitetta tai järjestelmää tuottamaan vaadittu turvallisuustoimenpide. (Sandberg 2013, 102 - 104)

5 YDINVOIMALAITOKSEN PALONTORJUNTA

Ydinenergialain (990/1987, 7r §) perusteella säteilyturvakeskuksen tehtävänä on asettaa yksityiskohtaiset turvallisuusvaatimukset ja julkaistava ne Säteilyturvakeskuksen määräyskoelmissa. Ydinturvallisuusohjeet on jaettu viiteen osaan: A, B, C, D ja E. B-osassa käsitellään ydinlaitoksen ja sen järjestelmien suunnittelua. (STUK e. 2020). YVL B.8-ohjeessa käsitellään ydinvoimalaitoksen palontorjuntaa suunnittelu-, rakentamis- ja käyttövaiheen aikana. Ohjetta noudatetaan ydinlaitoksen lisäksi laitosalueella ja kaikissa laitosalueella olevissa rakennuksissa. Ohjetta sovelletaan soveltuvin osin myös käytöstäpoiston aikana. (YVL B.8. 2019, 2.0.2).

International Atomic Energy Agency (IAEA) on kansainvälinen atomienergiajärjestö, joka antaa suosituksia ja tekee jäsenvaltioidensa ydinvoimalaitoksissa tarkistuksia. IAEA julkaisemassa ohjeessa Fire Safety in Operation of Nuclear Power Plants annetaan ohjeita esimerkiksi palokuorman määrästä. Ohjeen mukaan on luotava käytännöt, joilla pidetään palokuorman ja syttymislähteiden määrä mahdollisimman pienenä turvallisuudelle tärkeiden huoneiden ja laitteiden lähellä. (IAEA 2000, 5.) Säteilyturvakeskus on antanut saman suuntaisia ohjeita IAEA suositusten kanssa YVL-ohjeiden muodossa kuten seuraavassa kappaleessa todetaan.

Ydinvoimalaitoksen palontorjunta on perustuttava YVL B.8 (2019, 3.3.1) mukaan syvyyspuolustusperiaatteeseen. Syvyyspuolustusperiaate voidaan jakaa neljään osaan:

- Estää palon syttyminen. Palon syttyminen pyritään estämään käyttämällä nykyaikaisia ja luotettavia ratkaisuja, käyttämällä P1-luokan rakennuksille sallittuja rakennusmateriaaleja. Palon syttymistä pyritään estämään myös paloriskiä aiheuttavien koneiden valvonnalla ja suojauksella. Ydinvoimalaitoksen palokuorman määrä pyritään pitämään mahdollisimman pienenä ja palovaaraa aiheuttavien töiden tekijät koulutetaan, ohjeistetaan ja palovaaraa aiheuttavia töitä valvotaan
- Alkavat palot havaitaan ja sammutetaan nopeasti aktiivisten palontorjuntajärjestelyjen avulla. Palojen havaitsemiseen käytetään huonekohtaista osoitteellista automaattista paloilmoinjärjestelmää. Merkittäviä paloriskejä sisältävät kohteet on suojattava automaattisella sammutusjärjestelmällä. Ydinvoimalaitosalueen välittömässä läheisyydessä on oltava laitospalokunta.

- Palon leviämistä ja vaikutuksia pyritään rajoittamaan rakennusten ja turvallisuuslohkojen paloerottelulla. Rakennusten sisällä toteutetaan palo-osastointi ja paikallisia palosuojauksia. Rakennusten ilmanvaihtoa on pystyttävä ohjaamaan palotilanteen aikana, ilmanvaihdon ohjauksella ja savukaasujen poistamisella estetään palo-kaasujen leviäminen.
- Palonvaikutukset on rajoitettava niin, että turvallisuustoiminnot ovat toteutettavissa palosta huolimatta.

Ydinlaitoksen palontorjunta on suunniteltava siten, että missä tahansa mahdolliseksi arvioidussa palotilanteessa ydinlaitos voidaan saattaa hallittuun tilaan ja pitämään siinä niin pitkään, että edellytykset turvalliseen tilaan siirtymiseksi voidaan varmistaa sekä siten, että radioaktiivisten aineiden pääsy ympäristöön voidaan estää. (YVL B.8. 2019, 3.1.)

