



Hakemus Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön rakentamista koskevan periaatepäätöksen M 2/2010 vp täydentämiseksi



Hakemus Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön rakentamista koskevan valtioneuvoston 6.5.2010 antaman ydinenergialain 11 § mukaisen periaatepäätöksen M 2/2010 vp täydentämiseksi

Tämä julkaisu ei sisällä seuraavia liiteasiakirjoja:

- Kaupparekisteriote, Teollisuuden Voima Oyj (liite 1)
- Jäljennös yhtiöjärjestyksestä ja osakasrekisteristä (liite 2)
- Teollisuuden Voima Oyj, vuosikertomus 2013 (liite 5.1)
- Ympäristövaikutusten arviointiselostus, Olkiluodon ydinvoimalaitoksen laajentaminen neljännellä laitosyksiköllä (liite 12.1)
- Ympäristövaikutusten arviointiselostus Olkiluoto 4 - ydinvoimalaitosyksikölle; Yhteysviranomaisen lausunto (liite 12.2)

Lisätietoja:
Teollisuuden Voima Oyj
Olkiluoto
27160 EURAJOKI

Tel. +358 2 83 811
www.tvo.fi

VALTIONEUVOSTOLLE

Hakemus Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön rakentamista koskevan valtioneuvoston 6.5.2010 antaman ydinenergialain 11 § mukaisen periaatepäätöksen M 2/2010 vp täydentämiseksi

HAKIJA

Teollisuuden Voima Oyj, jäljempänä TVO.

HAKEMUS

Valtioneuvosto on 6.5.2010 tehnyt ydinenergialain 11§:ssä tarkoitetun periaatepäätöksen (M 2/2010 vp) TVO:n 25.4.2008 päiväystä Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön rakentamista koskevasta hakemuksesta. Eduskunta on jättänyt periaatepäätöksen voimaan 1.7.2010.

Tällä hakemuksella TVO täydentää Olkiluoto 4 -hankkeen ajoitusta. Valtioneuvoston periaatepäätöksessä M 2/2010 vp tarkoitettu hanke Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitoksen rakentamiseksi on olennaisin osin ennallaan hankkeen ajoitusta lukuun ottamatta.

TVO pyytää valtioneuvostoa asettamaan uuden määräajan ydinenergialain 18 §:n mukaisen rakentamisluvan hakemiselle.

TVO pyytää ydinenergialain 11§:ssä tarkoitettua valtioneuvoston päätöstä siitä, että jäljempänä kohdassa ”Hakemuksen kohde” kuvatun Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön rakentaminen siten kuin tämä hakemus periaatepäätöksen M 2/2010 vp täydentämiseksi esittää, on edelleen yhteiskunnan kokonaisedun mukaista.

HAKEMUKSEN KOHDE

Hakemuksen kohteena on lämpöteholtaan enintään 4 600 MW:n kevytvesireaktorilla varustettu sähköteholtaan suuruusluokkaa 1 000–1 800 MW oleva Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikkö, joka on tarkoitus sijoittaa TVO:n omistamalle Olkiluodon voimalaitospaikalle.

Hakemuksen kohteena on lisäksi Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön toimintaan samalla laitospaikalla liittyvät muut ydinlaitokset, jotka tarvitaan tuoreen ydinpolttoaineen varastointiin, käytetyn ydinpolttoaineen välivarastointiin sekä matala- ja keskiaktiivisten voimalaitosjätteiden käsitteilyyn, varastointiin ja loppusijoittamiseen.

HAKEMUKSEN PERUSTELUT

Olkiluoto 3 -ydinvoimalaitosyksikön valmistuminen on viivästynyt. Tässä tilanteessa Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön periaatepäätöksen nykyisen voimassaoloajan aikana TVO:n ei ole mahdollista tehdä Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön rakentamislupahakemukseen tarvittavia merkittäviä päätöksiä.

Ydinvoimalaitosyksikön rakentaminen on yhteiskunnan kannalta merkittävä, miljardiluokan investointi Suomeen. Päätökset tällaisesta investoinnista on ajoitettava tuotantokapasiteetin ja muun toimintaympäristön kannalta tarkoituksenmukaisimpaan ajankohtaan.

Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön rakentaminen on todettu valtioneuvoston vuonna 2010 tekemässä ja eduskunnan voimaan jättämässä periaatepäätöksessä yhteiskunnan kokonaisedun mukaiseksi. TVO katsoo, että Olkiluoto 4 -hanke ydinvoiman lisärakentamiseksi Olkiluotoon osana tarvittavaa uutta hiilidioksidipäästötöntä sähkön perustuotantokapasiteettia on edelleen yhteiskunnan kokonaisedun mukainen ottaen huomioon Suomen ilmasto- ja ympäristötavoitteet, sähkön tuotantovarmuus, tuontiriippuvuus sekä ydinsähkön kilpailukykyinen ja vakaa hinta.

Nykyinen Olkiluodon ydinvoimalaitospaikka soveltuu Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön sijoituspaikaksi. Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön polttoaine- ja ydinjätehuolto on järjestettävissä samalla tavalla kuin jo toiminnassa olevien yksiköiden polttoaine- ja ydinjätehuolto, ja niiden järjestelyihin tukeutuen.

Hakija

Hakija on TVO, jonka kotipaikka on Helsinki. TVO on Eurajoen kunnassa sijaitsevan Olkiluodon ydinvoimalaitoksen omistaja ja käyttäjä. Voimalaitoksen kahden ydinvoimalaitosyksikön, Olkiluoto 1:n ja Olkiluoto 2:n tuotanto kattaa nykyisin noin kuudesosan Suomessa tarvittavasta sähköenergiasta. Lisäksi Olkiluodossa on rakenteilla Olkiluoto 3 -ydinvoimalaitosyksikkö.

TVO omistaa 60 prosenttia Posiva Oy:stä, jonka tehtävänä on huolehtia omistajiensa Suomessa olevien ydinvoimalaitosten käytetyn polttoaineen loppusijoittamisesta. Loput 40 prosenttia Posiva Oy:stä omistaa Fortum Power and Heat Oy, jäljempänä FPH, joka on Loviisan ydinvoimalaitoksen omistaja ja käyttäjä.

Tarkemmat tiedot TVO:sta käyvät ilmi tämän hakemuksen liitteistä. TVO:n palveluksessa olevalle henkilöstölle on Olkiluoto 1:n ja Olkiluoto 2:n rakentamisen ja niiden yli 35 vuotta jatkuneen sähköntuotantotoiminnan sekä Olkiluoto 3:n rakentamisen aikana kertynyt merkittävä asiantuntemus ydinvoiman rakentamisesta ja käyttämisestä.

Olkiluodon nykyiset ydinvoimalaitosyksiköt ovat olleet käyttötuloksiltaan maailman huipputasoa. Suomi on ollut ydinvoimalaitosten vuosittaisen

käyttöasteen osalta johtava maa maailmassa yli 20 vuoden ajan. Ydinvoimalaitosyksiköiden luotettava toiminta on osoitus alan korkeasta osaamistasosta Suomessa. Korkea käyttöaste on osoitus myös siitä, että hakijan vakaalle sähköntuotannolle on ollut tarvetta. Olkiluoto 3 on länsimaissa yli kymmeneen vuoteen yksi ensimmäisistä rakenteilla olevista ydinvoimalaitosyksiköistä. Sen rakentaminen on lisännyt merkittävästi hakijan osaamista uuden sukupolven laitosyksiköiden suunnittelusta, luvituksesta, rakentamisesta ja laitteiden asennuksesta.

TVO on tehnyt selvityksiä useiden ydinvoimalaitosvaihtoehtojen soveltuvuudesta rakennettavaksi Suomeen ja on nykyisen periaatepäätöksen voimassaoloaikana toteuttanut merkittäviä toimenpiteitä laitosvaihtoehtojen lissensioitavuuden ja rakennettavuuden parantamiseksi. Tämän lisäksi TVO on käynnistänyt Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön hankintaan tähtäävän kilpailuprosessin.

TVO katsoo, että ydinvoima on edelleen kilpailukykyinen vaihtoehto päästöttömän perusvoiman tuotannossa ja on valmis kehittämään investoinnin edellytyksiä sekä jatkamaan yhteiskunnan kokonaisedun mukaiseksi todettua Olkiluoto 4 -hanketta. Olkiluodon ydinvoimalaitosyksiköiden luotettava tuotanto, hakijan osaaminen, Olkiluodossa olemassa oleva infrastruktuuri ja TVO:n omistajien vahva tuki edesauttavat Olkiluoto 4 -hanketta.

Hankkeen yleinen merkitys ja tarpeellisuus

Sähkö on yhteiskunnan välttämätön perushyödyke. Sen jatkuva ja luotettava saatavuus on edellytys yhteiskunnan toiminnalle sekä hyvinvointia ja tuotantoa palveleville toimintoille kodeissa ja työpaikoilla. Riittävä ja edullinen sähkö merkitsee parempaa elämänlaatua ja on kansalaisten yhteiskunnallisesta ja alueellisesta jakautumasta riippumatta kaikkien suomalaisten etu.

Suomen sähköenergian tuotantorakenne on yksi maailman monipuolisimmista. Tuotantomuotojen monipuolisuus varmistaa omalta osaltaan sähkön saatavuutta ja vakaata hintakehitystä. Sähköntuotannon varmuuden ja taloudellisuuden ylläpitäminen sekä ilmasto- ja ympäristövaikutusten rajoittaminen edellyttävät sähköntuotannon monipuolisuuden säilyttämistä sulkematta pois mitään tuotantomuotoa.

Kotimaisen tuotannon rinnalla on tuonti vastannut vuositason noin viidennestä Suomen sähkönhankinnassa. Suomi on sähkön nettotuojaa avoimilla pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla, joilla sähkön tarjonta ja hintataso riippuvat oleellisesti sademäärien vaikutuksesta vesivoimatilanteeseen. Huippukulutustilanteessa Suomen tuontiriippuvuus on erityisen merkittävä.

Suomen hallituksen vuonna 2013 päivitetyn energia- ja ilmastostrategian taustaraportin mukaan Suomen sähkön kokonaiskulutuksen arvioidaan kasvavan jatkossa noin prosentin vuodessa. Muun kuin teollisuuden sähkön kulutus on 2000-luvulla kasvanut keskimäärin noin kaksi prosenttia vuodessa. Energiatehokkuuden lisääntymisestä huolimatta kotitalouksien ja palvelujen sähkön kulutuksen kasvun arvioidaan jatkuvan. Teollisuuden

osuus Suomen sähkön kulutuksesta vuonna 2013 oli noin 40 terawattituntia, joka on noin 47 prosenttia Suomen sähkön kulutuksesta. Teollisuuden sähkönkulutus on taloustilanteen heikentymisen ja teollisuuden rakennemuutoksen vuoksi laskenut. Talouden saaminen takaisin kasvu-uralle arvioidaan jälleen lisäävän teollisuuden sähkön kulutusta. Uudella tuotantokapasiteetilla katetaan kasvavan sähkön kysynnän, vanhojen voimalaitosten poistuman ja tuonnin aiheuttamaa vajetta.

EU:n komissio julkisti tammikuussa 2014 esityksen energia- ja ilmastopolitiikan tavoitteiksi vuoteen 2030. Esityksen tärkein osa on 40 prosentin sitova tavoite kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi vuoteen 2030 mennessä.

Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikköä tarvitaan, jotta Suomi voi saavuttaa sitovan 40 prosentin päästöjen vähentämisvelvoitteen vuonna 2030. Lisäydinvoiman rakentaminen on vaikutuksiltaan ja kustannuksiltaan tehokkain tapa sähköntuotannon hiilidioksidipäästöjen rajoittamiseen Suomessa.

TVO tuottaa ympäri vuoden ja vuorokauden joka hetki käytössä olevaa sähkötehoa eli perusvoimaa. Ydinvoima soveltuu hyvin perusvoiman tuotantoon, koska sen tuottaminen on käytännössä riippumaton ulkoisista tekijöistä ja käyttökustannusten osuus sähkön tuotantohinnasta on pieni.

Ydinsähkön hinnassa polttoainekulujen osuus ja erityisesti raakauraanin osuus on pieni, mikä osaltaan pitää ydinsähkön hinnan vakaana. Vakaa sähkön hinta luo pohjaa pitkän tähtäyksen investointipäätöksille kotimaassa.

Hankkeen ajoitus

Olkiluoto 3 -ydinvoimalaitosyksikön valmistuminen on viivästynyt. Tässä tilanteessa Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön 1.7.2010 voimaan jätetyn periaatepäätöksen voimassaoloaikana ei ole mahdollista tehdä Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön rakentamislupahakemukseen tarvittavia merkittäviä päätöksiä.

TVO arvioi, että Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön rakentaminen on mahdollista aloittaa Olkiluoto 3 -ydinvoimalaitosyksikön ollessa säännöllisessä sähköntuotannossa sekä Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön suunnittelu- ja rakentamislupavaiheiden jälkeen. Lopullisen investointipäätöksen ajoituksessa otetaan huomioon senhetkiset näkymät osakkaiden sähköntarpeesta ja sähkömarkkinatilanteen kehityksestä. Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön tuotantokäytön arvioidaan alkavan 2020-luvun loppupuolella.

TVO esittää, että nykyisen Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön rakentamista koskevan periaatepäätöksen voimassaoloaika jatketaan viidellä vuodella, joka vastaa vuonna 2010 tehdyn periaatepäätöksen voimassaoloaika.

Hankkeen kannattavuus ja rahoitus

Vuoden 2008 periaatepäätöshakemuksessa TVO esitti arvion Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön alustavaksi kustannusarvioksi. Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön rakentamista koskevan, vuonna 2010 voimaan jätetyn, myönteisen periaatepäätöksen jälkeen on käynnistetty laitoshankintaan tähtäävä tarjousprosessi, johon liittyvät tarjoukset saatiin tammikuussa 2013. Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön kustannusarvio on korkeampi kuin vuoden 2008 periaatepäätöshakemuksessa arvioitiin. Keskenäisen kilpailuprosessin vuoksi Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön rakentamista koskevaa yksityiskohtaisempaa kustannusarviota ei voida julkistaa.

