

**KARTOITUS YDINVOIMALAITOKSEN KUNNOSSAPIDON
ALUEELLISISTA VAIKUTUKSISTA**

Joonas Ylinen

Opinnäytetyö
Tekniikka ja liikenne
Tuotantotalous
Insinööri (AMK)

2016

Tekniikka ja liikenne
Tuotantotalous
Insinööri

Tekijä	Joonas Ylinen	Vuosi	2016
Ohjaaja	DI Juha Kaarela		
Toimeksiantaja	Lapin ammattikorkeakoulu		
Työn nimi	Kartoitus ydinvoimalaitoksen kunnossapidon alueellisista vaikutuksista		
Sivu- ja liitemäärä	34 + 2		

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi tässä työssä Lapin ammattikorkeakoulun teollisuuden ja luonnonvarojen Kemin yksikön tutkimus-, kehitys- ja innovaatioyksikkö. Opinnäytetyön aiheena oli kartoittaa ydinvoimalaitoksen kunnossapidon alueelliset vaikutukset. Työ suoritettiin kirjallisuustutkimuksena.

Työssä tutkittiin Fennovoiman hanketta rakentaa Hanhikiven niemelle ydinvoimalaitos. Voimalaitos on tyypiltään painevesireaktorilaitos, joten työssä keskityttiin tämän tyyppisen reaktorilaitoksen toimintatapaan ja rakenteeseen. Teoriaosuudessa käsiteltiin myös kunnossapidon merkitystä ja kunnossapitolajeja. Lisäksi käsiteltiin yleisellä tasolla ydinvoimala-alaan liittyviä lakeja ja säännöksiä.

Työssä käytiin läpi ydinvoimalaitoksen toimintaperiaatteet sekä se, minkälaiset lait ja säännöt ohjaavat ydinvoimalaitoksen toimintaa Suomessa. Lisäksi tutkittiin kunnossapidollista potentiaalia, jonka Fennovoiman ydinvoimalaitos valmistuttuaan tarjoaisi vuosihuoltoseisokkien osalta Kemi-Tornio-alueelle.

Projektin aikana kertynyttä tietoa pystytään hyödyntämään Lapin ammattikorkeakoulun koulutussisällön uudistamisessa ja henkilöiden ja yritysten osaamisen kasvattamisessa.

Asiasanat

kunnossapito, ydinvoima, Fennovoima, painevesireaktori, vuosihuolto, potentiaali

Technology, Communication And
Transport
Industrial management
Bachelor of Engineering

Author	Joonas Ylinen	Year	2016
Supervisor	Juha Kaarela, M.Sc.		
Commissioned by	Lapland University of Applied Sciences		
Subject of thesis	Mapping of the regional effects of nuclear power plant maintenance		
Number of pages	34 + 2		

This Thesis was commissioned by Kemi Research, Development and Innovation Unit of Industry and Natural Resources at Lapland University of Applied Sciences. The subject of thesis was to map the regional effects of a nuclear power plant maintenance. The thesis was done as a literature research.

The focus in this thesis was to research the project of Fennovoima to build a nuclear power plant at Hanhikivi. The nuclear power plant will be water reactor pressurized by its type, ergo this thesis studied the mode of operation and structures of this kind of a reactor. The theory section consist of the importance of maintenance and the types of maintenance. The laws and regulations relating to nuclear power in Finland were also dealt with in theory section.

This thesis went through the nuclear power plant mode of operations and introduced what kind of laws and regulations are directing the nuclear power plants in Finland. Furthermore, the potential of maintenance that Fennovoima's nuclear power plant will provide with annual maintenance shutdown to Kemi-Tornio area was also researched.

The information that was gathered during this project can be used for training purposes at Lapland University of Applied Sciences and companies' staff.

Key words maintenance, nuclear power, Fennovoima, pressurized water reactor, annual maintenance, potential

SISÄLLYSLUETTELO

SISÄLLYSLUETTELO	4
1 JOHDANTO	7
2 KUNNOSSAPIDON MERKITYS	8
2.1 Kunnossapidon standardit	9
2.2 Kunnossapitolajit	9
2.2.1 Ehkäisevä kunnossapito	11
2.2.2 Korjaava kunnossapito	11
2.2.3 Kunnostaminen	11
2.2.4 Parantava kunnossapito	11
2.2.5 Häiriökorjaukset	12
3 YDINVOIMALAITOKSET MAAILMALLA	13
4 PAINEVESIREAKTORILAITOKSEN RAKENNE	14
4.1 Primääripiiri	14
4.2 Sekundääripiiri	16
4.3 Muut järjestelmät	17
5 YDINVOIMALAITOKSEN TARVISEMAT TUKIRAKENNUKSET	18
6 YDINJÄTEHUOLTO	21
7 YDINVOIMA-ALAN SÄÄNNÖSTÖ	22
7.1 Säännöstön hierarkia	22
7.2 Säteilyturvakeskuksen rooli	25
8 YDINVOIMALAITOKSEN VUOSIHUOLTO JA KUNNOSSAPIDON POTENTIAALI	26
8.1 Teollisuuden Voima Oyj:n vuosihuoltoseisokit	26
8.2 Fennovoiman vuosihuoltoseisokit	29
8.3 Kunnossapitopotentiaali Hanhikivi 1:n rakentamisvaiheessa	31
9 POHDINTA	32
LÄHTEET	33
LIITTEET	35

ALKUSANAT

Haluan kiittää toimeksiantajaa Aslak Siimestä mielenkiintoisen aiheen toimeksiannosta sekä opinnäytetyön ohjauksesta. Lisäksi haluan kiittää Fennovoiman kunnossapitopäällikköä Mika Yli-Kauhaluomaa opinnäytetyön tarkistuksesta ydinvoimalaitoksen käytön ja kunnossapidon näkökulmasta. Haluan myös kiittää lehtori Juha Kaarelaa opinnäytetyön ohjeistuksesta.

Lisäksi haluan kiittää perhettäni saamastani tuesta sekä kannustuksesta koskien opintojani sekä opinnäytetyön tekemistä.

Kemissä 31.3.2016

Joonas Ylinen

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

PWR	Painevesireaktori
BWR	Kiehutusvesireaktori
TVO	Teollisuuden Voima Oyj
YVL	Ydinvoimalaitosohje
STUK	Säteilyturvakeskus
1 MPa	1 Megapascal
VNP	Valtioneuvoston päätös

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehdään osana Lapin Ammattikorkeakoulun teollisuuden ja luonnonvarojen Kemian tutkimus-, kehitys- ja innovaatioyksikön projektia ydinvoimalaitoksen kunnossapidon erityispiirteet. Projekti tehdään yhteistyössä Fennovoiman kanssa ja tavoitteena on selvittää ydinvoimalaitoksen kunnossapidon erityispiirteitä sekä etsiä uusia kunnossapitotoimintaan liittyviä liiketoiminnan avauksia Lapin yrityksille. Lisäksi projektin aikana kertynyttä tietoa pystytään hyödyntämään Lapin ammattikorkeakoulun koulutussisällön uudistamisessa ja henkilöiden ja yritysten osaamisen kasvattamisessa.

Tämä opinnäytetyö on yksi osa nelivaiheista projektia. Tarkoituksena on tehdä kirjallisuusselvitys, jossa selvitetään ydinvoimalaitoksen kunnossapitoon liittyviä piirteitä sekä selvittää ja avata ydinvoima-alan säännöstöä ja lainsäädäntöä. Lisäksi työssä tutkitaan yleisesti ydinvoiman tilannetta maailmalla ja Suomessa sekä tutkitaan Lapin yritysten kunnossapidollista mahdollisuutta Fennovoiman ydinvoimalassa.

Opinnäytetyö rajataan käsittelemään painevesireaktorilaitostyyppistä ydinvoimalaitosta. Säännösten osalta työssä keskitytään selventämään yleisellä tasolla ydinvoimalaitoksia koskevaa lakien hierarkiaa.

2 KUNNOSSAPIDON MERKITYS

Tuotantolaitoksissa prosessiin vaikuttavien laitteiden toimintakuntoa pidetään yllä kunnossapidon toimilla, mikä on tarkoittanut aiemmin vikojen korjaamista. Kunnossapito-osaston tärkeimmäksi tehtäväksi ajatellaan liian usein laitevikojen korjaaminen. Tutkimukset osoittavat, että kunnossapidon merkitys tuotantolaitoksissa on laitevikojen korjaamisen lisäksi myös vikaantumisen hallintaa ja estämistä. Prosessinhoitajien roolia koneiden käyttäjinä on myös tutkittu ja niiden perusteella huomioitu tehokkaan käyttämisen ja luottavuuden kannalta. On huomioitu, että asiantuntevalla käytöllä sekä kunnossapidolla on paljon yhtäläisyyksiä. Yleinen tapa hoitaa kunnossapidollisia töitä on ollut antaa yrityksen oman kunnossapito henkilökunnan hoitaa työt. Tämä johtaa siihen, että prosessinhoitajat erkaantuvat kunnossapidollisista toimista, vaikka laitteiden kunnan hoitaminen kuuluu kaikille osapuolille, jotka ovat jollain tavalla laitteen tai laiteosan kanssa tekemisissä. Nykyisin on joissakin tuotantolaitoksissa otettu käyttöön malli, jossa kunnossapidon henkilökunta hoitaa vaativat korjaustyöt ja kunnonvalvonnan toimenpiteet ja käyttöhenkilökunta vastaa laitteiden ammattitaitoisesta ja oikeasta käytöstä sekä valvovat laitteiden toimintakuntoa. (Järviö, J. & Lehtiö, T. 2012, 14,17.)