5.1 Ydinvoimalaitoksen suunnittelu determinisellä lähestymistavalla

Ydinvoimalaitosten suunnittelussa on otettava huomioon sisäiset ja ulkoiset tapahtumat. Sisäisiä tapahtumia ovat esimerkiksi laiteviat, prosessien häiriöt ja käyttöhenkilökunnan virheet. Ulkoisia tekijöitä taas voivat olla tulipalot, maanjäristykset, tulvat ja muut sään ääri-ilmiöt, sekä lentokoneiden törmäykset. Laitoksen turvallisuussuunnittelun lähtökohdaksi otetaan vaikeimpia tarkoituksenmukaisia kuviteltavissa olevia tapahtumia ja olosuhteita. Tapahtuminen ja olosuhteiden valinnassa käytetään hyväksi asiantuntijoita, tilastoja tapahtumista ja niiden todennäköisyyksistä. Valittujen tapahtumien tai olosuhteiden laskennallisten ja kokeellisten tulosten perusteella laitoksen rakenteet ja järjestelmät mitoitetaan niin, että jää vielä riittävä turvallisuusmarginaali, kun turvallisuusjärjestelmät toimivat minimi teholla. Turvallisuustoimintoja mitoitettaessa analysoidaan useita erilaisia alkutapahtumia ja analyyseissä käytetään realistisia ja konservatiivisia tietokoneohjelmia. Laitteiden vikaantumisen mahdollisuus huomioidaan analyyseissä niin, että jokaiseen turvallisuusjärjestelmään oletetaan tulevan seurauksiltaan mahdollisimman haitallinen yksittäinen vika, järjestelmän oletetaan muuten toimivan suunnitellusti. (Sandberg 2013, 95 – 97.)

5.1 Rakenteellinen paloanalyysi

YVL B.8. (2019, 3.2.6) mukaan paloanalyyseillä on pystyttävä osoittamaan, että suojarakennuksessa mahdollisesti tapahtuvasta palosta huolimatta reaktorin pysäyttäminen ja saattaminen turvalliseen tilaan onnistuu kaikissa tilanteissa. Lisäksi jälkilämmön poiston on onnistuttava ilman suojarakennuksen eheyden vaarantumista.

FHA eli Fire Hazard Analysis on rakenteellinen paloanalyysi, jolla arvioidaan palotilanteen seurauksia. Menetelmän tavoitteena on selvittää erilaisten palojen seuraukset. Skenaariota varten tarvitaan tarkat tiedot huoneista, huoneiden sisällöstä etenkin palokuorman suhteen, rakennusmateriaali, ilman saanti, ovien asennot ja henkilömäärät. STUK käyttää Olkiluoto 3 paloturvallisuuden varmistamisessa ja sammutusjärjestelmien ja muiden paloa rajoittavien tekijöiden arvioinnissa FHFA (Fire Hazard Functional Analysis) -analyysiä. Toiminnallisilla analyyseillä arvioidaan pääasiassa ydinturvallisuuden toteutumista ja sitä, pystyvätkö turvallisuusjärjestelmät toteuttamaan tehtävänsä huolimatta palonaiheuttamista heikennyksistä. (Rinta-Filppula 2016, 37 – 38.)

5.2 Ydinvoimalaitoksen suunnittelu todennäköisyyspohjaisilla menetelmillä

Todennäköisyyspohjaisen analyysin PSA eli Probabilistic Safety Assessment tarkoituksena on tunnistaa sellaiset tapahtumat, jotka voivat johtaa vakavaan reaktori onnettomuuteen. PSA arvioi jokaisen tapahtuma yhdistelmän esiintymistiheyden ja todennäköisyyden ja seurausvaikutukset onnettomuudelle. PSA huomioi kaikkien turvallisuudelle tärkeiden järjestelmien, toimintojen, laitteiden ja ihmisen toiminnan luotettavuutta tilastollisesti ja todennäköisyyspohjaisesti. PSA avulla on tarkoitus löytää isoimmat riskitekijät. PSA-tuloksia tarkastellaan yleensä sydänvaurion todennäköisenä esiintymistaajuutena yhden vuoden aikana. Valmistuneiden PSA-tutkimusten mukaan reaktorisydämen vaurioitumistodennäköisyydet vaihtelevat 1000 - 100 000 vuoden välillä epävarmojen lähtötietojen takia. (Sandberg 2013, 126 - 129)