TVO:n näkemyksen mukaan Olkiluoto 4 -hanke on edelleen taloudellisesti kilpailukykyinen. Ydinvoiman kilpailukyky perustuu pitkään tuotantovaiheeseen, jonka aikana sähköntuotanto on vakaata sekä määrältään että kustannuksiltaan. Olkiluodon voimalaitoksen luotettava tuotanto sekä olemassa oleva infrastruktuuri edesauttavat Olkiluoto 4 -hankkeen toteutumista.

TVO:n taloudelliset tunnusluvut sekä kyky hoitaa lainojen korot ja lyhenykset säilyvät rahoittajia tyydyttävällä tasolla myös Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitoksen rakentamisajan. Tehtyjen selvitysten perusteella Olkiluoto 4 -hankkeen velkaosuus voidaan rahoittaa kaupallisin ehdoin.

Laitostyyppi ja toiminta-aika

Hakemuksen kohteena oleva Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikkö varustetaan kevytvesireaktorilla. Valtaosa maailman nykyisistä tehoreaktoreista on kevytvesireaktoreita. Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikkö voi olla tyypiltään joko kiehumisvesireaktori- tai painevesireaktorilaitos. Laitosyksiköt Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2 ovat kiehumisvesireaktorilaitoksia ja Olkiluoto 3 on painevesireaktorilaitos.

Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön reaktorin lämpöteho on enintään 4 600 MW, jota on käytetty laitosyksikön enimmäislämpötehona sen ympäristövaikutusten arvioinnissa. Laitosyksikön sähköteho on noin 1 000-1 800 MW.

TVO on tehnyt selvityksiä useiden ydinvoimalaitosvaihtoehtojen soveltuvuudesta rakennettavaksi Suomeen ja on periaatepäätöksen voimassaoloajan aikana toteuttanut merkittäviä toimenpiteitä laitosvaihtoehtojen lisensoitavuuden ja rakennettavuuden parantamiseksi. Laitosvaihtoehdot edustavat viimeisintä kevytvesireaktoritekniikan kehityksen tasoa turvallisuuteen ja taloudellisuuteen liittyvien ominaisuuksiensa puolesta, ja ovat toteutettavissa olevin muutoksin soveltuvia rakennettavaksi Suomeen. Myös muut kuin soveltuvuus selvitysten kohteina olleet laitosvaihtoehdot saattavat tulla kyseeseen toteutettavaa laitosvaihtoehtoa valittaessa.

Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön suunniteltu tekninen toiminta-aika on 60 vuotta.

Turvallisuus ja ympäristövaikutukset

Suunnittelun, rakentamisen ja käytön lähtökohtana on ydinenergiain edellytysten mukaisesti aikaansaada laadukas Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikkö, joka on turvallinen ja josta ei aiheudu vahinkoa ihmisille, ympäristölle tai omaisuudelle.

Suomen ydinvoimalaitoksilla on ollut lukumääräisesti vähän turvallisuusmerkitystä omaavia ja laitosyksiköiden käyttöä häiritseviä tapahtumia. Yksikään tapahtumista ei ole aiheuttanut työntekijöille sallittujen säteilyannosten ylityksiä eikä säteilyvaaraa ympäristölle.

Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikkö suunnitellaan täyttämään Suomessa voimassaolevat, kansainvälisesti tiukat turvallisuusvaatimukset. Lisäksi otetaan huomioon eräiden muiden maiden sekä Kansainvälisen atomienergiajärjestön (IAEA) julkaisemat periaatteet ja ohjeet.

Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksiköstä aiheutuvat välittömät ja välilliset vaikutukset ihmisille, luonnolle ja rakennetulle ympäristölle on arvioitu ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annetun lain mukaisesti. Ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä on tarkasteltu monipuolisesti Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön ympäristövaikutuksia, ottaen huomioon Olkiluodon nykyisten ja alueelle suunniteltujen toimintojen yhteisvaikutukset. Ympäristövaikutusten arviointiselostus jätettiin yhteysviranomaiselle helmikuussa 2008, joka antoi siitä lausuntonsa kesäkuussa 2008. Ympäristövaikutusten arviointiselostus ja yhteysviranomaisen lausunto olivat valtioneuvoston käytössä sen tehdessä 6.5.2010 ydinenergiain 11 §:n mukaisen Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön rakentamista koskevan myönteisen periaatepäätöksen. Myös Natura-arvio Olkiluodon voimalaitoksen vaikutuksista on toteutettu. Suunnitellun uuden ydinvoimalaitoksen tehtämissä tai sen ympäristövaikutuksissa, Olkiluodon voimalaitoksen toiminnossa tai Olkiluodon lähialueella ei ole tapahtunut tai toteutettu sellaisia muutoksia, joilla olisi vaikutusta toteutetun ympäristövaikutusten arvioinnin tuloksiin tai johtopäätöksiin.

Ydinpolttoaine- ja ydinjätehuolto

Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön polttoainehuolto on toteutettavissa luotettavasti ja hajautetusti useasta hankintalähteestä vastaavin järjestelyin kuin nyt käytössä olevilla laitosyksiköillä. Pääperiaate on käyttää pitkiä sopimuksia ja polttoaineen varmuusvarastointia.

Ydinjätehuollossa on tarkoitus käyttää samoja suunnitelmia, menetelmiä ja jätehuollon laitoksia kuin nykyisten voimalaitosyksiköiden tapauksessa. Olkiluodossa on käytössä matala- ja keskiaktiivisen voimalaitosjätteen loppusijoitustilat, jotka ovat laajennettavissa kattamaan myös uuden yksikön tarpeet.

Käytetty polttoaine on tarkoitus loppusijoittaa TVO:n ja FPH:n omistaman Posiva Oy:n suunnittelemana loppusijoituslaitoksella Olkiluodossa. Posiva Oy:n suunnitelmissa on otettu huomioon Olkiluoto 4 -ydin-

voimalaitosyksikön käytetty polttoaine. Eduskunta jätti 1.7.2010 voimaan Posiva Oy:n Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön käytetyn polttoaineen loppusijoitusta koskevan valtioneuvoston periaatepäätöksen M 3/2010 vp. Posiva Oy jättää erillisen hakemuksen valtioneuvostolle periaatepäätöksen M 3/2010 vp täydentämiseksi.

Posiva Oy on jättänyt vuoden 2012 lopulla hakemuksen valtioneuvostolle, jossa se pyytää ydinenergialain 18 §:ssä tarkoitettua rakentamislupaa käytetyn ydinpolttoaineen ja muiden ydinjätteiden kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen muodostaman laitospokonaisuuden rakentamiseksi Eurajoen kunnan Olkiluotoon suunnitellulle sijaintipaikalle. Laitospokonaisuus koskee myös Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikössä syntyvän käytetyn polttoaineen käsittelyä.

Hakemuksessa ja liitteissä esitetyjä tietoja on ajantasaistettu vuonna 2010 tehtyyn periaatepäätöksen ajankohtaan nähden.

Helsingissä 20. päivänä toukokuuta 2014

TEOLLISUUDEN VOIMA OYJ

Jarmo Tanhua
toimitusjohtaja

Janne Mokka
OL4-osaston johtaja

LIITTEET

Ydinenergia-asetuksen 24§:n edellyttämät selvitykset:

1. Kaupparekisteriote
2. Jäljennös yhtiöjärjestyksestä ja osakasrekisteristä
3. Selvitys hakijan käytettävissä olevasta asiantuntemuksesta
4. Selvitys ydinlaitoshankkeen yleisestä merkityksestä sekä sen tarpeellisuudesta, erityisesti maan energiahuollon kannalta sekä sen merkityksestä maan muiden ydinlaitosten käytön ja niiden ydinjätehuollon kannalta
5. Selvitys hakijan taloudellisista toimintaedellytyksistä ja ydinlaitoshankkeen liiketaloudellisesta kannattavuudesta
6. Ydinlaitoshankkeen yleispiirteinen rahoitussuunnitelma
7. Pääpiirteinen kuvaus suunnitellun ydinlaitoksen teknisistä toimintaperiaatteista
8. Selvitys noudatettavista turvallisuusperiaatteista
9. Pääpiirteinen selvitys ydinlaitoksen suunnitellun sijaintipaikan omistus- ja hallintasuhteista
10. Selvitys ydinlaitoksen suunnitellun sijaintipaikan ja sen lähiympäristön asutuksesta ja muista toiminnoista sekä kaavoitusjärjestelyistä
11. Arvio suunnitellun sijaintipaikan sopivuudesta tarkoitukseensa ottaen huomioon paikallisten olosuhteiden vaikutus turvallisuuteen, turva- ja valmiusjärjestelyt sekä ydinlaitoksen vaikutukset lähiympäristöönsä
12. Ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annetun lain mukaisesti laadittu arviointiselostus ja yhteysviranomaisen lausunto arviointiselostuksesta sekä selvitys suunnitteluperusteista, joita hakija aikoo noudattaa ympäristövahinkojen välttämiseksi ja ympäristörasituksen rajoittamiseksi
13. Pääpiirteinen suunnitelma ydinpolttoainehuollosta
14. Pääpiirteinen selvitys hakijan suunnitelmista ja käytettävissä olevista menetelmistä ydinjätehuollon järjestämiseksi

SELVITYS HAKIJAN KÄYTETTÄVISSÄ OLEVASTA ASIANTUNTEMUKSESTA

SISÄLLYSLUETTELO

0. TÄYDENNYKSIÄ VUODEN 2010 PERIAATEPÄÄTÖKSEN AJANKOHTAAN NÄHDEN
1. YLEISTÄ
2. OSAAMISEN KEHITTÄMINEN
3. KÄYTTÖTOIMINTAOSAAMINEN
4. ULKOPUOLINEN ASIANTUNTEMUS

SELVITYS HAKIJAN KÄYTETTÄVISSÄ OLEVASTA ASIANTUNTEMUKSESTA

0. TÄYDENNYKSIÄ VUODEN 2010 PERIAATEPÄÄTÖKSEN AJANKOHTAAN NÄHDEN

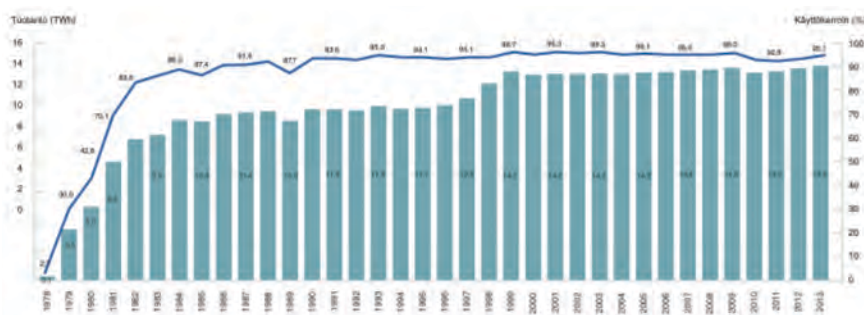
OL4-ydinvoimalaitosyksikköä koskevan, vuonna 2010 voimaan jätetyn, myönteisen periaatepäätöksen jälkeen liitteessä esitettyjä tietoja ja tunnuslukuja on saatettu vastaamaan nykyhetken tilannetta.

1. YLEISTÄ

TVO:n toimialana on voimalaitosten ja voimansiirtolaitteiden rakentaminen ja hankkiminen sekä sähkön tuottaminen, välittäminen ja siirtäminen ensi sijassa yhtiön osakkaille. Yhtiö on rakentanut ja käyttää kahta ydinvoimalaitosyksikköä OL1 ja OL2 Eurajoen Olkiluodossa ja rakentaa OL3-laitosyksikköä Olkiluotoon.

Laitosyksiköiden OL1 ja OL2 käytön alettua pääosa rakentamisvaiheen teknisestä henkilöstöstä siirtyi laitosyksiköiden käyttöä ja kunnossapitoa tukeviin tehtäviin. TVO:lle on kertynyt yli 35 vuoden kokemus laitosyksiköiden käytössä ja kunnossapidossa mukaan lukien vuosihuoltojen tehokas toteutus. Yhtenä osoituksena yhtiön osaamisesta ovat Olkiluodon laitosyksiköiden korkeat käyttökertoimet, jotka ovat olleet pitkään kärkisijoilla kansainvälisessä vertailussa.

Kuva 3–1 Olkiluoto 1:n ja Olkiluoto 2:n yhteenlaskettu tuotanto ja keskimääräinen käyttökerroin vuosina 1978–2013.



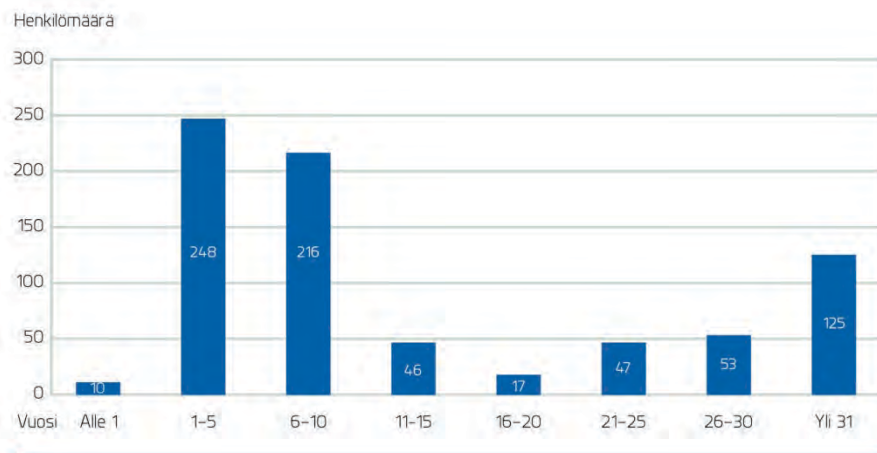
Yhtiön ydinalan asiantuntemusta ovat lisäksi ylläpitäneet ja kehittäneet muun muassa laitosyksiköiden tehon korotukset ja modernisointi, vakavien onnettomuuksien varalta toteutetut toimenpiteet, todennäköisyysperusteisen turvallisuusanalyysin (PSA) tekeminen, oman koulutussimulaattorin käyttö, matala- ja keskiaktiivisen jätteen välivarastojen rakentaminen, käytetyn polttoaineen välivaraston rakentaminen ja laajentaminen, voimalaitosjätteen loppusijoitustilan rakentaminen, käytetyn polttoaineen loppusijoitusratkaisun kehittäminen sekä OL3:n rakentaminen.