Kunnossapito aiheuttaa merkittävän kustannuserän laitteiden ja laiteosien hallinnan osana, ja tämä kustannuserä on teollisuuden suurin hallitsematon kustannuserä. Kuitenkin kustannuksia on mahdollisuus hallita kunnossapidon hyvällä johtamisella. Kunnossapidon toimet vaikuttavat epäsuorasti yrityksen voittoon. Kuviossa 1 esitellään, millä tavalla kunnossapidolliset toimet tuovat yritykselle lisäarvoa. Kaavio on pitkä ja monimutkainen, mutta kuitenkin kaavion sisäistämi-

nen, saattaminen toimintasuunnitelmiin ja budjetteihin on kunnossapitäjille tärkeää. Myös kunnossapidon tuottojen seuraaminen on tärkeää, koska mikään muu osasto ei sitä tee. (Järviö, J. & Lehtiö, T. 2012, 27.)



Kuvio 1. Kunnossapidon vaikutukset yrityksen voittoon. (Järviö, J. & Lehtiö, T. 2012, 27.)

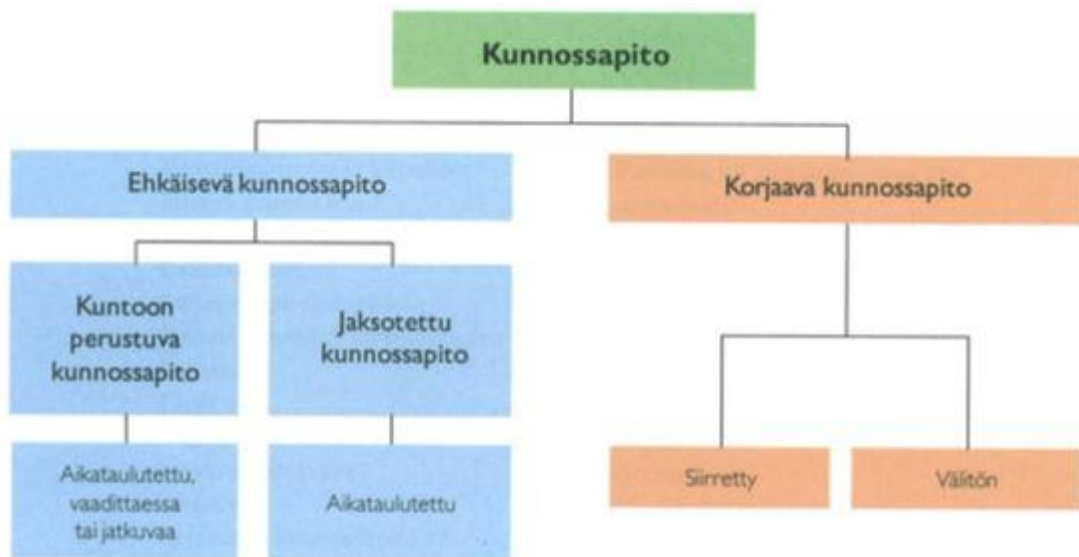
2.1 Kunnossapidon standardit

Standardit SFS-EN 15341:2007 ja PSK 7501:2010 määrittelevät keskeisiä tunnuslukuja, joilla vertaillaan kunnossapidon toimintaa esimerkiksi, suorituskykyvertailua. SFS-EN 15341:2007 on EU-standardi, joka on voimassa kaikkialla EU:n alueilla. EU:n alueiden kaikkien standardien tulee olla sopu-soinnussa EN-standardien kanssa. Suomessa toimii PSK-standardisointi ry, joka laatii sopu-soinnussa olevia suomenkielisiä standardeja vastaavien EN-normien kanssa. (Järviö, J. & Lehtiö, T. 2012, 38–39)

2.2 Kunnossapitolajit

Jotta kunnossapidon johtamisesta saataisiin mahdollisimman tehokasta, perusedellytys on että laitteiden ja laiteosien huollon hoitaminen on jaoteltu eri lajeihin. Jaottelun avulla pystytään esimerkiksi seuraamaan kunnossapidon tehokkuutta

vertaamalla eri lajien kustannuksia sekä työtuntien määrää. Kuvioissa 2 ja 3 esitellään EN-normin ja PSK-standardien mukaiset jaottelu. (Järviö, J. & Lehtiö, T. 2012, 46-47.)



Kuvio 2. Kunnossapidonlajit SFS-EN 13306:2010 mukaan. (Järviö, J. & Lehtiö, T. 2012, 46.)



Kuvio 3. Kunnossapidonlajit PSK 6201:2011 mukaan. (Järviö, J. & Lehtiö, T. 2012, 47.)

2.2.1 Ehkäisevä kunnossapito

Kunnossapidon lajin tavoite on vähentää todennäköisyyttä laitteen vikaantumiselle tai komponenttien toimintakyvyn heikkenemiselle. Ehkäisevää kunnossapitoa voidaan jaksottaa määrätyille aikaväleille tai sitten voidaan suorittaa tarpeen vaatiessa. Jaksotettuun kuuluu osien huoltoa, määräaikaisten osien vaihtoa tai muita määräaikaista toimenpiteitä. Vikojen ilmaantuessa laitteeseen pystytään ehkäisevällä kunnossapidolla tekemään tarkastuksia, kunnonvalvontaa, käynninseurantaa sekä näiden perusteella vaihtaa osia jotka vikaa aiheuttavat. (Komonen, K. 2005.)

2.2.2 Korjaava kunnossapito

Korjaava kunnossapito on kunnossapidon laji jonka tarkoituksena on poistaa laitteessa tai koneessa paikannettu vika. Vika voi olla joko kokonaisvika, joka estää laitteen tai koneen toiminnat tai osittainen vika, joka estää laitteen tai koneen osittaisen toimimisen. (Opetushallitus 2016.)

2.2.3 Kunnostaminen

Tuotantoon kuuluville kuluville osille voidaan suunnitellusti suorittaa kunnostamista. Tähän kuuluvat vikaantuneiden osien ja komponenttien kunnostustyöt verstaalla, kunnossapidollisten laitteiden korjaus sekä tarkastukseen tai kunnonvalvontaan perustuva korjaus seisokin aikana. (Komonen, K. 2005.)

2.2.4 Parantava kunnossapito

Parantava kunnossapito laji jaetaan yleisesti kolmeen eri ryhmään, josta ensimmäiseen ryhmään kuuluu laitteen tai koneen parantaminen uusilla osilla ja komponenteilla muuttamatta laitteen tai koneen suorituskykyä. Ryhmään kaksi kuuluvat uudelleensuunnittelut ja korjaukset joilla pyritään parantamaan laitteen tai koneen toimintaa luotettavammaksi. Kolmas ryhmä koostuu laitteen tai koneen modernisoinnista jossa tapahtuu suorituskyvyn muutoksia. Modernisointi voi myös muuttaa laitteen tai koneen valmistusprosessia. Tällaisia töitä tehdään yleensä,

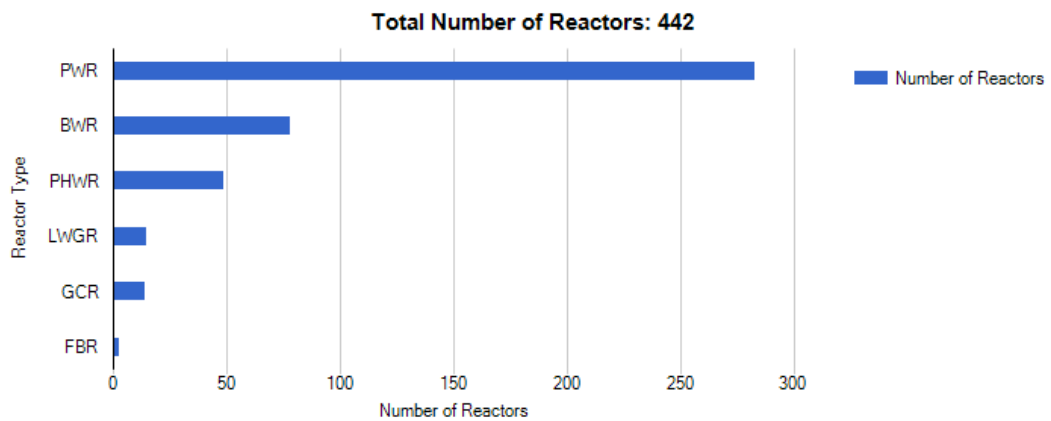
kun laitteen tai koneen elinjakso on pidempi kuin valmistuneen tuotteen elinkaari ja on rahallisesti kannattavampaa muokata vanha laite tai kone uudelle käyttötarkoitukseksi. (Järviö, J. 2004, 39.)

2.2.5 Häiriökorjaukset

Häiriökorjauksia suoritetaan häiriön aiheuttaman tuotannollisen katkon aikana. Välittömät korjaukset pyritään suorittamaan loppuun nopeasti, jottei taloudellinen kustannus katkosta kasvaisi suureksi. Häiriökorjauksia voidaan siirtää myöhemmälle ajankohdalle, jos todetaan että laite voi jatkaa toimintaa väliaikaisella korjauksella ja korjauksen siirtäminen todetaan olevan taloudellisesti kannattavampaa. (Komonen, K. 2005.)

3 YDINVOIMALAITOKSET MAAILMALLA

Maailmalla on tällä hetkellä käytössä 442 ydinvoimalaitosta ja 66 laitosta on rakenteilla. Kuviosta 4 nähdään, millä tavalla käynnissä olevat ydinvoimalaitokset ovat tyypeittäin jakaantuneet. Kevytvesireaktorit, PWR ja BWR, ovat yleisimpiä laitostyyppiä ja näistä PWR eli painevesireaktorilaitos on selkeästi yleisempi laitostyyppi kuin BWR eli kiehutusvesireaktorilaitos. Painevesireaktorilaitoksia on tällä hetkellä käytössä 283 kappaletta ja kiehutusvesireaktorilaitoksia taas 78 kappaletta. Maantieteellisesti suurimpia ydinvoiman tuottomaita ovat Amerikka (99 kappaletta), Ranska (58 kappaletta) ja Japani (43 kappaletta). (International Atomic Energy Agency 2016a.)