5.3 Suojarakennuksen vaatimukset

Ydinvoimalaitoksen rakennukset on suunniteltava P0 tai P1-luokan rakennuksiksi ja rakennuksen on lähtökohtaisesti täytettävä P1-luokan vaatimukset. Olkiluoto 3:n suojarakennus

on turvallisuusluokiteltu rakennus. Rakennuksen paloluokkavaatimus on palomuurityyppinen vähintään EI-M 120. Sama paloluokkavaatimus koskee ovia ja läpivientejä. Suojarakennus on jaettu useisiin palo-osastoihin. Palo-osaston minimivaatimus on EI-M 60 ja sama vaatimus koskee myös läpivientejä, aukkoja ja ovia. (YVL B.8. 2019, 3.4.1 - 3.4.3.)

5.4 TVO:n laitospalokunta

Ydinvoimalaitoksella on oltava operatiivinen palontorjuntavalmius, joka käsittää laitoksen välittömässä läheisyydessä olevan laitospalokunnan, laitoshenkilöstön ja lähialueiden palokuntien avulla tapahtuvan palontorjunnan. Siihen kuuluu myös laitoksella oleva irtain sammutuskalusto. (YVL B.8. 2019, 3.5.3.)

Ydinvoimalaitosalueella tai sen välittömässä on oltava laitospalokunta. Laitospalokunnan vahvuuden on oltava vähintään 1+3 eli päätoiminen palo esimies ja kolme palontorjuntaa osallistuvaa päätoimista henkilöä. Laitospalokunnan riittävä vahvuus on myös perusteltava. Laitospalokunnan lähtövalmiuden on oltava korkeintaan viisi minuuttia 24/7. Palontorjuntaan osallistuvien henkilöiden pitää olla savusukelluskelpoisia. Savusukelluskelpoisuuden määritelmään kuuluu koulutus, kokemus, fyysisen kunto, soveltavuus ja varustus. (YVL B.8. 2019, 3.5.3)

Olkiluodon ydinvoimalaitosalueen laitospalokunta koostuu TVO:n palohenkilöstöstä ja Securitas Oy:n turvahenkilöstöstä. Palokunnan päällystöön kuuluvat palopäällikkö, neljä palomestaria ja asemamestari. Palokunnan päällystö työskentelee pääsääntöisesti arkipäivisin. Alipäällystöön kuuluvat kaksi palo esimiestä, kaksi palokalustonhoitajaa ja viisi vuorotyötä tekevää suojeluesimiestä. Miehistöön kuuluvat vuorotyötä tekevät turvahenkilöt. Palokunnan kokonaisvahvuus on noin 50 henkilöä. Palokunnalla on viisi työvuoroa. Palokunnan yhden työvuoron vahvuus on 1+6 24/7. TVO ja Satakunnan pelastuslaitoksen ovat sopineet kirjallisesti TVO:n laitospalokunnan toimimisesta pelastuslain 379/2011, 25 § mukaisena sopimuspalokuntana. (Palomestari Eerik Nurmi, puhelinhaastattelu 5.5.2020.)

Laitospalokunnan työvuoro miehittää pääsääntöisesti yksikön RSA971 vahvuudella 1+3 ja RSA975 vahvuudella 0+3, lisäksi palokunnalla on käytössään kaksi huoltoautoa. Palokunnalla kalustoon kuuluvat lisäksi öljyntorjuntaperävaunu RSA 9791, vaahtoperävaunu RSA

9792, vene RSA 978, siirrettävä savukaasuimuri, moottoriruiskuja, pumppukontteja, öljyntorjuntapuomia, öljyntorjunta-alus ja öljyntorjuntakontteja saaristossa. (Palomestari Eerik Nurmi, puhelinhaastattelu 5.5.2020.)