2. OSAAMISEN KEHITTÄMINEN

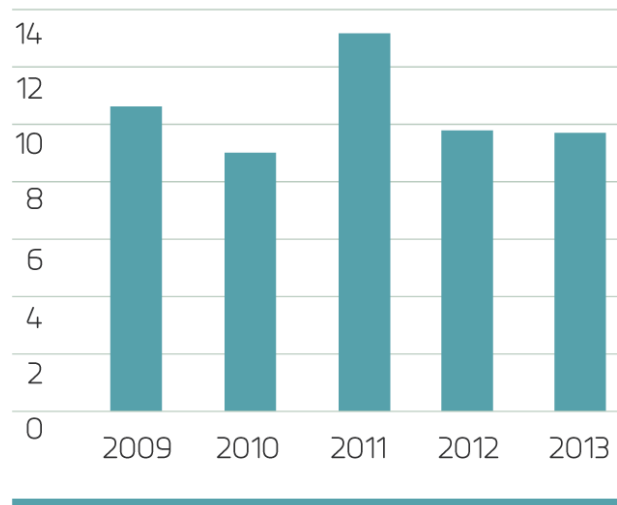
Osaaminen ilmenee ihmisissä ja toimintatavoissa. TVO:ssa henkilöstön vaihtuvuus on ollut vähäistä ja sitä on tapahtunut pääasiassa eläkkeelle jäämisen kautta. TVO:ssa on varauduttu osaamisen säilyttämiseen eläkkeelle jäämisen yhteydessä.

Ydinvoimaloissa toiminta on tyypillisesti hyvin dokumentoitua. TVO:lle on kertynyt historiansa aikana mittava aineisto laitoksen teknisistä järjestelmistä ja organisaation toiminnasta. TVO:n toimintajärjestelmä, tiedot ja niiden käyttötavat on dokumentoitu laajasti ja kattavasti. Lukuisat käsikirjat, erityisesti käyttö- ja kunnossapitokäsikirjat käyttö- ja ennako- huolto-ohjeineen ohjaavat tarkoin toimintaa. Samoin TVO:lle kehittynyt hyvä, säännöllisesti arvioitava turvallisuuskulttuuri on merkittävä osa osaamisen varmistamista ja kehittämistä.

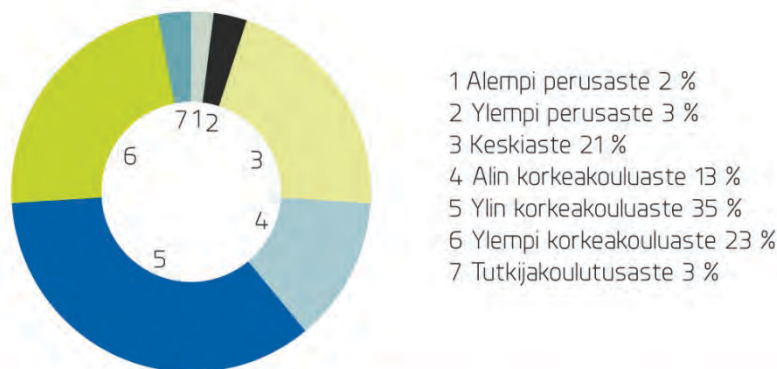
Kuva 3-2 TVO:n henkilöstön työsuhteen pituus.



Henkilöstön osaamisen kehittäminen on jatkuvaa toimintaa, jota ohjaavat yhtiön strategiasta johdetut avainosaamiset ja henkilöille määritellyt osaamisvaatimukset. Näiden vaatimusten toteutumista seurataan osana esimiestoimintaa sekä koordinoitusti yhtiötasolla. Tämän toiminnan tukena on osaamisen hallinnan tietojärjestelmä. Henkilöstön koulutuspäivien määrä on tavanomaisesti vuosittain ollut noin 9-13 päivää/henkilö.

Kuva 3–3 TVO:n henkilöstön koulutuspäivät / henkilö.

Yhtiön vakinaisessa palveluksessa on noin 760 henkilöä, joista noin 80 %:lla on tekninen tai luonnontieteellinen koulutustausta: tohtoreita on 14, lisensiaatteja 6, diplomi-insinöörejä 141, insinöörejä 235, teknikkoja 73 ja konemestareita 7. Teknisen tai luonnontieteellisen koulutuksen saaneiden ohella yhtiön palveluksessa on ydinalan taloudellista ja juridista asiantuntemusta omaavia henkilöitä. Yhtiö tukee henkilöstön osallistumista eritasoisiiin jatko- ja täydennyskoulutusohjelmiin.

Kuva 3–4 TVO:n henkilöstön koulutus koulutusasteittain vuonna 2012.

Yhtiö on ennakoiden toteuttanut toimenpiteitä, joilla varmistetaan saavutetun tietotaidon ja laitostuntemuksen siirtyminen uusille mm. eläkkeelle siirtyneiden henkilöiden tilalle tulleille osaajille. Osaamisen siirtoa uusille henkilöille tukee hyvä ja kattava dokumentaatio sekä laitostekniikasta että toimintatavoista.

3. KÄYTTÖTOIMINTAOSAAMINEN

TVO:ssa on kolmenkymmenen vuoden kokemus ydinvoimalaitoksen käyttötoiminnasta Suomessa. Tärkeä osa käyttötoimintaa on käyttöhenkilöstön (valvomohenkilöstö) osaamisen hallinta. TVO:ssa seurataan jatkuvasti käyttöhenkilöstön rekryointitarvetta ja tarvittaessa aloitetaan uusi koulutusryhmä, jossa on 4 - 8 henkilöä. Viimeisin kuuden henkilön koulutusryhmä on aloittanut vuonna 2014. Koulutusryhmäläisistä tulee noin kahden vuoden koulutuksen jälkeen lisensoituja operaattoreita. TVO:ssa tehdään jatkuvaa työtä käyttöhenkilöstön valintamenettelyiden kehittämisessä. Käyttöhenkilöstön koulutuksessa TVO:ssa on hyvin kehittyneet käytännöt, esimerkiksi oman ja muiden laitosten käyttökokemuksia hyödynnetään jatkuvasti osana käyttöhenkilöstön perus- ja jatkokoulutusta. Käyttöhenkilöstöllä on vuosittain noin 15 koulutuspäivää laitostekniikasta ja toimintataivoista.

Osa koulutuksesta tapahtuu simulaattorilla, jonka ylläpitoon TVO:ssa on selkeät käytännöt. TVO:ssa on myös mittava kokemus simulaattorin hyödyntämisestä sekä laaja osaaminen simulaattorikoulutuksen didaktisista erityispiirteistä. Simulaattorilla koulutetaan laitostekniikan lisäksi myös toimintatapoja, esimerkiksi valvomokommunikointia. Käyttöhenkilöstön osaamisen hallintaan kuuluvat myös lisenssien ylläpito ja erilaiset työtaidon osoitukset, joihin TVO:ssa on vakiintuneet menettelyt. Käyttötoiminta on kolmivuorotyötä erityisvaatimuksineen. Vuosien aikana TVO:ssa on kertynyt mittava osaaminen vuorotyön kuormittavuuden hallinnassa.

Kuva 3-5 OL1- ja OL2-laitosyksiköiden koulutussimulaattorin valvomotiila.



Kuva 3–6 OL3-laitosyksikön koulutussimulaattorin valvomotiila.



Vuonna 2013 valvomohenkilöstön ammattiosaamisen ylläpitämiseksi ja kehittämiseksi simulaattorikoulutusta oli noin 9 koulutuspäivää / hlö. OL3-projektin myötä on toteutettu uusien osaajien laajamittainen rekrytointi. OL3-projektiin on palkattu henkilöitä, jotka kehittyvät rakennus- ja käyttöönottovaiheen tehtävissä käytönaikaisiin tehtäviin. OL3:n tuleva valvomohenkilöstö, noin 35 henkeä, rekrytoitiin vuonna 2005 koulutettaviksi kyseisiin tehtäviin. OL3-projekti on lisännyt myös yhtiön asiantuntijoiden aiemminkin hyvin runsasta kansainvälistä yhteistyötä.

4. ULKOPUOLINEN ASiantuntemus

TVO käyttää toiminnassaan hyväksi tarpeellisessa määrin myös yhtiön ulkopuolista asiantuntemusta. Toimintatapana on ollut luoda yhteydet laitoksiin, yhtiöihin ja järjestöihin, jotka edustavat mahdollisimman korkeata asiantuntemusta yhtiön toimintaan liittyvillä aloilla. Yhtiöllä on voimassa kunnossapito- ja asiantuntijapalveluja koskevat sopimukset useiden kotimaisten ja ulkomaisten tahojen kanssa. TVO:ssa on tärkeimpien laitos-, komponentti- ja palvelutoimittajien kanssa pitkäaikaiset yhteistyösopimukset. Toimittajien asiantuntemusta ja osaamista selvitetään säännöllisillä arvioinneilla.

TVO:ssa on pitkäaikaiset ja erinomaiset suhteet ydin- ja energiatekniikan opetusta antaviin korkeakouluihin ja yliopistoihin. Yhtiö osallistuu aktiivisesti niissä tehtäviin tutkimus- ja kehityshankkeisiin sekä tukee alan opiskelijoita tarjoamalla harjoittelupaikkoja ja mahdollisuuksia tehdä opinnäytetyö TVO:ssa.

TVO on osallistunut ja osallistuu moniin eri kansallisiin ja kansainvälisiin ydinvoiman kehitysohjelmiin. Tätä kautta saadaan tietoa alan viimeisistä kehityksistä sekä ylläpidetään toimivia yhteyksiä alan asiantuntijoihin. Yh-

tiön edustajat osallistuvat aktiivisesti kotimaisten ja kansainvälisten energia-alan ja ydinenergia-alan järjestöjen toimintaan.

Pitkän käyttötoimintakokemuksen ja OL3-projektin myötä TVO:ssa on mittava ja tuore asiantuntemus ja osaaminen ydinvoiman suunnittelun, rakentamisen ja käyttövaiheen vaatimuksista.

SELVITYS YDINLAITOSHANKKEEN YLEISESTÄ MERKITYKSESTÄ SEKÄ SEN TARPEELLISUUDESTA, ERITYISESTI MAAN ENERGIAHUOLLON KANNALTA SEKÄ SEN MERKITYKSESTÄ MAAN MUIDEN YDINVOIMALAITOSTEN KÄYTÖN JA NIIDEN YDINJÄTEHUOLLON KANNALTA

SISÄLLYSLUETTELO

0. TÄYDENNYKSIÄ VUODEN 2010 PERIAATEPÄÄTÖKSEN AJANKOHTAAN NÄHDEN
1. HANKKEEN YLEINEN MERKITYS
 - 1.1. Sähkön hankinnan nykytilanne ja tulevaisuudennäkymät Suomessa
 - 1.2. Sähkön hankinnan vaihtoehtoja
 - 1.2.1. Uusiutuvat energialähteet
 - 1.2.2. Ydinvoima
 - 1.2.3. Kivihiili, maakaasu, turve ja tuonti
 - 1.2.4. Yhteenvedo tarvittavan lisäsähkön hankintavaihtoehtoista
2. SÄHKÖN TUOTANNON YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTIA
3. VAIKUTUKSET TYÖLLISYYTEEN, ALUERAKENTEeseen JA -TALOUTEEN
4. VAIKUTUKSET POHJOISMAISILLA SÄHKÖMARKKINOILLA
5. HANKKEEN MERKITYS MUIDEN YDINVOIMALAITOSTEN JA YDINJÄTEHUOLLON KANNALTA

SELVITYS YDINLAITOSHANKKEEN YLEISESTÄ MERKITYKSESTÄ SEKÄ SEN TARPEELLISUUDESTA, ERITYISESTI MAAN ENERGIAHUOLLON KANNALTA SEKÄ SEN MERKITYKSESTÄ MAAN MUIDEN YDINVOIMALAITOSTEN KÄYTÖN JA NIIDEN YDINJÄTEHUOLLON KANNALTA

0. TÄYDENNYKSIÄ VUODEN 2010 PERIAATEPÄÄTÖKSEN AJANKOHTAAN NÄHDEN

Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön (OL4) rakentaminen on edelleen yhteiskunnan kokonaisedun mukaista.

Suomen ja muun Euroopan talous ja kilpailukyky on vuoden 2010 jälkeen oleellisesti heikentynyt. OL4 on entistäkin tärkeämpi investointi TVO:n laajalle omistajakunnalle ja koko Suomelle.

Taloukasvun, työpaikkojen ja hyvinvointiyhteiskunnan turvaaminen edellyttää teollisia investointeja ja kotimaista tuotantoa. Kohtuuhintaisen energian merkitys korostuu entisestään.

EU:n komissio julkisti tammikuussa 2014 esityksen energia- ja ilmastopolitiikan tavoitteiksi vuoteen 2030. Esityksen tärkein osa on 40 prosentin sitova tavoite kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi vuoteen 2030 mennessä.

OL4 tarvitaan, jotta Suomi saavuttaa sitovan 40 prosentin päästöjen vähentämisvelvoitteen vuonna 2030.

EU komission mukaan kotitaloudet ja teolliset käyttäjät ovat entistä huolestuneempia nousevista energianhinnoista. Erityisesti USA on saanut edullisella energiallaan kilpailuetua. EU:ssa kotitalouksien sähkön hinta on noussut viiden vuoden aikana 18 prosenttia, teollisuuden osalta nousu on ollut 15 prosenttia.

1. HANKKEEN YLEINEN MERKITYS

Sähkön luotettava ja häiriötön saanti kaikissa tilanteissa ja sen hankinnan riittävä omavaraisuus ovat yhteiskunnan toiminnan lähtökohtia jokaisen kansalaisen, teollisuuden, palveluiden ja ulkomaankaupan kannalta. Sähkön häiriötön saanti kohtuuhintaan yksityiskuluttajille ja kilpailukykyiseen hintaan elinkeinoelämälle on Suomen kansantalouden ja hyvinvoinnin perusedellytys.

OL4-hanke tukee ensisijaisesti sitä, että vähennetään sähköntuotannon hiilidioksidipäästöjä ja riippuvuutta kallistuvan sähkön ja polttoaineiden tuonnista ja että korvataan vanhaa, käytöstä poistuvaa tuotantokapasiteettia päästöttömällä vaihtoehdolla. Myös sähkön tarpeen kasvua on varauduttava kattamaan päästöttömällä voimalaitoksilla.