Kuvio 4. Ydinvoimalaitokset tyypeittäin. (International Atomic Energy Agency 2016b.)

Vuoden 2013 tilastojen mukaan maailmassa oli tuolloin 435 ydinvoimalaitosyksikköä joiden yhteenlaskettu sähköteho oli noin 370 000 megawattia ja ne tuottivat noin 2350 terawattituntia sähköä, joka vastasi noin 12 prosenttia sähköntuotannosta maailmassa. Suomessa ydinsähkön osuus sähkön kokonaiskulutuksesta oli vuonna 2012 noin 26 prosenttia. (Teollisuuden Voima Oyj 2016.)

4 PAINEVESIREAKTORILAITOKSEN RAKENNE

Suomessa on tällä hetkellä käytössä neljä ydinvoimalaitosyksikköä. Kaksi yksikköä sijaitsee Loviisan kaupungin edustalla ja ovat tyypiltään painevesireaktorilaitoksia, joiden omistajana on Fortum Power and Heat Oy. Kaksi muuta ydinvoimalaitosyksikköä ovat Teollisuuden voiman Oyj omistuksessa ja sijaitsevat Eurajoen kunnassa. Voimalaitokset ovat tyypiltään kiehutusvesireaktorilaitoksia. Rakenteilla Suomessa on tällä hetkellä yksi ydinvoimalaitosyksikkö, Eurajoen kunnassa Olkiluoto 3. Voimalaitosyksikkö on tyypiltään niin kutsuttu EPR (European Pressurized Water Reactor) painevesireaktorilaitos. Lisäksi Fennovoiman projekti rakentaa venäläiseen AES-2006 painevesireaktorilaitokseen perustuva ydinvoimalaitosyksikkö Pyhäjoelle on edennyt vaiheeseen, jossa on haettu työ- ja elinkeinoministeriöltä ydinvoimalaitoksen rakentamislupaa ja jossa tehdään työmaavaihetta tukevan alueinfrastruktuurin rakentamista sekä laitosyksikön sijaintialueella valmistelevia maanrakennustöitä. (Fennovoima 2016d.)

Painevesireaktorityyppinen ydinvoimalaitosyksikkö on tässä työssä jaettu kolmeen eri rakennekokonaisuuteen: primääripiirin järjestelmiin, sekundääripiirin järjestelmiin ja näiden toimintaa tukeviin apujärjestelmiin.

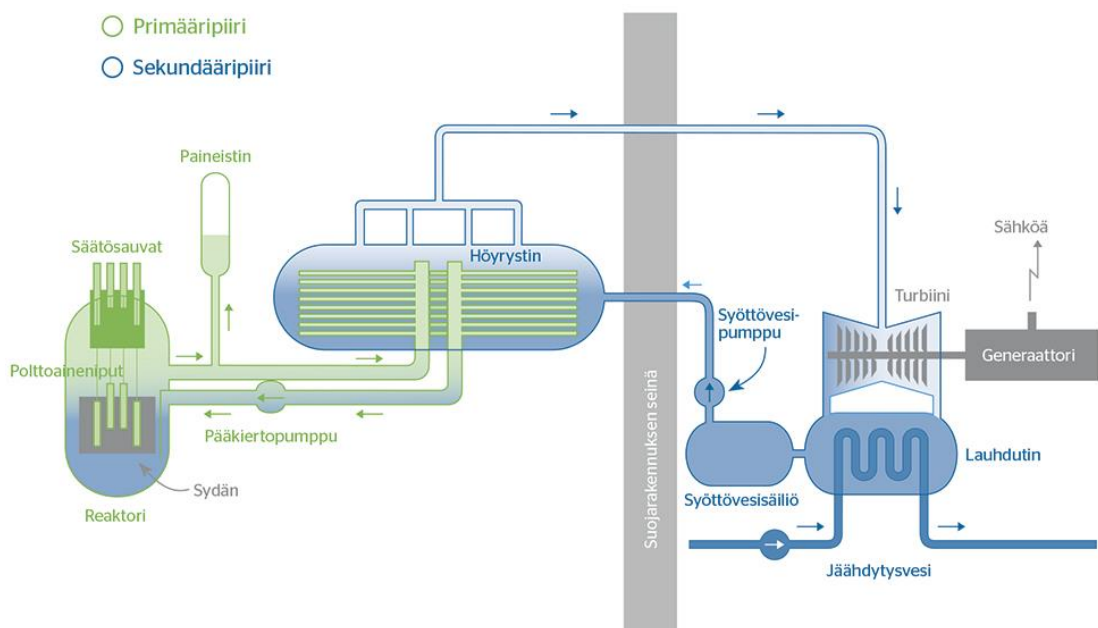
4.1 Primääripiiri

Ydinvoimalassa tuotetaan sähköä fissioreaktiolla eli uraaniytimien halkeamisella, joka saadaan aikaan, kun uraaniyttimeen osuu halkeamisessa syntyvä neutroni. Uraani on reaktorin sydämessä polttoainepölyjen sisällä polttoainesauvoissa olevissa uraaninapeissa. Napit ovat pieniä, niiden pituus ja halkaisija on noin 1 cm ja polttoainesauvoja on reaktorissa useita kymmeniä tuhansia. Uraaniatomin ydin hajoaa pienempiin osiin vapauttaen samalla lisää neutroneja, jotka puolestaan ylläpitävät reaktorissa ketjureaktiota. Reaktiivisuutta ja reaktorin tehoa pystytään painevesireaktorilaitoksessa säätämään joko käyttämällä säätösauvoja tai muuttamalla primääripiirin jäähdytteen booripitoisuutta. Säätösauvat ovat nopea säätötapa, kun taas booripitoisuuden muutoksilla kompensoidaan reaktiivisuuden laskua käyttöjakson aikana tai nostetaan booripitoisuus seisokkitilanteiden

edellyttämälle, korkeammalle tasolle reaktorin alikriittisyyden varmistamiseksi. Säätosauvoilla säädettäessä säätosauvoja työnnetään reaktorisydämeen sisään tai vedetään ulos. Säätosauvat sisältävät neutroneja absorboivia aineita, kuten booria tai kadmiumia. Jos kaikki säätosauvat työnnetään reaktorin sydämeen, ketjureaktio pysähtyy. (Areva 2016.)

Primääripiirin paineistin tuottaa noin 150 MPa:in paineen, jolloin reaktorin vesi ei kiehu korkeasta noin 300 asteen lämpötilasta huolimatta. Kuuma vesi ohjataan putkistoa pitkin höyrystimille, jossa vesi luovuttaa lämpönsä putkiston seinämien läpi höyrystimen toisipuolella kulkevalle vedelle. (Areva 2016.)

Reaktorisydämessä syntynyt lämpö siirretään pääkiertopumppujen tuottamalla virtauksella höyrystimille, joissa primääripiirin jäähyde luovuttaa lämpönsä eli se jäähtyy ennen kuin palaa höyrystimeltä reaktorisydämeen. Sekä Olkiluoto 3:ssa (EPR) että Hanhikivi 1:ssä (AES-2006) on neljä kappaletta höyrystimestä, pääkiertopumpusta ja putkistosta koostuvaa pääkiertopiiriä. (Areva 2016; Yli-Kauha-luoma 2016.)



Kuvio 5. Painevesireaktorin rakenne. (Fennovoima 2016b.)

4.2 Sekundääripiiri

Painevesireaktorilaitoksen etuna kiehutusvesireaktorilaitokseen verrattuna on se, että primääri- ja sekundääripiirit ovat erillisiä, jolloin painevesireaktorilaitoksen sekundääripiiri pysyy puhtaana radioaktiivisuudesta. Tämä vähentää säteilyvalvotun alueen suuruutta laitoksessa. Lisäksi sekundääripuolen materiaalit ja vesikemiat voidaan valita primääripiiristä riippumattomasti. Toisaalta haittapuolena on lisääntynyt raskaskomponenttien määrä ja kahden erillisen piirin edellyttämät ratkaisut prosessi- ja automaatiojärjestelmissä. (Areva 2016.)

Sekundääripiirissä syöttövetenä höyrystymiseen syötetty vesi höyrystetään käyttämällä primääripiirin jäähdytteen höyrystimeen kuljettama lämpöenergia. Höyrystimen sekundääripuolen paine on noin 70 MPa:ia mikä mahdollistaa syöttöveden keittämisen höyryksi. Tuorehöyry, jonka paine on noin 70 MPa:ia, ohjataan päähöyryputkistoa pitkin turbiinille, joka pyörimällä muuttaa höyryn lämpöenergian mekaaniseksi energiaksi. Turbiinilta höyry kulkeutuu lauhduttimeen jossa se lauhtuu takaisin nestemäiseen muotoon. Vesi pumpataan sen jälkeen takaisin höyrystimeen lauhde- ja syöttövesipumppujen avulla. Sekundääripiiri on suljettu piiri, jossa vesi ja höyry kiertävät sekä olosuhdemuutokset näiden väillä tapahtuvat jatkuvana prosessina. (Areva 2016; Yli-Kauhaluoma 2016.)