5.5 Laitospalokunnan hälyttäminen

Säteilyturvakeskuksen määräyksen ydinenergian käytön turvajärjestelyistä 2016 11 § mukaan ydinlaitoksella pitää olla turvajärjestelyjä varten hälytyskeskus ja varahälytyskeskus. Molemmista keskuksista pitää olla tietoturvalliset yhteydet ydinvoimalaitoksen valvomoon. Hälytyskeskuksen ja varahälytyskeskuksen pitää olla eroteltuna etäisyyden ja rakenteellisten ratkaisuiden avulla toisistaan, jotta niitä ei menetetä samanaikaisesti samasta sisäisestä tai ulkoisen syyn vuoksi. Hälytyskeskus tai varahälytyskeskus pitää olla aina miehittettynä vähintään yhdellä henkilöllä.

Olkiluodon ydinvoimalaitosalueella on käytössä automaattinen paloilmoitinjärjestelmä. Automaattisen paloilmoitinjärjestelmän hälytykset välittyvät valvomoihin, paloasemalle ja TVO:n hälytyskeskukseen. TVO:n hälytyskeskus hälyttää laitospalokunnan ja tarvittaessa lisäyksiköitä hätäkeskuksesta. Olkiluodon alueella kaikki rakennukset ja huonetilat on varustettu savu- tai lämpöilmaisimin sekä painonapein. (Katavisto 2019, 20.)

6 SÄTEILYTURVALLISUUS YDINVOIMALAITOKSESSA

Ydinenergian käytön tulee olla sen käytön haitat mukaan lukien yhteiskunnan kokonaisedun mukaista. Ydinenergian käytöstä ei saa aiheuta haittaa ihmisille, ympäristölle tai omaisuudelle. ALARA eli As Low As Reasonably Achievable -periaatteen mukaan henkilökunnan säteilyannokset pyritään pitämään mahdollisimman pieninä ja radioaktiivisten aineiden päästöjen pitää alittaa rajat normaalin käytön aikana. (Sandberg 2013, 91)

6.1 Valvonta-alue

Ydinvoimalaitoksen valvonta-alueeksi määritellään sellaiset laitoksen tilat, joissa ulkoinen säteilynopeus tunnissa voi olla yli 3 μSv tai 40 tunnin alueella oleskelusta viikossa voi aiheutua yli 1 mSv:n sisäinen säteilyannos vuodessa. Tämä johtuu radionuklideista, jotka ovat ydinlaitosperäisiä. Valvonta-alueella työntekijöiden suojaamiseksi ionisoivalta säteilyltä ja radioaktiivisten aineiden leviäminen estämiseksi on luotu erityisiä menetelmiä ja sääntöjä. (YVL C.2. 2019, 5.3.)

6.2 Liikkuminen valvonta-alueella

Valvonta-alueella liikuttaessa on käytettävä vähintään kokosuojapukua ja jalkinesuojuksia. Jalkinesuojat voidaan korvata valvonta-alueella käytettävillä laitoskengillä. Tarpeen vaatiessa varustusta voidaan täydentää lisäsuojaimilla kuten suojakäsineillä, suojajalkineilla tai hengityksensuojaimilla. Valvonta-alueella syöminen, juominen ja tupakointi on kielletty. Valvonta-alueilla voi olla erikseen osoitettuja ja rajattuja kahvioita, taukopaikkoja ja juomavesiautomaatteja. Valvonta-alueella poistuvien henkilöiden ja tavaroiden pintakontaminaatio on mitattava. Valvonta-alueella on oltava henkilödekontaminointila, tilassa on oltava asianmukaiset välineet henkilöiden pintakontaminaation puhdistamiseen. (YVL C.2. 2019, 5.5.)