Esitetty ydinvoimalaitosyksikkö osana suomalaista monipuolista energia-kokonaisuutta lisää sähkön hankinnan omavaraisuutta ja toimitusvarmuutta, vähentää päästöjä ja tuottaa sähköä kilpailukykyiseen hintaan. Kotimaisen kohtuuhintaisen sähkön merkitys korostuu entisestään tilanteessa, jossa monet Euroopan maat ovat entistä riippuvaisempia tuontisähköstä ja -kaasusta, mikä puolestaan tiukentaa kilpailua ja aiheuttaa hintojen korotuspaineita.

Suomessa energiajärjestelmän korkeatasoinen toiminta on erityisen tärkeää. Huolimatta energian tehokkaasta käytöstä maamme energiakulutus asukasta kohden on yksi länsimaiden suurimpia. Tämä johtuu korkeasta elintasosta, energiaa paljon tarvitsevasta teollisuudesta, kylmästä ilmastosta ja pitkistä välimatkoista.

Vakaan talouskasvun ja myönteisen työllisyyskehityksen ylläpitämiseksi ja turvaamiseksi on tärkeää, että Suomessa on investointien kannalta suotuisat toimintaedellytykset. Energiavaltaisella metsä- ja kemian teollisuudella sekä metallien jalostuksella keskeinen rooli viennissä, joka muodostaa hyvinvointivaltiomme selkärangan. Sähkön saanti toimitusvarmasti ja kilpailukykyiseen hintaan on yksi näiden toimialojen olemassaolon perusedellytyks.

Ilmastonmuutoksen hillitseminen on yksi ihmiskunnan merkittävimmistä haasteista. Euroopan unioni on keväällä 2007 tehdyllä päätöksellä sitoutunut vähentämään kasvihuonekaasupäästöjä 20 prosentilla vuoteen 2020 mennessä vuoden 1990 tasoon verrattuna. Energiaratkaisulla on näin ollen keskeinen merkitys ilmastonmuutoksen hillinnässä. Päästöjen vähentämisen keinot ovat energiatehokkuuden lisääminen sekä panostaminen vähäpäästöisiin ja päästöttömiin energiamuotoihin, kuten uusiutuviin energialähteisiin ja ydinvoimaan.

Tulevaisuudessakin energiaratkaisut on tehtävä siten, että varmistetaan energian saannin varmuus ja kohtuuhintaisuus huolehtien samanaikaisesti ympäristöstä, erityisesti ilmastonmuutoksen ehkäisemisestä. Tämä edellyttää panostusta sekä energiatehokkuuden edistämiseen että monipuoliseen energian tuotantoon sulkematta mitään tuotantomuotoa pois keinovalikoidasta.

Sähkön tarve ja sen tulevaisuusnäkymät Suomessa

Sähkön käytön lisääntyminen on liittynyt ja liittyy hyvinvoinnin kasvuun. Runsaasti sähköä käyttävän perusteollisuuden osuus bruttokansantuotteesta on suuri.

Teollisuuden sähkönkulutus on taloustilanteen heikentymisen ja teollisuuden rakennemuutoksen vuoksi ollut laskenut. Vuonna 2013 teollisuus käytti noin 40 terawattituntia sähköä, joka on noin 47 prosenttia Suomen kokonaissähkönkulutuksesta. Kun talous saadaan takaisin kasvu-uralle, arvioidaan teollisuuden sähkön kulutuksen taas lisääntyvän.

Muun kuin teollisuuden sähkön kulutus on 2000-luvulla kasvanut keskimäärin noin kaksi prosenttia vuodessa. Energiatohokkuuden lisääntymisestä huolimatta kotitalouksien ja palvelujen sähkön kulutuksen kasvun arvioidaan jatkuvan.

Suomen hallituksen vuonna 2013 päivitetyn energia- ja ilmastostrategian taustaraportin mukaan Suomen sähkön kokonaiskulutuksen arvioidaan kasvavan jatkossa noin prosentin vuodessa.

Energiatohokkuus

Energiatohokkuuden merkitys on kasvanut viime vuosina. Keskeisiä syitä tähän ovat kohonneet energiakustannukset ja ilmastonmuutoksen torjunta, jonka merkitykseen ja vaikutuksiin on alettu kiinnittää entistä enemmän huomiota. Suomen energiatohokkuuden tulevaisuuteen vaikuttavat merkittävästi EU:ssa tehdyt energiatohokkuuspäätökset, joiden mukaan energiatohokkuutta pitäisi parantaa 20 % vuoteen 2020 mennessä. Lisäksi ei-päästökauppasektoria kuten kotitalouksia, liikennettä, palveluita ja osaa teollisuutta ohjaa energiapalveludirektiivi, joka asettaa näille toimijoille kokonaisuutena yhdeksän prosentin sitovan energiansäästövelvoitteen aikavälillä 2008–2016.

Suomessa energiatohokkuus on kansainvälisesti vertaillen korkealla tasolla. Energiatohokkaassa yhdistetyssä sähkön ja lämmön tuotannossa Suomi on maailman johtavia maita. Energian käytön tehokkuuden edistämiseksi yksi keskeinen keino ovat valtiovoimien ja toimijoiden väliset energiatohokkuussopimukset.

Energiatohokkuussopimuksista on muodostunut laaja vapaaehtoisten sopimusten järjestelmä, jonka piirissä oli Motivan mukaan vuoden 2011 alussa yli puolet koko Suomen energian loppukäytöstä.

Sopimusten keskeiset osat ovat energian tehostamismahdollisuuksien tunnistaminen sekä tehostamiseen tarvittavien toimien toteuttaminen. Vuosina 1998–2006 sopimusten piirissä olevat toimijat ovat tehostaneet sähkön käyttöönsä siten, että sähköä säästyy joka vuosi 1,7 TWh verrattuna tilanteeseen, jossa toimia ei olisi toteutettu. Vuosina 2008–2012 välisenä aikana toteutettujen toimenpiteiden vaikutus oli 1,3 TWh.

TVO:ssa ei hankevastaavana ole käytettävissä sellaisia energiansäästökeinoja, joilla uuden ydinvoimalaitosyksikön tuotantoa vastaava sähkömäärä voitaisiin korvata ja jatkaa osakkaiden ja muiden sähkökäyttäjien toimintoja suunnitellulla tavalla.

1.1. Sähkön hankinnan nykytilanne ja tulevaisuudennäkymät Suomessa

Suomi hyödyntää monipuolisesti eri energialähteitä sähköntuotannossaan. Monipuolisuus tukee huoltovarmuutta, kilpailun toimivuutta avoimilla sähkömarkkinoilla ja tätä kautta mahdollisimman kilpailukykyisen sähkön saatavuutta.

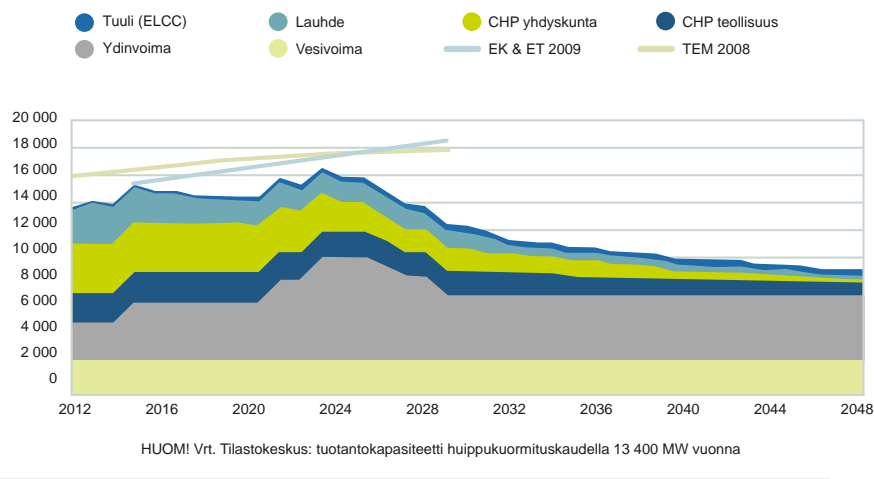
Vuonna 2013 Suomessa käytettiin sähköä 85,5 TWh. Sähkön yhteistuotannolla katettiin tästä tarpeesta 28 %. Ydinvoiman osuus oli reilu neljännes ja muun lauhdevoiman 10 %. Sähkön tuonti Venäjältä, Ruotsista, Norjasta ja Virossa vastasi 19 prosentista sähkön kokonaistarpeesta vuonna 2013. Tuulivoiman osuus oli 0,9 %.

Suomen sähkön huipputehon tarve ja käytettävissä oleva kapasiteetti kehittyvät Energiategollisuus ry:n Sähköntuotantoskenaariot vuoteen 2030-selvityksen perusteella kuvan 4–1 mukaisesti.

Kuva 4–1 Sähköntuotanto ja kulutushuippu Suomessa.

LISÄÄNTYVÄ SÄHKÖNKULUTUS JA VOIMALAITOSTEN IKÄÄNTYMINEN VAATIVAT INVESTOINTEJA SÄHKÖNTUOTANTOON

SÄHKÖNTUOTANTOKAPASITEETTI JA HUIPPUKUORMA SUOMESSA (SYRI YM. 2012)



Kuvan mukaisesti huipputehon tarpeen ja nykyisen kapasiteetin erotus on vuonna 2020 noin 2 500 MW ja vuonna 2030 noin 6 000 MW. OL4:n tuotantoa tarvitaan omavaraisuuden säilyttämiseksi.

1.2. Sähkön hankinnan vaihtoehtoja

1.2.1. Uusiutuvat energialähteet

Uusiutuvia energialähteitä voidaan hyödyntää sähkön ja lämmön tuotannossa sekä liikenteen biopolttoaineiden raaka-aineena. Uusiutuvia energialähteitä Suomen sähkön tuotannossa ovat vesivoima, biomassat (pääosin puu, mutta myös peltobiomassat), jätteet sekä tuulivoima. Aurinkosähköä ei ole Suomessa hyödynnettävissä merkittävässä määrin näköpiirissä olevassa tulevaisuudessa.

Tammikuussa 2014 TEM raportoi komissiolle uusiutuvan energian edistymisestä. Suomi on uusiutuvan energian käytön lisäämisessä RES-direktiivin mukaisella kehityspolulla kohti vuotta 2020. Tällä hetkellä uusiutuvien osuus loppukulutuksesta ylittää selvästi ohjeellisen kehityspolun

mukaisen tilanteen. Uusiutuvan energian edistämistoimet ovat toteutuneet meillä suunnitellusti.

1.2.2. Ydinvoima

Ydinsähkön tuotantokustannuksista valtaosa muodostuu kiinteistä kustannuksista. Polttoaineen osuus kokonaiskustannuksista on pieni. Tästä syystä ydinvoima soveltuu hyvin perusvoiman tuotantoon. Lisäksi ydinsähkön tuotantokustannusten riippuvuus polttoaineen hinnan ja valuuttakurssien vaihtelusta on vähäinen, koska polttoaineen osuus tuotantokustannuksista on pieni. Ydinvoimala ei tuota hiilidioksidipäästöjä, joten EU:n päästökau-pasta ei aiheudu sen tuotannolle lisäkustannuksia.

1.2.3. Kivihiili, maakaasu, turve ja tuonti

Suomi ja energia-ala ovat sitoutuneet siirtymän vähähiiliseen tulevaisuuteen vuoteen 2050 mennessä. Kun pohditaan vaihtoehtoja investoida uuteen erilliseen sähköntuotantoon, niin kivihiileen, maakaasuun ja turpeeseen perustuvia investointisuunnitelmia ei tässä yhteydessä ole tarpeen tarkemmin tarkastella.

Tuontia ei ole myöskään tarpeen erikseen tarkastella, koska tavoite on lisätä Suomen energiaomavaraisuutta. Tuonnin osuus sähkön kokonaiskulutuksesta on tällä hetkellä vuositasolla noin viidennes. Huippukulutustilanteessa tuontiriippuvuus on erityisen merkittävä.

1.2.4. Yhteenveto tarvittavan lisäsähkön hankintavaihtoehdoista

Biomassan käyttö tulee jatkossakin painottumaan pääsääntöisesti yhdistettyyn sähkön ja lämmön tuotantoon, jonka määrää voidaan edelleen lisätä. Tuulivoiman tuotannon lisäämisessä on otettava huomioon sen ajallinen vaihtelu ja siitä johtuva säätövoiman lisätarve sekä tuulivoiman tuotantokustannukset.

Uusiutuvan energian lisääminen ei yksistään riitä kattamaan sähkön kulutuksen ja tuotantokapasiteetin välistä vajetta. Tällöin keskeisenä vaihtoehtona vajeen kattamiseksi on lauhdevoiman tuotannon lisääminen. Polttoaineena lauhdetuotannossa tulevat kyseeseen turve tai fossiiliset polttoaineet kuten kivihiili tai maakaasu. Lauhdevoiman lisääminen voidaan toteuttaa myös ydinvoimalla, joka on sekä sähkön saannin varmuuden, sähkön kilpailukykyisten tuotantokustannusten että päästöjen rajoittamisen kannalta kokonaisuutena tarkasteltuna erittäin hyvä ja lisäämiskelpoinen vaihtoehto turpeeseen ja fossiilisiin polttoaineisiin verrattuna. Hakemuksen kohteena oleva laitoksikkö tulisi täyttämään merkittävän osan maahamme syntyvästä kapasiteettivajeesta ja se vähentäisi merkittävästi Suomen sähkön tuontiriippuvuutta.