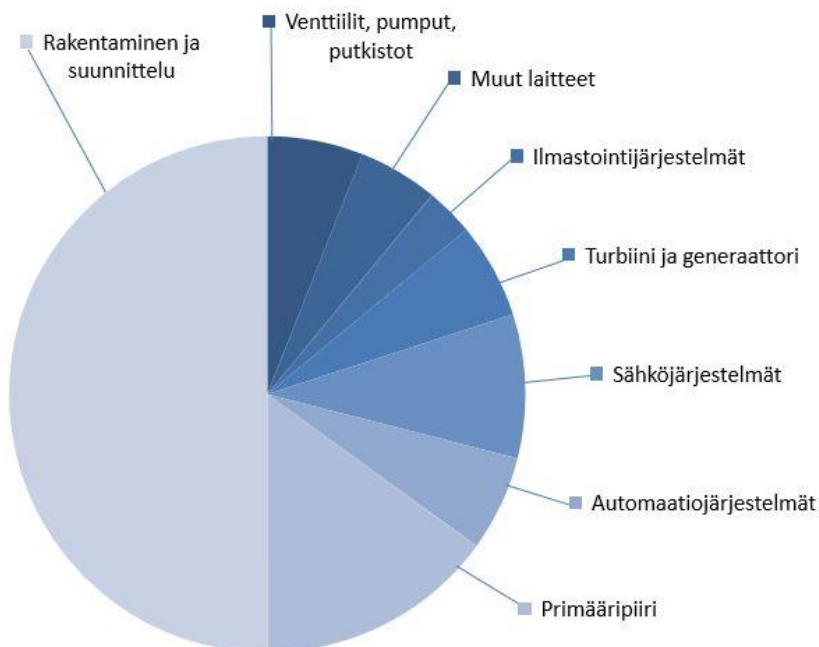
Turbiinin mekaaninen energia pyörittää generaattoria, joka tuottaa sähköenergian. Syntynyt sähkövirta syötetään muuntajaan, jossa jännite nostetaan sopivaksi sähköverkon korkeajännitevoimalinjoja myöten tapahtuvaa siirtoa varten. (Areva 2016.)

Lauhduksessa lauhdelämmön poistamiseen käytetään jäähdytysjärjestelmää, joka on erillinen sekundääripiiristä. Rannikolla sijaitsevilla ydinvoimalaitoksissa jäähdytykseen käytetään pääasiassa merivettä, kun taas sisämaassa olevissa laitoksissa jäähdytys perustuu jäähdytystorneihin. (Areva 2016; Yli-Kauhaluoma 2016.)

4.3 Muut järjestelmät

Ydinvoimalaitos sisältää paljon erilaisia toiminnallisia järjestelmiä, jotka koostuvat suuresta määrästä laitteita ja rakenteita. Ydinvoimalaitoksessa on muun muassa reaktorin jäähdytys- ja hätäjäähdytysjärjestelmä, jälkilämmönpoistojärjestelmä, höyry- ja syöttövesijärjestelmät, reaktorin suojarakennus ja sen järjestelmät, sähkölaitteet ja sähkönjakelujärjestelmät, ilmastointi- ja palontorjuntajärjestelmät, ydinpolttoaineen käsittelyyn ja tarkasteluun sekä ydinjätteiden käsittelyyn liittyvät järjestelmät, turbiiniin sekä generaattoriin liittyvät järjestelmät sekä automaatio- ja tietojärjestelmät. Näiden lisäksi laitos sisältää prosessiveden tuottamiseen ja erilaisten jätevesien käsittelyyn ja keräykseen tarkoitetut järjestelmät sekä lukuisia perinteisiä talotekniikan järjestelmiä ja nosturijärjestelmiä. (Prizztech Oy 2013.)

Kuviossa 6 kuvataan, millä tavalla hankinnat ydinvoimalaitoksessa jakaantuvat. Kuviossa on havaittavissa, että erikoisia raskaslaitteita sisältävät primääripiiri sekä turbiini ja generaattori ovat vain osa koko voimalaitoksen laitekannasta.



Kuvio 6. Ydinvoimalaitoksen hankintojen jakautuminen. (Prizztech Oy 2013.)

5 YDINVOIMALAITOKSEN TARVISEMAT TUKIRAKENNUKSET

Ydinvoimalaitoksen rakentamiseen tarvitaan osaajia monilta eri aloilta, joista suuri osa sopisi hyvin suomalaisille yrityksille. Rakentaminen on alkanut jo Pyhäjoella, jossa on tällä hetkellä käynnissä infrastruktuuritöitä kuten teiden rakentamista, sähkölinjojen asentamista sekä kunnallistekniikan tekemistä. Lisäksi ydinvoimalaitoksen alueelle rakennetaan satama, louhitaan tunneleita sekä kaivantoja. Enimmillään voimalaitoksentyömaalla rakennusvaiheessa on töissä 3000 – 4000 henkilöä. (Fennovoima 2016a.)

Fennovoima on ottanut käyttöön laitosalueella työmaatoimiston tammikuussa 2016. Toimisto tarjoaa tilat organisaatiolle johon kuuluu rakentamisen, turvallisuuden, työturvallisuuden sekä ympäristöasioiden asiantuntijoita. Toimisto on käytössä kunnes pysyvä hallinto- ja toimistorakennus valmistuu. Rakennuksen työt alkavat vuoden 2017 alussa. (Fennovoima 2016a.)

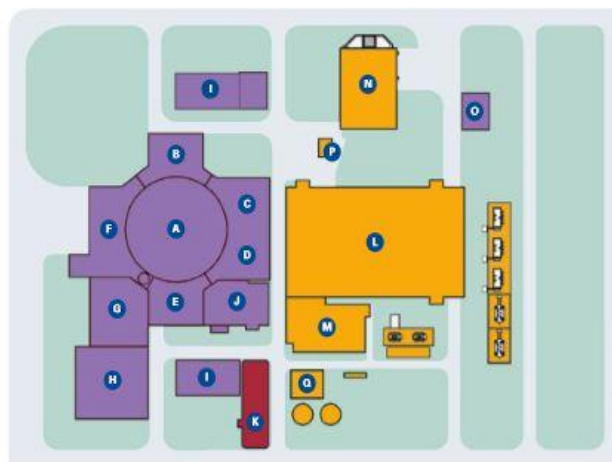
Ensimmäinen varsinainen kiinteä rakennus Hanhikiven niemelle on koulutusrakennus, jonka rakentaminen alkoi helmikuussa 2016. Seuraavaksi rakennetaan pääporttirakennus, jonka työt ovat suunnitelman mukaan alkamassa toukokuussa 2016. Lähivuosien aikana laitosalueelle rakennetaan myös muita tukirakennuksia kuten paloasema, laitostoimisto, vierailukeskus sekä verstaita ja varastoja. (Fennovoima 2016a.)

Lisäksi ydinvoima-alueen ulkopuolelle on kaavoitettu 30 hehtaarin yritysalue, josta Fennovoima välittää tontteja teollisuusyrityksille. (Fennovoima 2016a.)

Kuviossa 7 on esitelty Olkiluotoon rakenteilla olevan painevesireaktorilaitoksen rakennukset. Edellä mainittujen primääri- ja sekundääripiirin rakennekokonaisuuksien lisäksi ydinvoimalaitos koostuu erilaisista tuki- ja toimistorakennuksista. Lisäksi voimalaitosalueella on kaksi dieselrakennusta, joissa molemmissa on kaksi varavoimadieselmoottoria. Näillä varmistetaan sähkönsaanti laitoksen häiriötilanteissa. (Teollisuuden Voima Oyj 2009.)

OL3:n rakennuksia

- AREVA NP
- Siemens Power Generation
- TVO

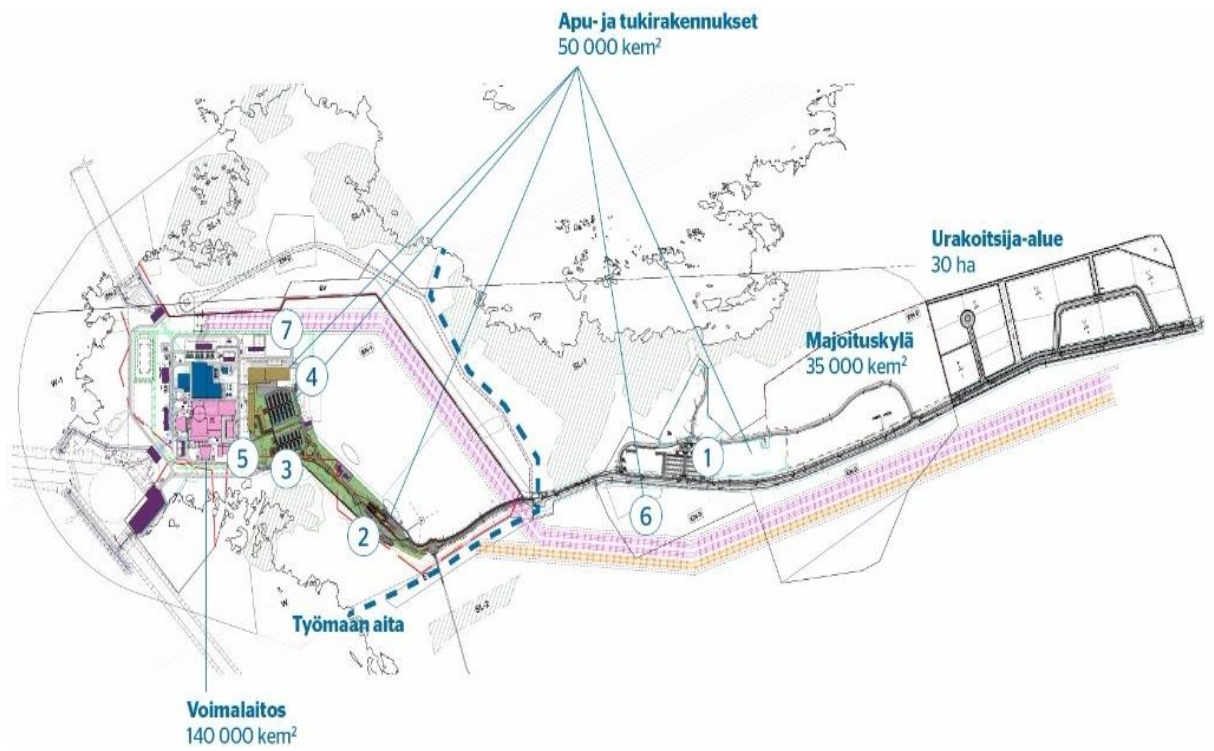


- A Reaktorirakennus
- B Turvallisuusjärjestelmärakennus 1
- C Turvallisuusjärjestelmärakennus 2
- D Turvallisuusjärjestelmärakennus 3
- E Turvallisuusjärjestelmärakennus 4
- F Polttoainerakennus
- G Reaktorilaitoksen apurakennus
- H Jätteenkäsittelyrakennus
- I Dieselrakennus
- J Sisäänkulkurakennus
- K Toimistorakennus
- L Turpiinirakennus
- M Kytkinlaitos
- N Merivesipumppaamo
- O Varmennetun merivesijärjestelmän pumppaamo
- P Suponestojärjestelmän pumput
- Q Apuhöyrykattilarakennus

Kuvio 7. Olkiluoto 3:n rakennukset. (Teollisuuden Voima Oyj 2009.)