”Kaikki ydinlaitoksen valvonta-alueella liikkuvat työntekijät on varustettava henkilökohtaisilla annosmittareilla.” Henkilökohtainen annosmittari on tarkoitettu mittamaan henkilön koko kehon keskimääräistä säteilyannosta. Mittarin on oltava mittaamisen kannalta edustavalla paikalla. Toiminnanharjoittajan vastuulla on omien ja ulkopuolisten työntekijöiden

mittauksen ja annostarkkailun järjestäminen. Toiminnanharjoittaja vastaa myös tietojen toimittamisesta annosrekisteriin. (Säteilylaki 859/2018 92§, 101§ ja 104§; YVL C.2. 2019, 7.1.)

6.3 Palokunnan toiminta säteilyvalvonta-alueella

Palokunnan perusvarustukseksi on määritelty TVO:n laitospalokunnan toimintaohjeessa (Katavisto 2019, 30 ja 35) sammutusasu, paineilmalaitteet, TLD- dosimetri ja säteilyannosmittari RAD. Viestivälineinä on jokaisella henkilökohtainen freeset-puhelin ja Virve-pääte-laite. Viestivälineille ja säteilyannosmittareilla TLD ja RAD on määritelty paikat sammutusasussa häiriösignaalin eliminoimiseksi. Säteilyvalvonta-alueella tapahtuvassa palo- ja pelastustoiminnassa noudatetaan normaaleja säteilysuojelumääräyksiä, eli kaikki valvonta-alueelta poistuvat henkilöt ja tavarat mitataan pintakontaminaation varalta ja tarvittaessa suoritetaan henkilöiden tai varusteiden puhdistus.

Isoja säteilyvalvonta-alueella tapahtuvia onnettomuustilanteita varten on laitosportille varattu ulkopuolisille palokunnille freeset-puhelimet, TLD-dosimetrit ja elektroniset RAD-säteilyannosmittarit. Lähialueen palokunnille on jaettu etukäteen henkilötietolomakkeet, jotka ryhmänjohtajat täyttävät matkalla Olkiluotoon hälytystilanteessa. Täytettyä henkilötietolomaketta vastaan ryhmänjohtaja saa laitosportilta miehistölleen viestivälineet ja säteilymittarit. Onnettomuustilanteen jälkeen mittarit ja viestivälineet palautetaan laitosportille ja mahdollinen säteilyannos kirjataan henkilötietokaavakkeeseen. (Palomestari Eerik Nurmi, puhelinhaastattelu 22.4.2020.)

6.4 Reaktorin suojarakennus

Säteilyturvakeskuksen määräyksen ydinvoimalaitoksen turvallisuudesta 2018, §10 c mukaan suojarakennuksen eheyden suunnittelussa on käytettävä seuraavia suunnitteluperiaatteita:

Suojarakennuksen eheyden varmistamiseksi

- Suojarakennus on suunniteltava siten, että se säilyttää tiiviytensä odotettavissa olevissa käyttöhäiriöissä sekä suurella varmuudella onnettomuustilanteissa.

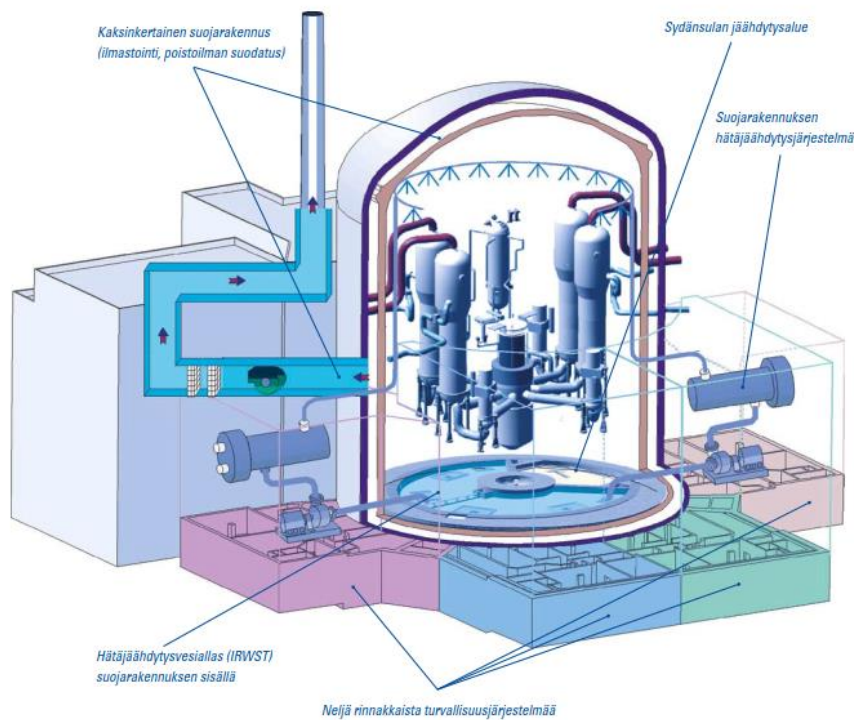
- Suojarakennuksen suunnittelussa on otettava huomioon onnettomuuden seurauksena syntyvät paine-, säteily- ja lämpökuormat, säteilytasot laitostiloissa, palavat kaasut, heitteet sekä lyhytkestoiset suurenergiset ilmiöt.
- Mahdollisuuden, että suojarakennuksen tiiviys vaarantuu reaktoripainesäiliön rikkoutumisen seurauksena, on oltava erittäin pieni.