2. SÄHKÖN TUOTANNON YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTIA

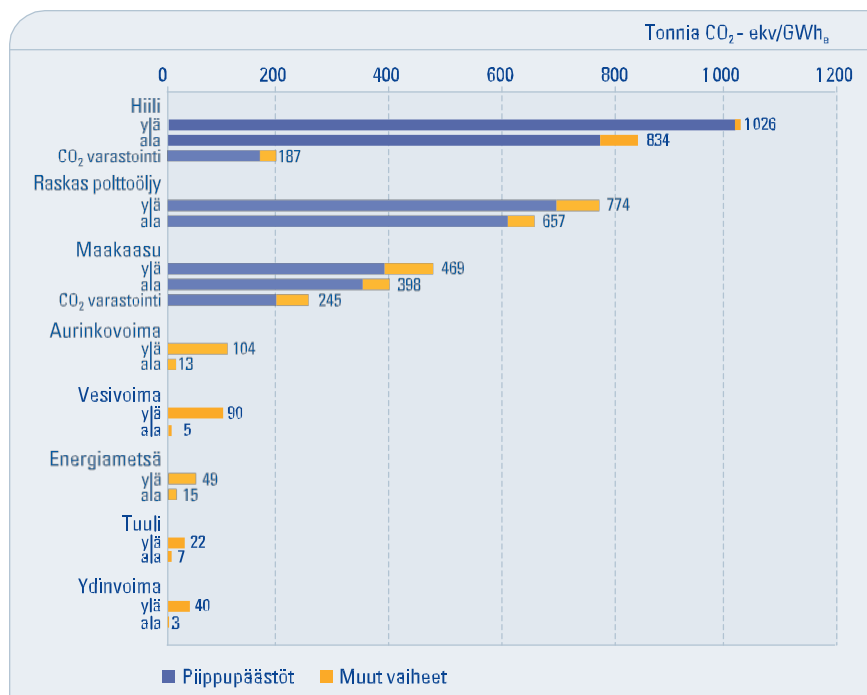
Eri energialähteillä on sekä määrällisesti että laajuutensa puolesta erilaiset ympäristövaikutukset. Osa vaikutuksista liittyy polttoaineen valmistukseen,

osa voimalaitoksen rakentamiseen, osa itse energian tuotantoon ja osa voimalaitoksen käytöstä poistoon.

Ympäristövaikutuksia voidaan arvioida monella tavalla. Elinkaaritarkastelu on näistä yksi menetelmä, jolla arvioidaan tuotteen, prosessin tai toiminnan aiheuttamat ympäristövaikutukset koko sen elinkaaren ajalta. Tämä tarkastelu tuo esiin myös ne vaikutukset, jotka eivät aiheudu energian tuotantopaikalla tai sen välittömässä läheisyydessä.

Kasvihuonekaasupäästöistä energian tuotannossa merkittävin on hiilidioksidi. Eri sähkön tuotantomuotojen hiilidioksidipäästöistä on tehty useita eri selvityksiä. World Energy Council (WEC) on laatinut asiasta yhteenvedon, johon on koottu tietoa useasta eri selvityksestä. Tulokset tästä selvityksestä on esitetty kuvassa 4–2.

Kuva 4–2 Eri energiamuotojen kasvihuonekaasupäästöt erillisessä sähkön tuotannossa ekvivalentteina hiilidioksidimäärinä tuotettua sähköenergiaa kohden. Kuvassa on esitetty eri elinkaaritarkasteluissa saadut suurimmat (ylä) ja pienimmät (ala) päästöt. Lähde: World Energy Council.



Energian tuotannossa hiilidioksidipäästöjä lisäävät muun muassa hiilen, öljyn, maakaasun sekä turpeen poltto. Biomassan katsotaan olevan ilmastomuutoksen kannalta neutraali polttoaine, koska sen poltossa vapautuva hiilidioksidi sitoutuu takaisin luontoon kasvien kasvuvaiheessa. Vesi-, ydin-, tuuli- ja aurinkoenergia eivät lisää suoraan ilmakehän hiilidioksidipitoisuutta. Kuitenkin nämä energiantuotantomuodot aiheuttavat jonkin verran kasvihuonekaasupäästöjä, jotka aiheutuvat materiaalien ja polttoaineiden hankinnasta, laitevalmistuksesta, kuljetuksista sekä itse laitosten rakentamisesta ja purkamisesta.

Hiilidioksidin lisäksi ympäristövaikutuksia aiheutuu myös mm. rikki- dioksi- di-, typenoksidi- ja hiukkaspäästöistä, jotka myös vaihtelevat sähkön tuotantomuodoittain. Taulukoissa 4–1 ja 4–2 on arvio siitä, minkälaisia päästöjä aiheutuisi, mikäli Olkiluotoon ei rakennettaisi neljättä tuotantoyksikköä. Koska 2010-luvun lopun sähkön tuotantorakennetta on vaikea tarkasti arvioida, tarkastellaan ympäristövaikutuksia tilanteessa, jossa Olkiluodon neljännen tuotantoyksikön sähkömäärä korvattaisiin nykyisen keskimääräisen pohjoismaisen kapasiteetin tuotannolla.

Taulukko 4–1 Arvioidut rikkioksi- (SO_2), typenoksi- (NO_x) ja hiilidioksidipäästöt (CO_2) tilanteessa, jossa OL4:n vuosituotanto korvattaisiin keskimääräisen pohjoismaisen vuoden 2005 sähköntuotantojakauman mukaisesti.

	Sähköntuotannon keskimääräinen päästö					Vältetyt päästöt tonnia / vuosi	
	Suomi kg/MWh	Ruotsi kg/MWh	Norja kg/MWh	Tanska kg/MWh	Sähköntuotannolla painotettu kg/MWh	Tuotanto 8 TWh	Tuotanto 14 TWh
CO ₂	258,34	19,73	5,61	552,49	115,73	925 818	1 620 182
SO ₂	0,37	0,04	0,03	0,50	0,15	1 189	2 080
NO _x	0,47	0,03	0,01	1,22	0,23	1 828	3 199

Taulukko 4–2 Arvioidut hiukkaspäästöt tilanteessa, jossa OL4:n vuosituotanto korvattaisiin keskimääräisen pohjoismaisen vuoden 2006 sähköntuotantojakauman mukaisesti.

	Tuotanto 2006, GWh	Sähkön- tuotannon hyötysuhde	Ominaispäästökerroin, mg/MJpa	Osuus kokonaisu- tuotannosta 2006	Vältetyt päästöt tonnia / vuosi	
					Tuotanto 8 TWh	Tuotanto 14 TWh
Hiili	42,9	45 %	17,5	11,2 %	125,1	219,0
Öljy	3,1	45 %	15,0	0,8 %	7,8	13,6
Turve	6,3	42 %	17,5	1,6 %	19,7	34,5
Maakaasu	19,6	57 %	1,5	5,1 %	3,9	6,8
Biopoltto- aineet	19,5	42 %	17,5	5,1 %	60,9	106,7
Jäte	4,2	42 %	3,7	1,1 %	1,1	4,9
					220	385

Tällä hetkellä ja myös näköpiirissä olevassa tulevaisuudessa hiililauhdevoima on suurimman osan vuodesta se tuotantomuoto, joka on pohjoismaisella sähkömarkkina-alueella ajorjestyksessä kallein. Mikäli uusi ydinvoimayksikkö korvaisi kokonaisuudessaan hiililauhdetuotantoa, olisivat vältetyt päästöt parhaan käytettävissä olevan teknologian mukaan laitoksen koosta riippuen hiilidioksidin osalta 6–10 miljoonaa tonnia ja happamoittavien päästöjen osalta useita tuhansia tonneja (Taulukko 4–3).

Taulukko 4–3 Vältetyt päästöt (tonnia/vuosi) tilanteessa, jossa uusi ydinvoimalaitosyksikkö korvaisi kokonaisuudessaan hiilellä tuotettua lauhdesähköä.

	CO ₂	SO ₂	NO _x	Pienhiukkaset
8 TWh	5 924 127	3 288	3 288	219
14 TWh	10 367 223	5 751	5 751	383

3. VAIKUTUKSET TYÖLLISYYTEEN, ALUERAKENTEeseen JA -TALOUTEEN

Ydinvoimalaitosinvestoinnista merkittävimmän osan muodostavat maanrakentaminen, voimalaitosrakennusten rakentaminen sekä laitehankinnat.

Uuden ydinvoimalaitosyksikön rakentamisen työllistämisaikutus on merkittävä. Välitön työllistävää vaikutus Suomessa on arviolta 12 000–15 000 henkilötyövuotta. Välillinen työllistävää vaikutus Suomessa on arviolta 10 000–13 000 henkilötyövuotta.

Rakentamisen ulkomaiset työllistämisaikutukset ovat suomalaisia vaikutuksia suuremmat. Kuitenkin merkittävä osa ulkomaisesta työstä tehdään Suomessa. Ulkomaisen laitostoimittajan toiminta kohteessa synnyttää osaltaan taloudellisia vaikutuksia muun muassa työmaan palvelujen kysynnän kautta sekä ulkomaisten työntekijöiden lyhyt- ja pitkäaikaisessa majoittamisessa ja kulutustavaroiden kaupassa.

Neljäs ydinvoimalaitosyksikkö tarvitsee käyttöhenkilökuntaa noin 200 henkilöä ja ulkopuolisten palveluiden tarve kasvaa noin 100 henkilön verran. Vuosihuollossa ulkopuolisen työvoiman tarve on arviolta 700 – 1 200 henkilöä.

Uuden ydinvoimalaitosyksikön rakentaminen kasvattaa osaltaan Eurajoen kunnan kiinteistöverotuloja muutamalla miljoonalla eurolla. Kiinteistöverotulojen lisäys alkaa jo rakentamisaikana ja jatkuu koko laitoksen käyttöönsä. Palkoista kannetut kunnallisverot lisääntyvät seudulla arviolta noin 2 miljoonaa euroa vuodessa ydinvoimalaitoksen vakituisten henkilömäärän kasvaessa Olkiluodossa noin 300 henkilöllä.

4. VAIKUTUKSET POHJOISMAISILLA SÄHKÖMARKKINOILLA

Suomi, Ruotsi, Norja ja Tanska muodostavat yhtenäisen pohjoismaisen sähkömarkkina-alueen, joka on kehittynyt kuluneen kymmenen vuoden aikana maiden avattua sähkömarkkinansa avoimelle kilpailulle. Pohjoismaisen sähkömarkkina-alueen sähkön kulutus on noin 400 TWh vuodessa. Vesivoiman osuus tästä on noin puolet, ydinvoima lähes neljännes ja muu konventionaalinen lämpövoima noin neljännes.

Sähkön hinta muodostuu pohjoismaisessa sähköpörssissä kysynnän ja tarjonnan sekä pohjoismaisen sähkön marginaalituotannon mukaan.

Uuden ydinvoimayksikön lisääminen kasvattaa ydinsähkön tuotannon osuutta. Tällöin tarve kalliimpien tuotantomuotojen käyttöön vähenee.

5. HANKKEEN MERKITYS MUIDEN YDINVOIMALAITOSTEN JA YDINJÄTEHUOLLON KANNALTA

Uusi ydinvoimalaitosyksikkö sijoitetaan Olkiluodon voimalaitosalueelle, jossa on toiminnassa kaksi ydinvoimalaitosyksikköä ja kolmas rakenteilla.

Laitosalueella on OL1-, OL2- ja OL3-yksiköitä palveleva infrastruktuuri, jota uusi yksikkö tulee hyödyntämään. Esimerkiksi hallintoon, käyttöön sekä huolto- ja vartiointitoimintaan liittyvien yleiskustannusten jakautuminen neljälle yksikölle vaikuttaa alentavasti tuotetun sähkön hintaan. Uuden ydinvoimalaitosyksikön käyttö ja ylläpito tukeutuvat OL1-, OL2- ja OL3-yksiköiden vastaavien toimintojen luomaan ydinvoimalaitosalan osaamiseen ja palveluihin.

Olkiluodon voimalaitosalueella on nykyisten laitosisyksiköiden ydinjätehuoltoa palvelevat käytetyn ydinpolttoaineen välivarasto sekä matala- ja keskiaktiivisen ydinjätteen loppusijoitustilat. Käytetyn polttoaineen välivarastoa on jo laajennettu ja loppusijoitustiloja tullaan tulevana vuosina laajentamaan OL3:n tarvetta varten. Uuden yksikön ydinjätehuolto tukeutuu näihin olemassa oleviin tiloihin, joiden suunnittelussa on otettu huomioon kapasiteetin laajentamismahdollisuus.

Ydinvoimalaitoksen luvanhaltija vastaa laitoksen ydinjätehuollon toteutuksesta ja kustannuksista. TVO:n käytössä ja suunnitteilla olevat tai niitä vastaavat ydinjätehuoltojärjestelyt soveltuvat myös uuden voimalaitosyksikön ydinjätehuoltoon. Yhtiön käytössä ja suunnitteilla olevilla järjestelyillä voidaan huolehtia kaikesta sen nykyisten ja tulevien laitos- yksiköiden ydinjätteistä.

SELVITYS HAKIJAN TALOUDELLISISTA TOIMINTAEDELLYTYK- SISTÄ JA YDINLAITOSHANKKEEN LIIKETALOUDELLISESTA KANNATTAVUUDESTA

SISÄLLYSLUETTELO

0. TÄYDENNYKSIÄ VUODEN 2010 PERIAATEPÄÄTÖKSEN AJANKOHTAAN
NÄHDEN
1. HAKIJAN TALOUDELLISET TOIMINTAEDELLYTYKSET
 - 1.1. Yhtiön osakkaat ja sähkönkäyttäjät
 - 1.2. Yhtiön taloudellinen tila
 - 1.3. Varat ydinjätehuollon hoitamiseen
 - 1.4. Riskienhallinta ja vakuutukset
2. HANKKEEN LIIKETALOUDELLINEN KANNATTAVUUS
 - 2.1. Yleistä
 - 2.2. Sähkön tuotantovaihtoehtojen kustannusrakenne
 - 2.3. Tehdyt selvitykset
 - 2.4. Olkiluodon nykyisten laitossyksiköiden toteutunut sähkön tuotantomäärä
 - 2.5. Yhteenvedo
3. LIITTEET

Liite 5.1. Teollisuuden Voima Oyj, Vuosikertomus 2013

SELVITYS HAKIJAN TALOUDELLISISTA TOIMINTAEDELLYTYKSISTÄ JA YDINLAITOSHANKKEEN LIIKETALOUDELLISESTA KANNATTAVUUDESTA

0. TÄYDENNYKSIÄ VUODEN 2010 PERIAATEPÄÄTÖKSEN AJANKOHTAAN NÄHDEN

OL4-ydinvoimalaitosyksikköä koskevan, vuonna 2010 voimaan jätetyn, myönteisen periaatepäätöksen jälkeen hankkeessa on käynnistetty laitos-hankintaan tähtäävä tarjousprosessi, johon liittyvät tarjoukset saatiin tammikuussa 2013. Kilpailuprosessi on vielä kesken. Liitteessä esitettyjä tietoja ja tunnuslukuja on saatettu vastaamaan nykyhetken tilannetta.