Fennovoiman voimalaitosalue kokonaisuudessaan on kuvattu kuviossa 8. Kuvio antaa käsityksen voimalaitosalueen laajuudesta, sekä kuviosta on nähtävissä muut rakennukset joita voimalaitos alueelta löytyy varsinaisen reaktori- ja turpiinilaitoksien ja näiden vaatimien apurakennusten lisäksi.

1. Koulutuskeskus
2. Pääporttirakennus
3. Hallintorakennus
4. Paloasema
5. Laitostoimisto
6. Vierailukeskus
7. Verstaat ja varastot



Kuvio 8. Fennovoiman suunniteltu voimalaitosalue. (Fennovoima 2016a.)

6 YDINJÄTEHUOLTO

Ydinvoimalaitoksen käynnin aikana syntyy voimakkaasti säteilevää ydinjätettä käytetystä polttoaineesta sekä matala- ja keskiaktiivista jätettä voimalaitoksen käytöstä ja kunnossapidosta. Matala- ja keskiaktiiviseen jätteeseen kuuluu muun muassa vedenpuhdistuksessa käytetyt massat sekä työntekijöiden käyttämät varusteet. Valtioneuvosto on tehnyt päätöksen vuonna 1994, että kaikki ydinjätteet, jotka syntyvät Suomessa, tulee käsitellä, varastoida ja sijoittaa pysyvästi Suomeen. (Säteilyturvakeskus 2015.)

Suomessa ei tällä hetkellä ole loppusijoitettu käytettyä ydinpolttoainetta vaan se sijaitsee välivarastoissa. Ydinjäteyhtiö Posiva perustettiin 1995 vastaamaan Suomessa tapahtuvasta ydinjätteen loppusijoituksesta Olkiluodon peruskallioon. Posivan omistaa Teollisuuden Voima Oyj sekä Fortum Power & Heat Oy. Omistajat vastaavat ydinjätehuollon kustannuksista.

Koska käytetty polttoaine on voimakkaasti radioaktiivista reaktorista poistattaessa ja tuottaa jälkilämpöä, polttoaine välivarastoidaan, jonka avulla sekä radioaktiivisuus että jälkilämmöntuotto laskevat, mikä taas helpottaa loppusijoittamista. Suomessa välivarastointi tapahtuu voimalaitosalueella olevissa käytetyn polttoaineen välivarastoissa, jotka perustuvat niin kutsuttuun märkävarastointikonseptiin eli säilytykseen vesialtaissa. Vesi sekä eristää hyvin säteilyä että jäädyttää polttoainetta. Vesialtaissa nippujen päällä on useita metrejä vettä. Välivarastointi kestää noin 40 vuotta. (Teollisuuden Voima Oyj 2016e; Säteilyturvakeskus 2015.)

Ydinvoimalaitoksessa syntyvästä jätteestä suurin osa on matala- ja keskiaktiivista. Käytössä olevat ydinvoimalaitokset säilövät syntyneet matala- ja keskiaktiiviset jätteet maanalaiseen varastoon, joka on louhittu laitoksen lähialueen kallioperään. Laitoksen käytön aikana huolehditaan, että jätettä syntyisi erityisesti tilavuudeltaan mahdollisimman vähän. Käyttöiän aikana jätettä syntyy noin 5000 kuutiometriä ja käytettyä polttoainetta noin 1500 tonnia. (Säteilyturvakeskus 2015.)

7 YDINVOIMA-ALAN SÄÄNNÖSTÖ

Suomessa ydinenergian käytön turvallisuutta valvoo Säteilyturvakeskus. Tämän lisäksi Säteilyturvakeskuksen tehtäviin kuuluu ydinvoimalaitosten turva- ja valmiusjärjestelyjen valvonta sekä ydinmateriaalin valvonta. Säteilyturvakeskuksen ydinturvallisuusvalvonnan yleisenä tavoitteena on ydinvoimalaitosten turvallisuuden varmistaminen, ettei laitosten käytöstä aiheudu terveyttä vaarantavia säteilyhaittoja työntekijöille tai ympäristön väestölle, eikä muunlaisia vahinkoa ympäristölle ja omaisuudelle. Reaktorionnettomuuden estäminen on tärkein asetettu tavoite. Lisäksi säteilyturvakeskus pyrkii ylläpitämään kansalaisten luottamusta viranomaistoimintaa kohtaan. (Säteilyturvakeskus 2014.)

Säteilyturvakeskuksen tehtävänä ydinturvallisuusvalvonnassa on varmistua siitä, että ydinenergian käyttöä varten on olemassa riittävät vaatimukset ja ydinenergiaa käytettäessä näitä vaatimuksia noudatetaan. (Säteilyturvakeskus 2014.)

7.1 Säännösten hierarkia

Suomen ydinvoimalaitoksia koskeva säännöstö koostuu laista, asetuksista, valtioneuvoston päätöksistä (VNP), säteilyturvakeskuksen ydinvoimalaitosohjeista (YLV) sekä kansainvälisistä ohjeista ja standardeista alla olevan kuvion mukaisesti. (Prizztech Oy 2013.)



Kuvio 9. Säännösten hierarkia. (Prizztech Oy 2013.)

Ydinvoimalaitosta ja sen rakentamista lakeja ja asetuksia ovat muun muassa:

- Ympäristösuojelulaki ja – asetus. Määrää ydinvoimalaitokselle ympäristöluvan.
- Turvallisuusselvityslaki. Ydinvoimalaitos otettava huomioon paikkana, jossa liikkumiseen voi tarvita turvaselvityksen.
- Pelastuslain mukaan ydinvoimalaitos tarvitsee pelastussuunnitelman.
- Ydinenergialaissa ja sen nojalla annetussa ydinenergia-asetuksessa määritetään ydinenergiatoimintaan liittyvät yleiset periaatteet laitoksen rakentamisen luvanvaraisuudesta jätteenkäsittelyyn, valvonta sekä säännösten rikkomisesta annetut rangaistukset ja muut seuraamukset. Ydinenergia-asetuksissa tarkennetaan lain määrittelyjä ja menettelyjä.
- Valtioneuvoston asetukset ydinenergian käytön turvajärjestelyistä koskee ydinlaitosten, joiltakin osin ydinmateriaalien ja – jätteiden sekä näiden kuljetusten turvajärjestelyjä, valmiusjärjestelyjä.
- Säteilylain tarkoituksena on estää ja rajoittaa säteilystä aiheutuvia terveydellisiä sekä muita haittavaikutuksia. Laki koskee säteilyn käyttöä sekä muita toimia, joista aiheutuu tai voi aiheutua ihmisen terveydelle haitallista altistumista.
- Rikoslaki määrittää rangaistuksen ydinenergialain rikkomisesta.
(Prizztech Oy 2013.)

Ydinvoimalaitosohjeet ovat säteilyturvakeskuksen laatimia yksityiskohtaisia turvallisuusvaatimuksia, jotka kootaan ydinenergialaista ja -asetuksista sekä valtioneuvoston päätöksistä. Ohjeet koskevat ydinlaitosten turvallisuutta, ydinmateriaaleja ja -jätteitä sekä ydinenergian käytön turva- ja valmiusjärjestelyjä. Näiden ohjeiden lisäksi säteilyturvakeskus voi esittää turvallisuusperusteisesti yksittäisiä lisävaatimuksia. (Prizztech Oy 2013.)

Ydinvoimalaitosohjeet sisältävät vaatimuksia, joita ydinvoimalaitosyhtiöiden tai muiden kyseeseen tulevan organisaation tulee noudattaa. Säteilyturvakeskuk-

selle voi myös esittää muita menettelytapoja tai ratkaisuja joilla saavutetaan ohjeiden mukainen turvalisuuustaso. Ydinvoimalaitosohjeiden ajantasaisuutta arvioidaan aina tarvittaessa tai viimeistään viiden vuoden kuluttua siitä kun ohje tuli voimaan. Arvioinnin perusteella ohjeistoa tarvittaessa uudistetaan vastaamaan parhaalla tavalla myös uusille ydinvoimalaitoksille asetettavia turvallisuusvaatimuksia. (Prizztech Oy 2013.)

Vuonna 2013 ydinenergi lakiin (990/1987) tehtiin kaksi muutosta. Ensimmäisellä muutoksella pantiin käytäntöön Euroopan unionin direktiivi käytetyn ydinpoltoaineen sekä radioaktiivisen jätteen vastuullisesta ja turvallista hullosta Euroopan unionin jäsenmaissa. Ydinenergi lakiin lisättiin direktiivin pohjalta periaatepäätös, jonka mukaan syntyvän jätteen määrä pidettävä niin pienenä kuin mahdollista. Toinen tehty muutos ydinenergi lakiin koski pakkokeinolain uudistamista ja tämän johdosta ydinenergi lakiin tehtiin lakitekkinen muutos. (Säteilyturvakeskus 2014.)