Olkiluoto 3 reaktorin suojarakennus on kaksikuorinen teräsbetoninen rakennus, joka on rakennettu yhteiselle pohjalaatalla muiden turvallisuudelle tärkeiden rakennusten kanssa. Turvallisuuden kannalta kriittiset rakennukset on suunniteltu kestäämään ulkoisia häiriötekijöitä kuten maanjäristys, suuren lentokoneen törmäys ja räjähdysten aiheuttamia paineaaltoja. (TVO Oyj a 2010, 9.)

Suojarakennuksen tilavuus noin 80 000 m³, ja rakennuksen korkeus maanalaiset tilat mukaan lukien on noin 70 m. Rakennuksen ulkohalkaisija on noin 57 m. Rakennuksen sisempi suojakuori on esijännitetty teräsbetonisylinteri ja rakennuksen yläosa on elliptinen. Rakennuksen ulompi kuori on suunniteltu suojaamaan sisempää suojarakennusta ulkoisilta häiriötekijöiltä. Rakennuksen ulompi suojakuori on raudoitettu betonisylinteri. Tämän kaltainen kaksoisseinä rakenne on täysin uudenkaltainen verrattuna aiempiin suojarakennuksiin. (TVO Oyj a. 2010, 9.)

Suojarakennuksen tärkeimpiä tehtäviä on radioaktiivisuuden pitäminen rakennuksen sisällä kaikissa tilanteissa. Suojarakennusten kaasutiiveydelle on asetettu erittäin korkeat vaatimukset, sen suunnittelupaine on 5,3 bar. Sisemmän suojarakennuksen mahdollisten vuotojen varalle, suojarakennusten välitilaan on järjestetty vuodon keräysjärjestelmä. Järjestelmän avulla mahdolliset vuodot kerätään talteen ja suodatetaan ennen niiden johtamista ilmastointipiippuun. Reaktorirakennuksen ilmastointipiipulla on korkeutta noin 100 m. (TVO Oyj a. 2010, 9 – 10.)

Esimerkkejä Olkiluoto 3:n keskeisistä turvallisuusominaisuuksista



Kuva 6 Reaktorin suojarakennukset ja välitilan poistoilmansuodatus. (TVO Oyj a. 2010, 42).

6.5 Suojarakennuksen ilmalukot

Suojarakennuksen läpivientien ja ilmalukot on suunniteltu kestäämään samat lämpö- ja painekuormat kuin suojarakennuskin. Suojarakennuksessa on oltava vähintään kaksi henkilökulkuaukkoa. Henkilökulkuaukkojen on sijaittava riittävän etäällä, jotta kaikissa tilanteissa vähintään toinen henkilökulkuaukoista on käytettävissä hätäpoistumiseen suojarakennuksesta. Henkilökulkuaukkoja on myös pystyttävä käyttämään mekaanisesti ilman sähkövoimaa. Henkilökulkuaukkoina suojarakennukseen on käytettävä ilmalukkoja. Ilmalukoissa on oltava vähintään kaksi ovea ja vähintään toisen oven on oltava aina suljettuna, kun ilmalukkoa käytetään. Ilmalukkojen ovien on oltava suljettuina aina kun henkilökulkuaukkoja ei käytetä. (YVL B.6. 2019, 3.5.)