1. HAKIJAN TALOUDELLISET TOIMINTAEDELLYTYKSET

1.1. Yhtiön osakkaat ja sähkönkäyttäjät

TVO:n toimialana on voimalaitosten rakentaminen sekä sähkön tuottaminen, välittäminen ja siirtäminen ensi sijassa yhtiön osakkaille.

Yhtiön osakkeet on jaettu sarjoihin siten, että A-sarjan osakkaille kohdistuvat OL1/OL2-voimalaitosyksiköiden oikeudet ja velvoitteet, B-sarjan osakkaille OL3-hankkeen oikeudet ja velvoitteet sekä C-sarjan osakkaille Meri-Porin hiilivoimalaitososuuden oikeudet ja velvoitteet. Eri sarjojen omistusosuudet ovat seuraavat:

Taulukko 5–1 TVO:n osakkaat ja eri osakesarjojen omistusosuudet % 31.12.2013.

	A-sarja	B-sarja	C-sarja	Yhteensä
EPV Energia Oy	6,5	6,6	6,5	6,5
Fortum Power and Heat Oy	26,6	25,0	26,6	25,8
Karhu Voima Oy	0,1	0,1	0,1	0,1
Kemira Oyj	1,9	–	1,9	1,0
Oy Mankala Ab	8,1	8,1	8,1	8,1
Pohjolan Voima Oy	56,8	60,2	56,8	58,5
	100 %	100 %	100 %	100 %

Yhtiön suurin osakas on Pohjolan Voima Oy (PVO), jonka omistajina on suomalaisia teollisuusyhtiöitä, kuntia ja kaupunkeja sekä niiden omistamia energiayhtiöitä.

EPV Energia Oy:n osakkaina on pääosin eteläpohjalaisten kuntien omistamia jakeluyhtiöitä.

Fortum Power and Heat Oy on osa Fortum-konsernia, jonka pääomistaja on Suomen valtio. Yhtiön liiketoimintaan kuuluvat sähkön ja lämmön tuotanto, myynti ja siirto. Sen asiakkaina on kaupunkien ja kuntien jakeluyhtiöitä, teollisuusyrityksiä ja muita suuria sähkön käyttäjiä. Fortum Power and Heat Oy on Loviisan ydinvoimalaitoksen omistaja ja käyttäjä.

Kemira-konserni on kemianyhtiö, jolla on kolme asiakaslähtöistä segmenttiä: Paper, Oil & Mining ja Municipal & Industrial. Kemiran suurimmat omistajat ovat Oras Invest Oy (18,2 %) ja Solidium Oy (16,7 %).

Oy Mankala Ab on Helsingin kaupungin omistama yhtiö, joka tuottaa ja hankkii sähköä ensisijassa osakkailleen.

Karhu Voima Oy on osa Loiste-konsernia.

TVO:n tuottaman sähkön käyttäjiä ovat suomalainen yhteiskunta ja sähköä käyttävä teollisuus. Osakkaina olevien energia- ja muiden yhtiöiden kautta TVO:n sähkö jakaantuu noin 60 suomalaiselle teollisuus- ja sähköyhtiölle.

TVO:n osakkaat vastaavat yhtiöjärjestyksen mukaisista muuttuvista ja kiinteistä vuosikustannuksista. Kukin yhtiön osakas vastaa yhtiön kiinteistä vuosikustannuksista, joita ovat mm. lainojen korot ja lyhennykset, omistamansa osakemäärän suhteessa riippumatta siitä, onko kyseinen osakas käyttänyt teho-osuuttaan yhtiön tuottamasta sähköstä vai ei. Lisäksi kukin osakas vastaa yhtiön muuttuvista vuosikustannuksista siinä suhteessa kuin tämä on käyttänyt yhtiön tuottamaa tai välittämää sähköä.

Yhtiö myy tuottamansa sähkön osakkailleen voittoa tavoittelematta omakustannushintaan.

TVO:n osakaskunnasta ja yhtiöjärjestyksestä seuraa, että yhtiöllä on vakaat taloudelliset toimintaedellytykset.

1.2. Yhtiön taloudellinen tila

Yhtiön taloudellista tilaa koskevat tiedot ilmenevät oheen liitetystä yhtiön vuosikertomuksen sisältämästä tilinpäätöksestä vuodelta 2013.

Yhtiön taseen loppusumma 31.12.2013 tilinpäätöksen mukaan oli 5 572 miljoonaa euroa. Omaa pääomaa ja vastaavia eriä oli 1 364 miljoonaa euroa. Velkojen määrä oli 4547 miljoonaa euroa, josta Valtion ydinjäterahastolta (VYR) otettua, edelleen yhtiön osakkaille lainattua velkaa oli 932 miljoonaa euroa ja huonomman etuoikeuden omaavia osakaslainoja 339 miljoonaa euroa. Yhtiön lainoista noin 4 % kohdistuu A-sarjalle, 95 % B-sarjalle ja 1 % C-sarjalle.

Vuotuisiin ylläpitoinvestointeihin, mukaan lukien infrastruktuuriinvestoinnit, on OL1- ja OL2-laitosyksiköiden tähänastisena käyttöaikana käytetty yli 1000 miljoonaa euroa. Vuosien 2010 ja 2012 aikana toteutettiin molempien laitosyksiköiden matalapaineturpiinien sekä generaattorien uusinnat, joiden seurauksena niiden nimellistuotantokapasiteetti kasvoi ny-

kyisestä 860 MW:sta 880 MW:iin. OL3-hankkeen investoinnista on toteutunut vuoden 2013 loppuun mennessä noin 3 600 miljoonaa euroa.

Taulukko 5–2 Teollisuuden Voima Oyj:n keskeisten tunnuslukujen kehitys, tilinpäätös suomalaisen tilinpäätösstandardin FAS:n mukaan.

TEOLLISUUDEN VOIMA OYJ (FAS, M€)

EMOYHTIÖN TILINPÄÄTÖS ON LAADITTU SUOMEN KIRJANPPITOLAKIA (FAS) NOUDATTAEN				
	2013	2012	2011	2010
Liikevaihto	363	347	347	355
Voitto/tappio ennen tilinpäätössiirtoja	1	1	8	7
Polttoainekulut	73	62	67	80
Ydinjätehuoltokulut	89	77	68	65
Pääomakulut (poistot sekä rahoitustuotot ja -kulut)	61	65	68	68
Investoinnit	303	337	314	339
Oma pääoma	858	858	858	793
Tilinpäätössiirtojen kertymä	167	166	165	157
Pitkä- ja lyhytaikaiset korolliset velat (ilman lainaa VYR:itä) ¹	3 088	2 968	2 743	2 505
Osakaslainat ²	339	229	179	179
Laina VYR:itä	932	882	843	802
Taseen loppusumma	5 572	5 283	4 944	4 611
Omavaraisuusaste, % ³	29,4	28,5	29,3	29,7
TVO:n osuus valtion ydinjätehuoltorahastosta (VYR) (M€) ⁴	1 253,3	1 198,9	1 145,1	1 086,4

1) Valtion ydinjätehuoltorahasto (VYR)

2) Huonompi etuoikeus kuin muilla lainoilla

3) Omavaraisuusaste % = $\frac{\text{oma pääoma} + \text{tilinpäätössiirtojen kertymä} + \text{osakaslainat}}{\text{taseen loppusumma} - \text{laina Valtion ydinjätehuoltorahastolta}} \times 100$

4) Lain mukainen rahoitustavoite Valtion ydinjätehuoltorahastossa ja osuus rahastosta ovat erisuuruiset kunkin vuoden lopussa sen vuoksi, että vuotuinen lainamukainen rahoitustavoite täydennetään maksamalla ydinjätehuoltomaksu vasta seuraavan tilikauden ensimmäisen neljänneksen aikana.

SÄHKÖNTOIMITUS OSAKKAILLE (GWH)	2013	2012	2011	2010
Olkiluoto 1	7 458	6 935	7 253	6 936
Olkiluoto 2	7 148	7 441	6 876	7 127
Olkiluoto yhteensä¹	14 606	14 376	14 129	14 063
Meri-Pori	725	477	815	1 622
Yhteensä	15 331	14 853	14 944	15 685

1) Sisältää tuulivoimasähköä 1,0 (1,5 vuonna 2012) GWh ja kaasuturbiinisähköä 0,3 (0,3) GWh.

1.3. Varat ydinjätehuollon hoitamiseen

TVO:n ydinjätehuollon vastuumäärä (laitosyksiköiden purkukustannukset ja tähän mennessä tuotettujen ydinjätteiden huollosta tulevaisuudessa aiheutuvien menojen arvioitu määrä) oli vuoden 2013 lopussa 1 318 miljoonaa euroa. Tästä määrästä on kerätty Valtion ydinjätehuoltorahastoon 1 253 miljoonaa euroa.

Rakenteilla oleva uusi OL3-laitosyksikkö liittyy TVO:n ydinjätehuollon varautumisjärjestelmään laitosyksikön käytön alkaessa ja tarvittavat varat kerätään aikanaan osana sähkön hintaa Valtion ydinjätehuoltorahastoon.

Uuden OL4-laitosyksikön osalta menetellään vastaavalla tavalla.

1.4. Riskienhallinta ja vakuutukset

TVO:ssa on kattava riskienhallintasuunnitelma, jota päivitetään säännöllisesti. Teollisuuden Voima -konsernissa riskienhallinta on keskeinen osa suunnittelua ja toimintaa. Riskienhallintaa toteutetaan yhtiötason politiikka-asiakirjojen ja hyvän hallintotavan mukaisesti. Riskienhallintaa valvoo yhtiön hallitus. Riskit pyritään minimoimaan ensisijaisesti sisäisin toimenpitein sekä lisäksi kattamaan vakuutuksin.

TVO vakuuttaa omaisuutensa all risk -ehtoisilla omaisuusriskivakuutuksilla jälleenhankinta-arvoisena. Olkiluoto 1 ja olkiluoto 2 laitosisyksiköillä on voimassa oleva ydinlaitoksen esinevakuutus, johon kuuluu erillinen kate dekontaminaatio kustannuksia varten.

TVO:lla on voimassaolevan ydinvastuulain mukainen ydinvastuuvakuutus. Vakuutuksesta korvataan vahingot, joista TVO on ydinlaitoksen haltijana korvausvastuussa ydinvastuulain (484/72) nojalla siihen myöhemmin tehtyine muutoksineen. Suomen ydinvastuujärjestelmä perustuu Pariisin yleis-sopimukseen ja Brysselin lisäyleis-sopimukseen, joiden ratifioinnin jälkeen ydinvastuulain muuttuessa laitoksenhaltijan on järjestettävä vakuutus tai vakuus, jonka määrä on 700 miljoonaa euroa, kanneaika henkilövahingoissa 30 vuotta ja joka kattaa ympäristövahingot.

Ydinvastuulain väliaikainen muutos tuli voimaan vuoden 2012 alusta. Väliaikaisen lakimuutoksen mukaan laitoksenhaltijan vastuu Suomessa tapahtuvista ydinvahingoista on rajoittamaton, mutta rajoitettu muualla kuin Suomessa syntyneissä ydinvahingoissa 600 miljoonaan erityisnosto-oikeuteen (SDR), joka vastaa noin 700 miljoonaa euroa. Laitoksenhaltijalla tulee olla ydinvahingosta johtuvan vastuun varalta vakuutus vähintään 600 miljoonaan SDR:ään asti.

OL3-hanketta varten yhtiöllä on rakennusaikainen täysarvovakuutus. Lisäksi yhtiöllä on OL3-hanketta varten viivästysvakuutus, kuljetusvakuutus ja vastuuvakuutus.

2. HANKKEEN LIKETALOUDELLINEN KANNATTAVUUS

2.1. Yleistä

Hankkeella lisätään ennustettavan ja tuotantokustannuksiltaan kohtuullisen ja vakaan perusvoiman tuotantoa. Sähkön pitkän aikavälin tuotantokustannuksilla on ratkaiseva vaikutus hakijan ja sen osakkaiden voimalaitosinvestointipäätöksiin.

Seuraavassa tarkastellaan hankkeen kannattavuutta pohjautuen sähkön tuotantokustannuksiin. Yhteiskunnan kokonaisedun mukaista on, että sähköä tuotetaan mahdollisimman edullisesti. Tässä tarkoituksessa vertaillaan erityisesti perusvoiman tuotantoon soveltuvilla vaihtoehtoisilla voimalaitostyyypeillä ja polttoaineilla tuotetun sähkön kustannuksia sekä tarkastellaan eräitä tuotantokustannuksiin liittyviä keskeisiä kysymyksiä. Ydinvoimalaitosinvestoinnin suhteen esitetään sen kannattavuuteen vaikuttavia keskeisiä tekijöitä.

2.2. Sähkön tuotantovaihtoehtojen kustannusrakenne

Vaihtoehtoisten peruskuormasähkön tuotantovaihtoehtojen kustannuksista on tehty useita kansainvälisiä ja kansallisia arvioita. Paikalliset olosuhteet vaikuttavat merkittävästi tuloksiin.

Eri voimalaitoksilla ja polttoaineilla tuotetun peruskuormasähkön kustannusrakenteet poikkeavat ratkaisevasti toisistaan. Tätä on jäljempänä kohdassa 2.3 olevassa kuvassa havainnollistettu jakamalla kunkin tuotantovaihtoehdon kokonaistuotantokustannukset pääoma-, käyttö- ja polttoainekustannuksiin. Lisäksi on huomioitava hiilidioksidin päästöistä aiheutuvat kustannukset.

Perusvoiman tuotantoon soveltuvat parhaiten sellaiset sähköä vakaasti ja ennustettavasti tuottavat voimalaitokset, joissa voidaan tuottaa sähköä riittävän suurissa yksiköissä.

Ydinvoima ja tuulivoima ovat pääomavaltaisimpia tuotantomuotoja, mutta ydinvoima soveltuu parhaiten perusvoiman tuotantoon tasaisen ja korkean käyttöasteen vuoksi. Tarkastelluista perusvoimavaihtoehdosta ydinvoima on selvästi eniten ja maakaasu vähiten pääomavaltaista.