Ydinvoimala-alan lakeihin sekä asetuksiin tullaan tekemään muutoksia sitä mukaan kun uusia tietoja saadaan julki. Esimerkiksi vuonna 2011 tapahtunut Fukushima ydinonnettomuus Japanissa sai aikaan lisäyksiä Suomen säännöksissä. Onnettomuuden johdosta tehtiin lisäys että ydinvoimalaitoksilla tulee olla laitteet sekä menettelyt, joilla reaktorissa ja varastoaltaissa oleva käytetystä polttoaineesta syntynyt jälkilämmön poisto pystytään varmistamaan kolmen vuorokauden ajan laitoksen ulkopuolisesta sähkön ja veden syötöstä riippumatta. Lisäksi asetuksiin tehtiin lisäys, jossa huomioidaan samalla voimalaitosalueella olevan usean ydinlaitoksen yhtäaikaisen onnettomuuden mahdollisuus. (Säteilyturvakeskus 2014.)

Vuonna 2013 valmistui myös uudistettu YVL-ohjeisto marraskuussa. Uudistuksen tarkoituksena oli parantaa ohjeiston selkeyttä ja käytettävyyttä sekä ajanmukaistaa tekninen vaatimustaso. YVL-ohjeiston rakenne löytyy liitteenä 1 ja tarkemmin ohjeita voi lukea sivulta <http://plus.edilex.fi/stuklex/fi/>. Uudet YVL-ohjeet

ovat voimassa uusilla ydinvoimalaitoksilla. Rakenteilla ja käytössä olevilla ydinvoimalaitoksilla uudistetut ohjeet saatettiin käytäntöön vuoden 2015 loppuun mennessä. (Säteilyturvakeskus 2014.)

7.2 Säteilyturvakeskuksen rooli

Tarkastusten ja valvonnan avulla säteilyturvakeskus varmistuu, että luvanhaltijalla ja sen alihankkijoiden toimintaedellytykset sekä toiminta että ydinlaitoksen järjestelmät, rakenteet ja laitteet täyttävät vaaditut turvallisuusvaatimukset. Ydinvoimalaitosyhtiöt on veloitettu pyytämään säteilyturvakeskukselta vuosittain tehtävät valvontasuunnitelmat. Näiden suunnitelmien mukainen toiminta varmistetaan säteilyturvakeskuksen toimesta tarkastuksilla laitospaikalla tai alihankkijoiden luona. Lisäksi säteilyturvakeskuksella on erilliset rakentamisen- ja käytönaikeiset tarkastusohjelmat ja laitospaikoilla löytyy paikallistarkastajia, joiden tehtävänä on valvoa ja seurata ydinlaitosten rakentamista, käyttöä, kuntoa sekä organisaation toimintaa päivittäin. (Säteilyturvakeskus 2014.)

Ydinenergialain mukaan ydinvoimalaitosyhtiöiden tulee huolehtia turvallisuudesta omalla laitoksellaan ja säteilyturvakeskus omalla valvonnallaan varmistuu siitä, että vastuu kannetaan luvanhaltijan puolesta. Säteilyturvakeskus ei kuitenkaan valvo ja tarkasta kaikkea, vaan resurssit kohdistetaan turvallisuusmerkityksen perusteella. Näin ollen ydinlaitos on jaettu järjestelmiin, rakenteisiin ja laitteisiin, jotka edelleen on jaettu turvallisuusmerkityksen perusteella turvallisuusluokkiin. Laitteille ja rakenteille joiden turvallisuusmerkitys on suuri, suoritetaan tarkastus ja valvonta säteilyturvakeskuksen toimesta ja kun turvallisuusmerkitys on pienempi, tarkastus on myönnetty säteilyturvakeskuksen hyväksymille tarkastuslaitoksille joiden toimintaa valvoo säteilyturvakeskus. (Säteilyturvakeskus 2014.)

8 YDINVOIMALAITOKSEN VUOSIHUOLTO JA KUNNOSSAPIDON POTENTIAALI

Jotta ydinvoimalaitos pysyisi hyvässä kunnossa sekä sähköntuotannon että ydinturvallisuuden kannalta koko käyttöikänsä ajan, tulee laitokselle vuosittain tehdä kunnossapitotöitä sekä määräaikaistarkastuksia. Töitä suoritetaan sekä ydinvoimalaitoksen käyttöjakson aikana että vuosihuoltoseisokeissa. Voimalaitoksen vuosihuolto-ohjelmaan kuuluu ennakoivan ja korjaavan kunnossapidon töitä, rakenteellisia määräaikaistarkastuksia sekä erilaisia toimintakoestuksia. Voimalaitosta myös uudistetaan laitosmuutoksin parhaan käytettävissä olevan tietämyksen perusteella, jotta turvallisuustasoa pystyttäisiin nostamaan. (Fennovoima 2016e.)

Nykyisin toiminnassa olevilla ydinvoimalaitoksilla alihankkijat toteuttavat pääsääntöisesti kaikki siivous- sekä vartiointityöt, voimalaitoksen vuosihuoltoseisokkien aikaiset kenttätyöt ja laitoksen käynnin aikaiset sellaiset kunnossapitotyöt, jotka liittyvät varsinaisen voimantuotantoyksikön ulkopuolella oleviin alueisiin ja infrastruktuuriin. Voimalaitoksen oma henkilökunta toteuttaa käyttöjakson aikaiset kunnossapitotyöt, suunnittelee ja koordinoi laitosmuutosprojektit sekä suunnittelee, ohjaa ja hallinnoi vuosihuoltoseisokkien toteutuksen. (Fennovoima 2016e; Yli-Kauhaluoma 2016.)

8.1 Teollisuuden Voima Oyj:n vuosihuoltoseisokit

Teollisuuden Voiman Oyj:n vuosihuoltoseisokkien pituutta tutkittiin ja tilastoitiin kymmenen vuoden aikavälillä ja vuosihuoltoseisokkeihin osallistuneiden yritysten määrää sekä yritysten paikkakuntia tilastoitiin kolmen vuoden aikavälillä. Tilastointien tarkoitus oli hahmottaa vuosihuoltoseisokkien kestot kahdella laitousyksiköllä sekä tarkastella Satakunnan yritysten määrää.

Teollisuuden voima Oyj:n omistuksessa on Eurajoen kunnassa sijaitsevat kiehuvesireaktorit Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2 joiden kummankin nykyinen nettosäh-

köteho on 880 MW. Tässä työssä tutkittiin OL1 ja OL2 reaktoreiden vuosihuolto-
seisokkien kestoja sekä tarkasteltiin vuosilta 2010 – 2012 yrityksiä, jotka ovat ol-
leet vuosihuoltoseisokissa töissä. Yritysten tilastoinnilla tutkittiin millä tavalla yri-
tykset ovat jakaantuneet maantieteellisesti. (Teollisuuden Voima Oyj 2016d.)

Olkiluodon ydinvoimalaitokset pidetään uudenveroisina vuosittain pidettävien
polttoaineenvaihto- ja huoltoseisokkien avulla. Tällä hetkellä kahta laitousyksikköä
käyttävä TVO tasapainottaa vuosihuollot tavalla, jossa vuorotellaan pelkän polt-
toaineenvaihdon sekä suurempien huoltoseisokkien välillä. (Teollisuuden Voima
Oyj 2016d.)

Polttoaineenvaihtoseisokin aikana tehdään polttoaineenvaihto reaktoriin sekä vi-
kakorjauksia, huoltoja, tarkastuksia ja kokeita joiden tarkasteluväli on yksi vuosi.
Reaktoriin ladattavien polttoaineriippujen ominaisuudet suunnitellaan tulevaa
käyttöjaksoa varten. Reaktorissa jo olevia polttoaineriippuja myös siirrellään, jotta
saadaan käyttöjakson aikana energiamäärää lisättyä ja luodaan edellytykset
joustavalle käytölle. Polttoaineenvaihtoseisokki kestää noin viikon. (Teollisuuden
Voima Oyj 2016b.)

Huoltoseisokissa tehdään samat työt kuin polttoaineenvaihtoseisokissa, mutta li-
säksi tehdään kaikki isommat huollot sekä laajat muutostyöt. Olkiluodon molem-
milla laitousyksiköillä on käyttöhistorian aikana tehty monia hankkeita paranta-
maan turvallisuutta, laitousyksikön kuntoa sekä tehoa. Huoltoseisokin kesto on
noin 2 – 3 viikkoa. (Teollisuuden Voima Oyj 2016a.)

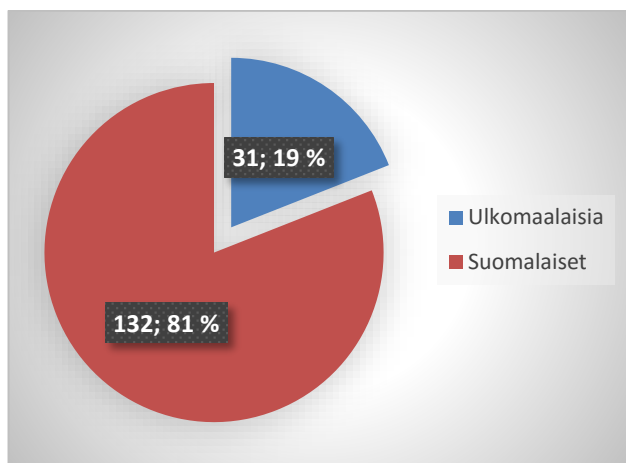
Olkiluodon laitousyksiköiden vuosihuoltojen pituutta tarkasteltiin vuosien 2004 –
2014 välillä. Taulukosta 1 voidaan havaita, että Olkiluodon laitousyksiköissä vaih-
dellaan vuosittain pelkän polttoaineenvaihdon sekä suuremman huoltoseisokin
välillä.