7 POHDINTA

7.1 Tulokset

Opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa ohje TVO:n laitospalokunnan käyttöön Olkiluoto 3 säteilyvalvonta-alueella toimimiseen palohälytystilanteessa. Ohje valmistui opinnäytetyön liitteenä. Ohje on salainen, ja sitä ei julkaista opinnäytetyön liitteenä.

Ohjeen tavoitteena oli tuottaa toimintamalli palokunnalle säteilyvalvonta-alueella toimimiseen reaktorirakennuksessa. Palohälytystilanteissa valvonta-alueella valvomon käyttöhenkilökunnan, säteilyvalvojien, Olkiluodon hälytyskeskuksen ja palokunnan on tehtävä saumatonta yhteistyötä, jotta päästään mahdollisimman hyvään lopputulokseen turvallisesti.

Tammi - helmikuussa 2020 reaktorirakennuksessa järjestettiin operatiivisia paloharjoituksia, joista yhtä olin seuraamassa ja tekemässä havaintoja. Harjoituksia järjestettiin useita, jotta kaikki palokunnan ja käyttöorganisaation henkilöt pääsivät osallistumaan harjoitukseen. Harjoituksessa pääpaino oli sammutustoiminnalla reaktorirakennuksessa. Harjoitusskenaarioina oli pääkiertopumpulla tapahtuva öljyvuoto, joka syttyi palamaan.

Harjoituksessa saatiin hyvää yhteistyökokemusta valvomon käyttöhenkilökunnan, säteilyvalvojien, Olkiluodon hälytyskeskuksen ja palokunnan välille. Harjoituksen yhteydessä havainnoitiin vaihtoehtoisia sammutusreittejä, vaahtokaluston ja muiden sammutus- ja pelastustoiminnan välineiden riittävyttä. Kaikkiin harjoituksiin osallistui palomestari Joni Toivo TVO:n palokunnasta. Toivon laatima muistio harjoituksista täydensi hyvin minulle muodostunutta mielikuvaa kehityskohteista.

Pidettyjen harjoitusten perusteella päädyin suosittelemaan hankittavaksi kalustoa, joka sijoitettaisiin reaktorirakennuksen välittömään läheisyyteen palokunnan, säteilyvalvojien ja käyttöhenkilökunnan käyttöön. Kaluston hankinnassa pääpaino on soveltuvan vaahtokaluston hankinnassa.

Toinen ohjeen huomio liittyy palokunnan käytettävissä olevien viestivälineiden kehittämiseen. Reaktorirakennuksessa, kuten muuallakin teollisuudessa, esiintyy kovaa meteliä, joka on omiaan hankaloittamaan kommunikointia ja luo tarpeetonta painetta työntekijöille. Suosittelen palokuntaa hankkimaan sammutuskypärät, joihin on integroitu kuulosuojaimet ja yhdistettynä käytössä oleviin viestivälineisiin.

7.2 Oma oppiminen ja jatkokehityskohteet

Tätä työtä tehdessäni olen laajasti tutustunut ydinvoimalaitoksia ohjaavaan lainsäädäntöön, ohjeisiin, palontorjuntaratkaisuihin ja syventänyt omaa aiempaa osaamistani aiheesta. Olen työskennellyt Olkiluodon tehdaspalokunnassa melkein 10 vuotta ennen opiskelemaan lähtemistäni. Työn tekemisen yhteydessä pääsin perehtymään aiempaa paremmin ohjeiden laatimiseen. Haastavammaksi osuudeksi ohjeen laatimisessa muodostui kaikkien toimintaan osallistuvien tahojen toiminnan yhteensovittaminen.

Opinnäytetyön pohjalta laadittuja ohjeita voidaan soveltaa myös käytetyn polttoaineen loppusijoituslaitoksessa, jonka toiminta on määrä alkaa 2020-luvulla. Toinen tutkittava aihe on mielestäni palokunnan henkilöstön kuulon suojaaminen teollisuudessa tapahtuvissa onnettomuuksissa.