Investointikustannusten osuus sähkön tuotantokustannuksista (ilman päästökaupan kustannuksia) on ydinvoimalla noin 60 %, kivihieillä noin 25 % ja maakaasulla runsaat 10 %, turpeella noin 30 % ja puulla runsaat 30 %. Investointikustannukset vaikuttavat näin ollen merkittävästi ydinvoiman taloudellisuuteen. Toisaalta suuri investointikustannusten osuus tekee ydinvoimalla tuotetusta sähköstä kustannukseltaan vakaan ja ennustettavan.

Myös polttoainekustannusten osuus sähkön kokonaistuotantokustannuksista vaihtelee huomattavasti tarkasteltujen eri tuotantomuotojen välillä.

Ydinvoimalla polttoainekustannusten osuus vertailulaskelmissa on vain noin 15 % sähkön kokonaistuotantokustannuksista, kun se muilla energialähteillä on huomattavasti suurempi, yleisesti yli puolet tuotantokustannuksista. Polttoainekustannusten pieni osuus tekee osaltaan ydinsähkön kustannuksesta vakaan ja ennustettavan.

Ydinvoiman polttoainekustannukset koostuvat raakauraanista, konversiosta väkevöintiprosessiin sopivaksi materiaaliksi, väkevöinnistä ja polttoainelementtien valmistuksesta. Varsinaisen raaka-aineen eli uraanin osuus polttoainekustannuksista on noin puolet, joten uraanin osuus ydinsähkön tuotantokustannuksista on siten luokkaa 7–8 %. Loppuosuus koostuu polttoaineen valmistukseen liittyvistä muista vaiheista, jotka ovat tavanomaista teollista tuotantoa ja joiden kustannukset ovat luotettavasti ennakoitavissa.

Ydinvoiman tuotantokustannusten riippuvuus polttoaineen hinnan ja valuuttakurssien vaihteluista on vähäinen, koska polttoaineen osuus koko tuotantokustannuksesta on pieni. Tuotantokustannusten riippuvuus kivihiilen, maakaasun, turpeen ja puun markkinahinnoista on näillä sähkön tuotantotavoilla merkittävä. Tämä lisää selvästi kyseisten vaihtoehtojen tuotantokustannusten pitkän aikavälin arvioiden epävarmuutta. Lisäksi kivihiilellä tai maakaasulla tuotetun sähkön hinta on hyvin herkkä valuuttakurssien vaihtelulle.

Fossiilisia polttoaineita käytäviin tuotantomuotoihin (hiili, kaasu ja turve) liittyy lisäksi hiilidioksidipäästöjen kustannus, jonka suuruus vaikuttaa ydinvoiman suhteelliseen kilpailukykyyn.

2.3. Tehdyt selvitykset

TVO on tehnyt selvityksiä OL4-hankkeen kannattavuudesta ja rahoituksesta. Tehdyt selvitykset osoittavat ydinsähkön tuotantokustannuksiltaan kilpailukykyiseksi.

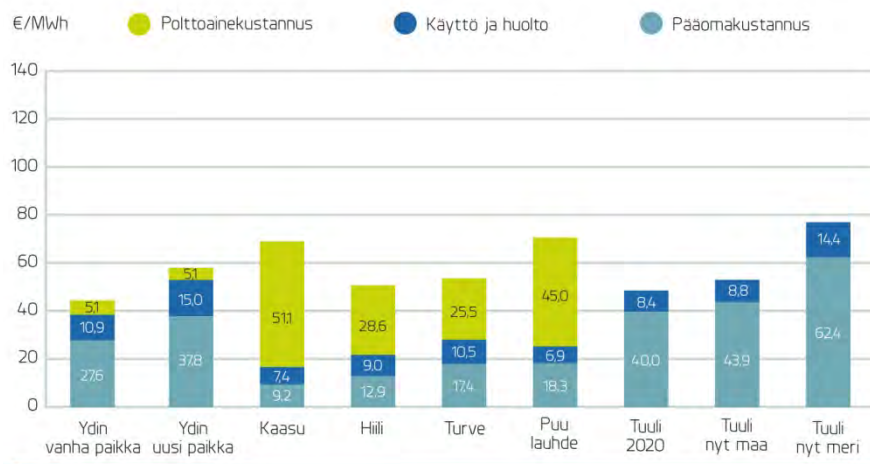
Ydinvoimalaitosten investointikustannusten osalta selvitykset perustuvat TVO:n omiin kokemuksiin ja käynnissä olevan kilpailuprosessin aikana saatuihin hintatietoihin ja toteutusaikatauluihin. Vastaavasti polttoaine- ja käyttökustannukset perustuvat Olkiluodon toteutuneisiin ja arvioituihin kustannuksiin. Keskenäisen kilpailuprosessin ollessa vuoksi OL4:n rakentamista koskevaa yksityiskohtaisempaa kustannusarviota ei voida julkistaa.

Ydinvoiman kannattavuus perustuu pitkään tuotantovaiheeseen, jonka aikana sähköntuotanto on vakaata sekä määrältään että kustannuksiltaan. Olkiluodon voimalaitoksen luotettava tuotanto sekä olemassa oleva infrastruktuuri edesauttavat OL4-hankkeen toteutumista.

Vaihtoehtoisten peruskuormasähkön tuotantomuotojen kustannuksia on vertailtu myös Lappeenrannan teknillisen yliopiston selvityksessä vuodelta 2012. Selvityksen tulokset on esitetty kuvassa 5–1.

Selvityksessä vertailtiin ydinvoiman, kivihiilen, maakaasun, turpeen, puun ja tuulivoiman kustannusrakenteita ja tuotantokustannuksia erilaisilla vuotuisilla käyttömäärillä. Kun laitoksia käytetään perusvoiman tuotantoon ja käyttöaika on 8 000 tuntia vuodessa, selvitys osoitti edullisimmaksi 1 650 MW ydinvoimalaitosyksikön.

Kuva 5–1 Perusvoimavaihtoehtojen sähkön tuotantokustannukset ilman päästökauppaa 8 000 tunnin huipunkäyttöajalla (paitsi tuulivoima, jolla huipunkäyttöaika 2 200 tuntia). Reaalikorko 5 %, hintataso maaliskuu 2012, puu ja tuuli ilman tukimaksuja. Lähde: Lappeenrannan teknillinen yliopisto 2012, Vakkilainen, Kivistö, Tarjanne.



Arviossa uusi tuotantoyksikkö on sijoitettu laitospaikalle, jossa on jo muita yksiköitä toiminnassa. Näin pääomakustannuksissa ei ole otettu huomioon infrastruktuurin kustannuksia kuten verkkoyhteydet, tieyhteydet, satama, makeavesihuolto, jäteveden käsittelyjärjestelmät, ympäristön valvonta ja valmiusjärjestelyt.

2.4. Olkiluodon nykyisten laitosyksiköiden toteutunut sähkön tuotantomäärä

Olkiluodon nykyisten laitosyksiköiden sähkön tuotantomäärä on vaihdellut viimeisen viiden vuoden aikana 14,2 TWh:n ja 14,6 TWh:n välillä. Tuotantokustannusten arvioidaan nousevan hieman lähivuosina kohonneiden polttoainekustannusten ja ydinjätteen loppusijoitukseen liittyvien kustannusarvioiden nousun vuoksi.

Laitosyksiköiden Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2 nettosähkötehot ovat vuosina 2010–2012 toteutetun modernisoinnin jälkeen 880 MW.

Rakenteilla olevan OL3 laitosyksikön vuosituotantotavoite on alku- vuosille arvioidun käyttöasteen perusteella 12–13 TWh.

Suunnitellun uuden ydinvoimalaitosyksikön sähköteho on riippuen valittavasta laitostyypistä noin 1 000–1 800 MW. Tämän ja alkuvuosille arvioidun käyttöasteen perusteella suunniteltu vuosituotantotavoite on noin 8–14 TWh. Suunniteltu toiminta-aika on 60 vuotta.

2.5. Yhteenveto

Tehtyjen selvitysten perusteella voidaan todeta, että ydinvoima on kilpailukykyistä. Lisäksi kustannuksia voidaan edelleen alentaa, kun voimalaitosyksikkö rakennetaan jo olemassa olevan laitoksen yhteyteen Olkiluotoon, jolloin valmiiksi rakennettua infrastruktuuria voidaan hyödyntää.

Ydinvoiman erityisenä etuna on tuotantokustannusten pitkäaikainen ennustettavuus. Ydinvoima ei synnytä kasvihuonepäästöjä eikä sitä kautta aiheuta lisäkustannuksia.

Ydinvoiman lisärakentaminen on koko maan energiapolitiikan kannalta strateginen investointi, joka vaikuttaa pitkällä aikavälillä vakauttavasti sähkön hintatasoon koko markkina-alueella.

3. LIITTEET

Teollisuuden Voima Oyj, Vuosikertomus 2013.

YDINLAITOSHANKKEEN YLEISPIIRTEINEN RAHOITUSSUUNNITELMA

SISÄLLYSLUETTELO

0. TÄYDENNYKSIÄ VUODEN 2010 PERIAATEPÄÄTÖKSEN AJANKOHTAAN NÄHDEN
1. INVESTOINTI
2. RAHOITUSLÄHTEET
3. RAHOITUKSEN VAIHEISTUS
4. LAINOJEN TAKAISINMAKSU
5. YHTEENVETO

YDINLAITOSHANKKEEN YLEISPIIRTEINEN RAHOITUSSUUNNITELMA

0. TÄYDENNYKSIÄ VUODEN 2010 PERIAATEPÄÄTÖKSEN AJANKOHTAAN NÄHDEN

OL4-ydinvoimalaitosyksikköä koskevan, vuonna 2010 voimaan jätetyn, myönteisen periaatepäätöksen jälkeen hankkeessa on käynnistetty laitoshankintaan tähtäävä kilpailuprosessi, jonka aikana on selvitetty mm. mahdollisia rahoituslähteitä. Hankkeen kustannukset tähän mennessä on katettu osakaslainoilla.

1. INVESTOINTI

Vuoden 2008 periaatepäätöshakemuksessa TVO esitti arvion Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön alustavaksi kustannusarvioksi. Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön rakentamista koskevan, vuonna 2010 voimaan jätetyn, myönteisen periaatepäätöksen jälkeen on käynnistetty laitoshankintaan tähtäävä tarjousprosessi, johon liittyvät tarjoukset saatiin tammikuussa 2013. Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön kustannusarvio on korkeampi kuin vuoden 2008 periaatepäätöshakemuksessa arvioitiin. Keskeneräisen kilpailuprosessin vuoksi Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön rakentamista koskevaa yksityiskohtaisempaa kustannusarviota ei voida julkistaa.

Arviot ydinvoimalaitosyksikön investointikustannuksista perustuvat TVO:n omiin kokemuksiin ja sen ydinvoimalaitostoimittajilta saamiin hintatietoihin ja toteutusaikatauluihin.

Investointikustannusten määrä tarkentuu, kun laitoshankintaan tähtäävä kilpailuprosessi on viety loppuun.

2. RAHOITUSLÄHTEET

Hankkeen perusinvestoinnin rahoitus järjestetään siten, että omistajat sitoutuvat korottamaan yhtiön osakepääomaa ja/tai lainoittamaan yhtiötä sellaisin ehdoin, jotka mahdollistavat monipuolisten lainarahoituslähteiden käytön. Suurin osa hankkeen kustannuksista rahoitetaan lainoilla rahoituslaitoksilta ja pää- omamarkkinoilta sekä hyödyntämällä esimerkiksi vientitakuulaitosten antamia takauksia ja/tai suoria lainoja. Lisäksi voidaan mahdollisesti hyödyntää laitostoimittajien järjestämää rahoitusta tai erilaisia projektirahoitusvaihtoehtoja. Tehtyjen selvitysten perusteella hankkeen velkaosuus voidaan rahoittaa kaupallisin ehdoin.

3. RAHOITUKSEN VAIHEISTUS

Rahoituksessa huomioidaan erikseen rakennusvaiheen ja käyttövaiheen erityispiirteet. Rahoituslähteet ja niiden keskinäinen suhde voi olla erilainen rakennusvaiheessa ja käyttövaiheessa.

4. LAINOJEN TAKAISINMAKSU

Yhtiön pitkän aikavälin tavoitteena on säilyttää noin 25 %:n omavaraisuusaste. Tehtyjen rahoitusvelvoitteiden mukaan velkarahoitusta on saatavilla hankkeeseen kohtuullisin ehdoin, kun OL3-ydinvoimalaitosyksikkö on säännöllisessä sähkön tuotannossa. Hankkeen merkittävään lainarahoitusosuuteen antaa mahdollisuuden nykyisten voimalaitosyksiköiden erinomainen käyttöhistoria ja käyttövarmuus, ydin- sähkön tuotantokustannusten ennakoitavuus sekä se, että yhtiön omistajat sitoutuvat käyttämään tuotetun sähkön koko laitoksen eliniän. TVO:n yhtiöjärjestyksen mukaan yhtiön osakkaat vastaavat yhtiöjärjestyksen mukaisista vuosikustannuksista mukaan lukien lainojen korot ja lyhennykset.

Hankkeen rahoittamiseksi tarvittava ulkopuolinen rahoitus on suunniteltu maksettavaksi takaisin noin 30 vuodessa. Laitosyksikön suunniteltu käyttöikä on noin 60 vuotta.

5. YHTEENVETO

Ottaen huomioon edellä esitetyt suunnitelmat oman ja vieraan pääoman osalta, hankkeen rahoitus on järjestettävissä osapuolia tyydyttävällä tavalla.