Taulukko 1. Vuosihuoltojen pituudet (Vuosihuoltoreportit, 2004 – 2014)

Olkiluoto1		Olkiluoto2	
Vuosi	Vuosihuollon kesto (vrk)	Vuosi	Vuosihuollon kesto (vrk)
2004	16	2004	9
2005	7	2005	21
2006	22	2006	8
2007	8	2007	16
2008	20	2008	8
2009	8	2009	16
2010	26	2010	11
2011	8	2011	15
2012	31	2012	9
2013	8	2013	18
2014	17	2014	7

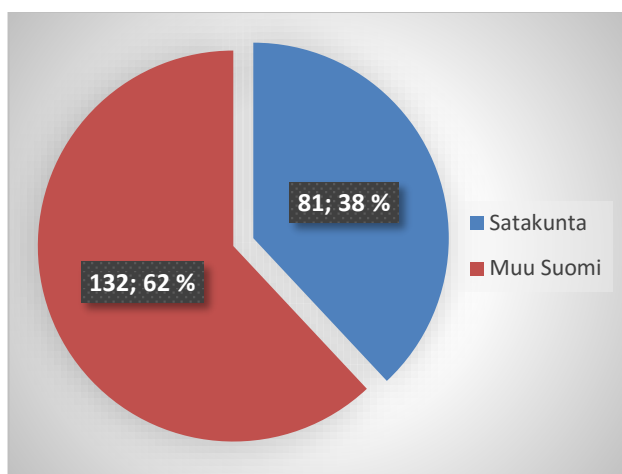
Vuosihuoltoseisokkiin osallistuneiden yritysten kantaa tarkasteltiin vuosilta 2010 - 2012 ja näinä vuosina Olkiluodon laitospuolella vuosihuolloissa oli mukana yhteensä 244 eri yritystä. Tarkastelussa on myös yritykset, jotka eivät osallistuneet suoraan teknisiin seisokkeihin, kuten ravintola-alan yrittäjät. (Vuosihuoltoreportit 2010 – 2012.)

Yritykset jaettiin ensin ulkomaalaisiin ja suomalaisiin, jotta saataisiin selville kuinka paljon kotimaista työvoimaa vuosihuoltoseisokin aikana hyödynnetään. Kuvio 10 todetaan, että kotimaisia yrityksiä on mukana Olkiluodon vuosihuolloissa runsaasti



Kuvio 10. Yritysten jakauma Olkiluodon vuosihuoltoseisokeissa. (Vuosihuoltoreportit 2010 – 2012.)

Kuviossa 11 on kuvattu, miten suomalaiset yritykset ovat jakaantuneet maantieteellisesti. Satakunnan maakunnan yritykset eroteltiin muista suomalaisista yrityksistä, jotta saataisiin selville Olkiluodon laitostyöyksiköiden vuosihuoltojen merkitys alueellisille yrityksille. Saatua prosenttilukua käytettiin hyväksi, kun laskettiin Hanhikivi 1 -laitoksen vuosihuollon kunnossapidon potentiaalia Pohjois-Pohjanmaan sekä Lounais-Lapin alueille.



Kuvio 11. Suomalaisten yritysten jakauma Olkiluodon vuosihuoltoseisokeissa. (Vuosihuoltoreportit 2010 – 2012.)

8.2 Fennovoiman vuosihuoltoseisokit

Fennovoima on arvioinut Hanhikivi 1 -laitostyöyksikön vuosihuoltojen pituudeksi 16 – 24 vuorokautta. Laitostyöyksikön käyttöönoton jälkeen ensimmäiset vuosihuollot ovat arvioiden mukaan kuitenkin tätä pidempiä. Lisäksi Fennovoima on alustavasti suunnitellut pitävänsä 20 vuoden jaksolla 2 – 3 pidempää vuosihuoltoseisokkia, kestoaltaan noin 30 – 40 vuorokauden pituisia, laajojen tarkastusten ja kunnossapidon sekä suurien laitosmuutoshankkeiden toteuttamiseksi. (Yli-Kauhaluoma 2016.)

Hanhikivi 1:n vuosihuoltoseisokkiin tarvitaan alihankkijoita tyypillisesti suuruusluokkaa 1000 työntekijää ja tarve vaihtelee vuosihuoltoseisokin laajuudesta riippuen. Tässä työssä on oletettu, että Hanhikivi 1:n vuosihuolloissa Suomalaisten ja paikallisten yritysten osuudet ja jakauma vastaavat Olkiluodon vuosihuoltoja.

Tällöin Satakunnan alue vastaisi Pohjois-Pohjanmaan ja Lounais-Lapin aluetta. Näillä tiedoilla ja olettamuksilla pystytään laskemaan kunnossapidon potentiaalia vuosihuoltoseisokin osalta Pohjois-Pohjanmaan ja Lounais-Lapin alueille ja edelleen Kemin ja Tornion alueelle. Lähestymistapa sisältää epäsuorasti oletuksen, että Pohjois-Pohjanmaan ja Lounais-Lapin yritykset ovat teknisesti ja resurssien riittävyyden suhteen kykeneviä suorittamaan yhtä laajasti töitä Hanhikivi 1:llä kuin Satakuntalaiset yritykset suorittavat nykyisin Olkiluodon vuosihuoltoseisokeissa.

Potentiaalin laskennassa käytetään seuraavia oletuksia lähtöarvoille:

Vuosihuoltoseisokissa mukana 1000 henkilöä, kukin henkilö osallistuu vuosihuoltoseisokkiin 65 % seisokin kokonaiskestosta

Seisokin pituus 20 vuorokautta, laskettu keskiarvo suunnitellusta seisokin pituudesta

1 työntekijän keskimääräinen tuntiveloitus 50 €/h

Työaika 10h/d

$$50 \text{ €/h} \times 10 \text{ h/d} \times 20 \text{ d} \times 1000 \times 0,65 = 6\,500\,000 \text{ €}$$

Kokonaissumma tulee vielä jakaa vuosihuoltoseisokkiin osallistuneiden yritysten kesken. Kun oletetaan, että yritys jakauma on Hanhikivi 1:n vuosihuoltoseisokeissa samankaltainen kuin Olkiluodon seisokeissa, on Pohjois-Pohjanmaan sekä Lounais-Lapin alueen osuus noin 40 % eli noin 2 600 000€. Mikäli yritysten kokonaismäärästä 10 % - 20 % on peräisin Kemi – Tornio alueelta, rahallinen potentiaali kyseiselle alueelle on noin 650 000 € - 1 300 000€ vuodessa. Hanhikivi 1:n säännöllinen vuosihuoltoseisokkitoiminta alkaa Fennovoiman koordinoimana laitossyksikön kaupallisen käytön ensimmäisenä vuotena eli 2024 aikana.

8.3 Kunnossapitopotentialiaali Hanhikivi 1:n rakentamisvaiheessa

Kuten kappaleessa 5 on kuvattu, on Fennovoima aloittanut jo maanrakennus ja infrastruktuurityöt Hanhikiven niemellä. Apu- ja tukirakennusten sekä muiden infrastruktuuritöiden valmistuessa Hanhikiven niemellä, siirtyvät valmistuneet rakennukset ja alueen infrastruktuurityöt Fennovoiman omistukseen ja samalla kunnossapidon toimet aloitetaan uusille rakennuksille. Näin Fennovoima ottaa pieninä osina Hanhikiven niemen alueen omien järjestelmiensä alle.

Itse ydinvoimalaitoksen rakentamisvaihe on suunnitelmissa ajoitettu vuosille 2018 – 2023, josta noin kaksi viimeistä vuotta on laitoksen käyttöönottovaihetta. Käyttöönoton yhteydessä varmistutaan käyttöönottokokein, että laitoksen laitteet, järjestelmät ja laitos kokonaisuutena toimivat suunnitellusti. Käyttöönottovaiheessa aletaan aseittain toteuttaa kunnossapito-ohjelmia sitä mukaan kuin järjestelmiä otetaan käyttöön niiden käyttöönottokokeiden päätteeksi. Toteutus rajoittuu niihin kunnossapitotehtäviin, jotka osuvat toteutusväliltään laitteen käyttöönoton ja laitoksen käyttöönoton päättymisen väliseen aikaikkunaan. Käyttöönottovaiheessa Fennovoima ottaa laitoksen asteittain vastaan laitostoimittajalta, ja kunnossapidon kenttätyöosuus on kaupallisesti pääosin laitostoimittajan vastuulla. Laitostoimittaja valitsee alihankkijat tähän projektiin edetessä, kuten muutkin laitoksen toimituksessa tarvitsemansa osapuolet (Fennovoima 2015 ; Yli-Kauhaluoma 2016.)

9 POHDINTA

Opinnäytetyön teko ydinvoimala-alaan liittyen osoittautui melko vaikeaksi opinnäytetyön tekijälle, johtuen siitä että opintojen aikana ydinvoima-ala jäi muuttaman kurssin ohi mainituiksi asioiksi. Kirjallisuustutkimusta työtä varten lähdettiin tekemään siis tietopohjalta jossa kaikki oli uutta. Tutkimuksen aikana työn tekijälle kuitenkin avautui enemmän ydinvoimalaitoksen toimintaperiaatteesta, etenkin painevesireaktorilaitos tyyppisen voimalaitoksen kohdalta. Lisäksi työssä selveni tekijälle kuinka tarkasti valvottua sekä lakipykälillä säädettyä ydinvoima-ala Suomessa on. Rajaus opinnäytetyöhön oli aluksi vaikea määrittellä, mutta työn edetessä ja Fennovoiman kunnossapitopäällikkö Mika Yli-Kauhaluoman antamien kommenttien ja ohjeiden avulla, saatiin opinnäytetyön rajausta selvennettyä. Uuden tiedon määrä mitä työn aikana työn kirjoittajalle avautui, osoittautui välillä haasteelliseksi koska ajoittain oli vaikeuksia työn kirjoittajalla ymmärtää ydinvoima-alaan liittyviä lakeja ja säännöstöjä ja suodattaa kaikesta uudesta tiedosta vain tarpeellinen osaksi tutkimustyötä.