LÄHTEET

IAEA, 2000. Fire Safety in the Operation of Nuclear Power Plants. Itävalta

Katavisto, V. 2019. *TVO:n Laitospalokunnan toimintaohje*. Teollisuuden Voima OYJ. Eura-joki.

Laki ydinenergian muuttamisesta 342/2008

Pelastuslaki 379/2011

Rinta-Filppula, S. 28.2.2016. *Ydinvoimalaitoksen palontorjunnan syvyyspuolustusperiaatteen arviointi*. Diplomityö. Espoo.

Sandberg, J. (toim.) 2013, *Ydinturvallisuus*. 2.painos. Bookwell Oy. Porvoo.

Säteilylaki 859/2018.

Säteilyturvakeskus. 10.12.2018. Määräys Y/1/2018. *Säteilyturvakeskuksen määräys ydinvoimalaitoksen turvallisuudesta*. Helsinki.

STUK a. Www-dokumentti. Päivitetty 8.7.2015. *Ydinvoimalaitostyyppit*. <https://www.stuk.fi/aiheet/ydinvoimalaitokset/miten-ydinvoimalaitos-toimii/ydinvoimalaitostyyppit>. Luettu 28.3.2020

STUK b. Päivitetty 8.7.2015. *Miten ydinvoimalaitos toimii*. <https://www.stuk.fi/aiheet/ydinvoimalaitokset/miten-ydinvoimalaitos-toimii>. Luettu 28.3.2020

STUK c. Päivitetty 18.12.2019. *Suomen ydinvoimalaitokset*. <https://www.stuk.fi/aiheet/ydinvoimalaitokset/suomen-ydinvoimalaitokset>. Luettu 28.3.2020

STUK d. *Säännöstö*. <https://www.stuk.fi/saannosto>. Luettu 05.04.2020

STUK e. *Ydinturvallisuusohjeet*. <https://www.stuk.fi/saannosto/stukin-viranomaisohjeet/ydinturvallisuusohjeet>. Luettu 16.05.2020

TVO Oyj a. 2010. *Ydinvoimalaitosyksikkö Olkiluoto 3. 2010.*

TVO Oyj b. Www-dokumentti. *OL3 Rakenne ja tekniset tiedot.*
<https://www.tvo.fi/tuotanto/laitosyksikot/ol3/rakennejateknisetiedot.html>.
Luettu 28.3.2020.

TVO Oyj c. Www-dokumentti. *OL3.*
<https://www.tvo.fi/tuotanto/laitosyksikot/ol3.html>. Luettu 28.3.2020.

TVO Oyj c. Www-dokumentti. *Reaktoriyydit.*
<https://www.tvo.fi/tuotanto/perustietoaydinvoimasta/reaktoriyydit.html>. Luettu 28.3.2020.

TVO Oyj d. Www-dokumentti. *Yhtiö.* Luettu 04.04.2020.
<https://www.tvo.fi/yhtio.html>

TVO Oyj e. 2012. *Ydinsähköä Olkiluodosta.* Eura Print Oy. Eura.

TVO. Kuvapankki. <https://kuvapankki.tvo.fi/>

Ydinenergialaki 990/1987.

YVL A.6. Säteilyturvakeskus. 15.06.2019. YVL-Ohje. A.6 *Ydinvoimalaitoksen käyttötoiminta.* Helsinki.

YVL B.6. Säteilyturvakeskus. 15.06.2019. YVL-Ohje. B.6 *Ydinvoimalaitoksen suojarakenus.* Helsinki.

YVL B.8. Säteilyturvakeskus. 15.12.2019. YVL-Ohje. B.8 *Ydinlaitoksen palontorjunta.* Helsinki.

YVL C.2. Säteilyturvakeskus. 1.11.2019. YVL-Ohje. C.2 *Ydinvoimalaitoksen työntekijöiden säteilysuojelu ja säteilyaltistuksen seuranta.* Helsinki.

LITTEET