Opinnäytetyössä tutkittiin millä tavalla Kemi–Tornio-alueen yritykset voisivat hyötyä Fennovoiman ydinvoimalaitoksesta. Kunnossapidon potentiaalia tälle alueelle tutkittiin lähinnä vuosihuoltoseisokkien kautta. Rahallinen arvo Kemi–Tornio-alueelle saatiin käyttämällä hyväksi Eurajoen kunnassa olevan Olkiluodon vuosihuoltoraportteja. Laskettu potentiaalinen arvo on kuitenkin vain karkea arvio, todellista taloudellista vaikutusta jonka Fennovoiman ydinvoimalaitos tuo kyseiselle alueelle on vaikea määrittää vielä. Kemi–Tornio-alueen yritysten tulisi kuitenkin jo nyt aloittaa valmistautuminen ydinvoimala-alaan kohtaan, koska voimalaitos tarvitsee myös muita kunnossapidon palveluita vuosihuoltoseisokin lisäksi.

LÄHTEET

Areva 2012. Miten EPR-reaktori tyyppinen painevesireaktori toimii. Viitattu 29.1.2016

<http://suomi.areva.com/FI/home-296/miten-eprraktorin-tyyppinen-painevesireaktori-toimii.ht>

Fennovoima 2015. Ydinenergialain (990/1987) 18§:n mukainen rakentamislupahakemus Hanhikivi 1-ydinvoimalaitoksen rakentamiseksi. Raportti. Helsinki: Fennovoima

Fennovoima 2016a. Laitospaikalla tapahtuu. Viitattu 15.1.2016
www.fennovoima.fi/pyhajoki/laitospaikalla

Fennovoima 2016b. Painesireaktorin rakenne. Viitattu 5.1.2015
<http://www.fennovoima.fi/fennovoima/ydinvoima/ydinvoimalan-toiminta>

Fennovoima 2016c. Tietoa Fennovoiman ydinvoimalahankkeesta ja ydinvoimasta. Julkaisu. Helsinki: Fennovoima

Fennovoima 2016d. Ydinvoima. Viitattu 22.4.2016
<http://www.fennovoima.fi/fennovoima/ydinvoima>

Fennovoima 2016e. Ydinvoimalan kunnossapito. Viitattu 31.3.2016
<http://www.fennovoima.fi/fennovoima/ydinvoima/ydinvoimalan-kunnossapito>

Järviö, J. 2004. Kunnossapito. Rajamäki: KP-Media Oy

Järviö, J., Lehtiö, T. 2012. Kunnossapito. 5. uudistettu painos. Helsinki: KP-Media Oy

Komonen, K. 2005. Käyttövarmuuden peruskäsitteitä. Viitattu 20.4.2016
http://www.tuta.fi/kayttovarmuus/Luentomateriaali_A_3_2007.pdf

International Atomic Energy Agency 2016a. PRIS – Reactor status reports. Viitattu 15.2.2016
<https://www.iaea.org/PRIS/WorldStatistics/OperationalReactorsByType.aspx>

International Atomic Energy Agency 2016b. PRIS – Home. Viitattu 5.2.2016
<https://www.iaea.org/PRIS/home.aspx>

Opetushallitus 2016. Kunnossapidon käsitteet ja määritelmät. Viitattu 6.4.2016.
http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_2-1_kunnossapidon_kasitteet_ja_maaritelmat.html

Saikkonen, J. 2013. Ydinvoimaopas nettiin. Pori: Prizztech Oy

Säteilyturvakeskus 2015. Käytetyn ydinpolttoaineen ja muun radioaktiivisen jätteen huolto Suomessa – Euroopan unionin neuvoston direktiivin 2011/70/Euratom 12 artiklan mukainen kansallinen ohjelma. Helsinki: Säteilyturvakeskus

Teollisuuden Voima Oyj 2009. Perustietoa Olkiluoto 3:sta. Raportti. Eurajoki: Teollisuuden Voima Oyj

Teollisuuden Voima Oyj 2016a. Huoltoseisokki. Viitattu 6.2.2016
<http://www.tvo.fi/Huoltoseisokki>

Teollisuuden Voima Oyj 2016b. Polttoaineenvaihtoseisokki. Viitattu 24.2.2016
<http://www.tvo.fi/Polttoaineenvaihtoseisokki>

Teollisuuden Voima Oyj 2016c. Kansainvälisyys. Viitattu 18.2.2016
<http://www.tvo.fi/Kansainv%C3%A4lisyys>

Teollisuuden Voima Oyj 2016d. Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2. Viitattu 11.3.2016
<http://www.tvo.fi/OL1%20ja%20OL2>
Teollisuuden Voima Oyj. Vuosihuollot. Viitattu 13.2.2016
<http://www.tvo.fi/vuosihuollot>

Teollisuuden Voima Oyj. 2016 e. Välivarastointi. Viitattu 4.2.2016
<http://www.tvo.fi/V%C3%A4livarastointi>

Vuosihuoltoraportti 2004 – 2014. Teollisuuden Voiman Oyj raportteja. Helsinki: Teollisuuden Voima Oyj

Vuosihuoltoraportti 2010 – 2012. Teollisuuden Voiman Oyj raportteja. Helsinki: Teollisuuden Voima Oyj

Säteilyturvakeskus 2014. Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta. Helsinki: Säteilyturvakeskus

Yli-Kauhaluoma, M. 2016. Fennovoima. Kunnossapitopäällikön haastattelu. 15.2.2016

LIITTEET

Liite 1. YVL-ohjeiston rakenne

Liite 1.

YVL-ohjeiston rakenne									
A	Ydinlaitoksen turvallisuuden hallinta	B	Ydinlaitoksen ja sen järjestelmien suunnittelu	C	Ydinlaitoksen ja ympäristön säteilyturvallisuus	D	Ydinmateriaalit ja -jätteet	E	Ydinlaitoksen rakenteet ja laitteet
A.1	Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta	B.1	Ydinvoimalaitoksen turvallisuus-suunnittelu	C.1	Ydinlaitoksen rakenteellinen säteilyturvallisuus	D.1	Ydinmateriaali-valvonta	E.1	Auktorisoitu tarkastuslaitos ja luvanhaltijan omatarkastuslaitos
A.2	Ydinlaitoksen sijaintipaikka	B.2	Ydinlaitoksen järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden luokittelu	C.2	Ydinlaitoksen työntekijöiden säteilysuojelu ja säteilyaltistuksen seuranta	D.2	Ydinaineiden ja ydinjätteiden kuljetus	E.2	Ydinpolttoaineen hankinta ja käyttö
A.3	Ydinlaitoksen johtamisjärjestelmä	B.3	Ydinvoimalaitoksen deterministiset turvallisuus-analyysit	C.3	Ydinlaitoksen radioaktiivisten aineiden päästöjen rajoittaminen ja valvonta	D.3	Ydinpolttoaineen käsittely ja varastointi	E.3	Ydinlaitoksen painesäiliöt ja putkistot
A.4	Ydinlaitoksen organisaatio ja henkilöstö	B.4	Ydinvoimalaitoksen reaktori	C.4	Ydinlaitoksen ympäristön säteilyvalvonta	D.4	Matala- ja keskiaktiivisten ydinjätteiden käsittely ja ydinlaitoksen käytöstäpoisto	E.4	Ydinvoimalaitoksen painelaitteiden lujuus-analyysit
A.5	Ydinlaitoksen rakentaminen ja käyttöönotto	B.5	Ydinvoimalaitoksen primääripiiri	C.5	Ydinvoimalaitoksen valmiusjärjestelyt	D.5	Ydinjätteiden loppusijoitus	E.5	Ydinlaitoksen painelaitteiden rikkomattomat määräaikaistarkastukset
A.6	Ydinvoimalaitoksen käyttöönotto	B.6	Ydinvoimalaitoksen suojarakennus	C.6	Ydinlaitoksen säteilymittaukset	D.6	Uraanin ja toriumin tuotanto	E.6	Ydinlaitoksen rakennukset ja rakenteet
A.7	Ydinvoimalaitoksen todennäköisyysperusteinen riskianalyysi ja riskien hallinta	B.7	Varautuminen sisäisiin ja ulkoisiin uhkiin ydinlaitoksessa					E.7	Ydinlaitoksen sähkö- ja automaatiolaitteet
A.8	Ydinlaitoksen ikääntymisen hallinta	B.8	Ydinlaitoksen palontorjunta					E.8	Ydinlaitoksen venttiilit
A.9	Ydinlaitoksen toiminnan säännöllinen raportointi							E.9	Ydinlaitoksen pumput
A.10	Ydinlaitoksen käyttökokemustoiminta							E.10	Ydinlaitoksen varavoimälähteet
A.11	Ydinlaitoksen turvajärjestelyt							E.11	Ydinlaitoksen nosto- ja siirtolaitteet
A.12	Ydinlaitoksen tietoturvallisuuden hallinta							E.12	Ydinlaitoksen mekaanisten laitteiden ja rakenteiden testauslaitokset

YVL-ohjeiston määritelmäkokoelma: osa ohjeistoa, mutta erillinen asiakirja.