PÄÄPIIRTEINEN KUVAUS SUUNNITELLUN YDINLAITOKSEN TEKNISISTÄ TOIMINTAPERIAATTEISTA

SISÄLLYSLUETTELO

0. TÄYDENNYKSIÄ VUODEN 2010 PERIAATEPÄÄTÖKSEN AJANKOHTAAN NÄHDEN
1. VOIMALAITOSPROSESSI
 - 1.1. Kiehutusvesireaktorilaitos
 - 1.2. Painevesireaktorilaitos
2. TEKNISET TIEDOT
3. SELVITETYT LAITOSVAIHTOEHDOT
 - 3.1. ABWR
 - 3.1.1. Perustiedot
 - 3.1.2. Turvallisuustoiminnot
 - 3.2. ESBWR
 - 3.2.1. Perustiedot
 - 3.2.2. Turvallisuustoiminnot
 - 3.3. APR 1400
 - 3.3.1. Perustiedot
 - 3.3.2. Turvallisuustoiminnot
 - 3.4. APWR
 - 3.4.1. Perustiedot
 - 3.4.2. Turvallisuustoiminnot
 - 3.5. EPR
 - 3.5.1. Perustiedot
 - 3.5.2. Turvallisuustoiminnot

PÄÄPIIRTEINEN KUVAAUS SUUNNITELLUN YDINLAITOKSEN TEKNISISTÄ TOIMINTAPERIAATTEISTA

0. TÄYDENNYKSIÄ VUODEN 2010 PERIAATEPÄÄTÖKSEN AJANKOHTAAN NÄHDEN

Ydinvoimalaitos tulee rakentaa Suomeen siten, että sen käyttö on turvallista eikä aiheuta vahinkoa ihmisille, ympäristölle tai omaisuudelle. Periaatepäättövaiheessa varmistetaan, että ydinvoimalaitoshanke on yhteiskunnan kokonaisedun mukainen. Tulevissa luvitusvaiheissa, rakentamislupa- ja käyttöluvavaiheissa, laitoksen turvallisuutta arvioidaan yksityiskohtaisesti.

Säteilyturvakeskus on arvioinut hakemuksessa esitettyjen laitosvaihtoehtojen turvallisuutta ja todennut alustavassa turvallisuusarviossaan vuonna 2009, että kaikkien suunnittelutavoitteet ja -periaatteet vastaavat pääosin suomalaisia turvallisuusvaatimuksia. Eräät tekniset ratkaisut edellyttivät tuolloin viranomaisen käsityksen mukaan vielä lisäanalyysia ja kokeellista kelpoistusta sekä lisäsuunnittelua myöhempiä luvitusvaiheita varten. Mikään Säteilyturvakeskuksen arvioimista teknisistä ratkaisuista ei kuitenkaan ollut sellainen, ettei laitosvaihtoehtoja voitaisi rakentaa suomalaiset vaatimukset täyttäväksi.

TVO on toteuttanut vuoden 2010 periaatepäätöksen jälkeen lisää soveltuvuus selvityksiä, joiden yhteydessä laitosvaihtoehtojen turvallisuusominaisuuksia ja rakenteita on edelleen kehitetty. Soveltuvuus selvitysten tuloksia on käsitelty myös Säteilyturvakeskuksen kanssa.

Tässä luvussa esitetään paine- ja kiehutusvesireaktoreiden yleiset toimintaperiaatteet ja TVO:n monin tavoin uusinta käytettävissä olevaa tekniikkaa edustavien laitosvaihtoehtojen turvallisuusominaisuudet. Laitosvaihtoehtojen kuvauksia on ajantasaistettu. Kaikki laitosvaihtoehdot on TVO:n käsityksen mukaan mahdollista toteuttaa Suomessa turvallisesti myös uusimpien valtioneuvoston asetusten ja YVL-ohjeiden mukaisesti.

1. VOIMALAITOSPROSESSI

Suunniteltu uusi ydinvoimalaitosyksikkö on toimintaperiaatteeltaan kevytvesireaktorilaitos. Siinä uraanipolttoaineessa syntyvän lämmön avulla tuotetaan korkeapaineista höyryä. Höyry johdetaan turpiinille, joka pyörittää sähkögeneraattoria. Tältä perusperiaatteeltaan ydinvoimalaitos on höyryvoimalaitos samoin kuin esimerkiksi hiilivoimalaitos.

Reaktorissa polttoaine on pieninä, läpimitaltaan noin yhden senttimetrin suuruisina tabletteina, jotka on suljettu noin neljä metriä pitkiin kaasutiivisiin polttoainesauvoihin. Polttoainesauvat on koottu polttoainepiikiksi, joita reaktorissa on satoja kappaleita. Tyypillinen uraanipolttoaineen määrä reaktorissa on sadan tonnin luokkaa.

Luonnon uraani sisältää pääasiassa kahta isotooppia: 99,3 % isotooppia U-238 ja 0,7 % isotooppia U-235. Kevytvesireaktoriin polttoaineen valmistusta varten uraani väkevöidään niin, että polttoaineessa on runsaat 3 % isotooppia U-235 ja loput isotooppia U-238.

Käytön aikana polttoaineen U-235 tuottaa energiaa ja muuttuu halkeamistuotteiksi. Pieni osa isotooppia U-238 muuttuu plutoniumiksi, joka myös tuottaa energiaa. Käytetyssä polttoaineessa on väkevöintiasteesta riippuen lähes 96 % U-238:a ja noin 3 % halkeamistuotteita sekä yhteensä runsas 1 % halkeamiskelpoista uraania ja plutoniumia.

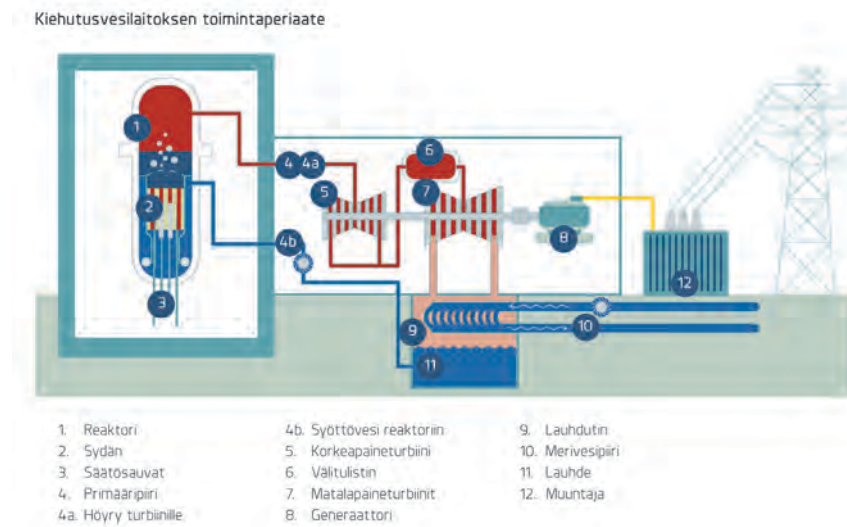
Kevytvesireaktorilaitokset voivat tyypiltään olla joko kiehutusvesireaktorilaitoksia tai painevesireaktorilaitoksia. Olkiluodon nykyiset toiminnassa olevat ydinvoimalaitosyksiköt Olkiluoto 1 ja 2 ovat kiehutusvesireaktorilaitoksia ja rakenteilla oleva yksikkö Olkiluoto 3 painevesireaktorilaitos. Loviisan laitos on painevesireaktorilaitos.

1.1. Kiehutusvesireaktorilaitos

Kiehutusvesireaktorin (BWR, Boiling Water Reactor) paineastiassa pääkiertopumput tai luonnonkierto kierrättää vettä reaktorisydämen polttoainepiikkejä läpi, jolloin vesi kuumenee tyypillisesti noin 290°C lämpötilaan ja kiehuu muodostaen höyryä noin 70–75 bar paineessa.

Kylläinen höyry johdetaan paineastiassa olevien höyrynerottimien ja höyrynkuivaimen kautta korkeapaineturpiinille, välitulistimeen ja matalapaineturpiineille. Turpiinit on kytketty akselin välityksellä generaattoriin, joka tuottaa sähköä.

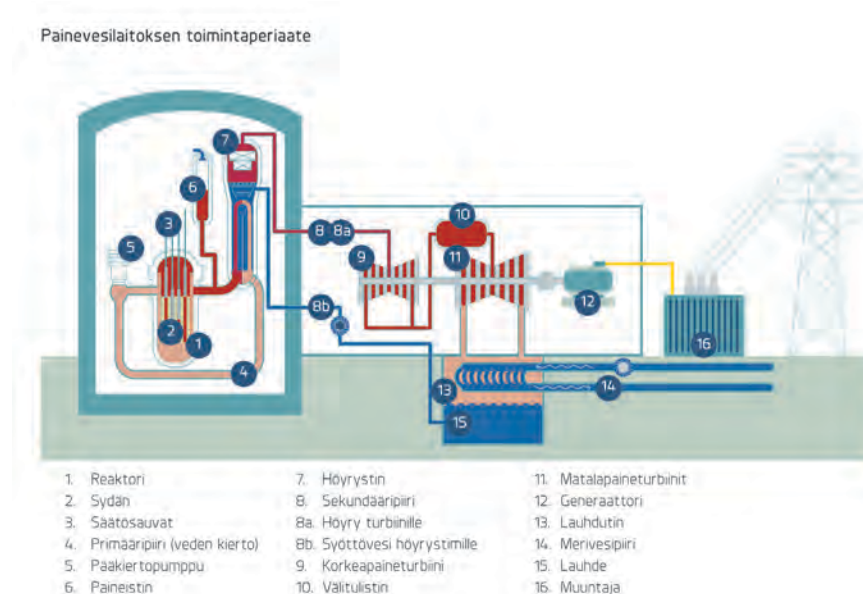
Matalapaineturpiineilta tuleva höyry johdetaan lauhduttimeen, jossa se merivesijähdytyksen avulla lauhdutetaan vedeksi. Lauhduttimessa on alipaine, joten vuodon sattuessa merivesi vuotaa prosessiin eikä päinvastoin. Lauhduttimesta vesi pumpataan esilämmittimien kautta takaisin reaktoriin.

Kuva 7-1 Kiehausvesireaktorilaitoksen periaatteellinen toimintakaavio.

1.2. Painevesireaktorilaitos

Painevesireaktorissakin (PWR, Pressurised Water Reactor) polttoaine kuumentaa vettä, mutta reaktoripiirissä pidetään niin korkea paine, että vesi ei kiehu. Paine reaktorissa on tyypillisesti noin 150 bar ja lämpötila noin 320 °C.

Paineistettu vesi kehittää höyryä erillisissä primääripiiriin kuuluvissa lämmönvaihtimissa, niin sanotuissa höyrystimissä, joista vesi pumpataan takaisin reaktoriin. Höyry kiertää sekundääripiirissä pyörittäen turbiineja ja generaattoria.

Kuva 7-2 Painevesireaktorilaitoksen periaatteellinen toimintakaavio.

2. TEKNISET TIEDOT

Oheisessa taulukossa 7–1 on esitetty suunnitellun voimalaitosyksikön teknisiä tietoja.

Taulukko 7–1 Laitosyksikön alustavia teknisiä tietoja.

Suure	Lukuarvo ja yksikkö
Sähköteho	noin 1 000–1 800 MW _e
Terminen teho	2 800–4 600 MW
Kokonaishyötysuhde	noin 35–40 %
Polttoaine	Uraanidioksidi UO ₂
Uraanipolttaineen kulutus	noin 20–40 t/v
Polttoaineen keskimääräinen väkevöintiaste	noin 2–5 % U–235
Uraanin määrä reaktorissa	noin 100–150 t
Vuotuinen sähköntuotanto	noin 8–14 TWh
Jäähdytysveden tarve	noin 40–60 m ³ /s

Uuden laitosyksikön suunniteltu tekninen toiminta-aika on 60 vuotta.

3. SELVITETYT LAITOSVAIHTOEHDOT

TVO on yhdessä ydinvoimalaitostoimittajien kanssa selvittänyt laitosvaihtoehtojen soveltuvuutta Suomeen. Selvitykset ovat osoittaneet, että tarjolla on useita laitosvaihtoehtoja, jotka voidaan toteuttaa täyttämään myös uusimmat Suomen kansainvälisesti tiukat turvallisuusvaatimukset.

Myös muut kuin tähän mennessä soveltuvuusselvitysten kohteina olleet kevytvesireaktoriyypit saattavat tulla kysymykseen toteutettavaa laitosvaihtoehtoa valittaessa.

Soveltuvuusselvitysten kohteina olleet laitosvaihtoehdot on esitetty reaktoriyypeittäin aakkosjärjestyksessä oheisessa taulukossa 7–2.

Taulukko 7–2 Selvitetyt laitosvaihtoehdot.

Reaktoriyppi	Nimi	Valmistaja	Alkuperämaa	Sähköteho MW
BWR	ABWR	Toshiba-Westinghouse	Japani, Ruotsi	noin 1 650
	ESBWR	GE Hitachi	Yhdysvallat	noin 1 650
PWR	APR 1400	Korea Hydro & Nuclear Power	Etelä-Korea	noin 1 450
	APWR	Mitsubishi Heavy Industries	Japani	noin 1 650
	EPR	AREVA	Ranska, Saksa	noin 1 650

TVO:n soveltuvuusselvityksissä olleet laitosvaihtoehdot ovat rakenteeltaan edistyksellisiä verrattuna nykyisin käytössä oleviin. Eräs merkittävä uusi piirre laitosvaihtoehtoissa on, että niiden suunnittelussa on alun perin otettu huomioon niin kutsuttujen vakavien onnettomuuksien hallinta. Näissä äärimmäisen epätodennäköisissä onnettomuustilanteissa oletetaan reaktori-

risydämen vaurioituvan pahasti (sulavan). Kaikkien laitosvaihtoehtojen suunnittelussa varaudutaan myös suuren matkustajalentokoneen törmäykseen, äärimmäisiin luonnonilmiöihin ja sisäisen sähkönjakelun laajaan viikaantumiseen. Käytettyjä turvallisuusperiaatteita kuvataan tarkemmin luvussa 8 "Selvitys noudatettavista turvallisuusperiaatteista".

Laitosvaihtoehtojen joukossa on nykyisiin laitoksiin pohjautuvia, niin kutsuttuja evoluutiolaitostyyppisiä sekä uusia passiivisia laitostyyppisiä, joiden turvallisuusominaisuudet perustuvat aiempaa suuremmassa määrin luonnonlakeihin. Tämä tarkoittaa esimerkiksi painovoimaan perustuvaa toimintaa ja eriasteista riippumattomuutta ulkoisesta käyttövoimasta.

Turvallisuuden lisäksi laitosvaihtoehtojen suunnittelussa on kiinnitetty erityistä huomiota niiden rakennettavuuteen ja taloudellisuuteen. Häiriöttömän käytön varmistamiseksi kaikissa laitosvaihtoehdoissa on yhteistä pyrkimys käyttää koeteltuun tekniikkaan pohjautuvia laitteita järjestelmissä, jotka ovat oleellisia sähkön tuotannon ja turvallisuuden kannalta.

Seuraavassa on lyhyesti kuvattu kukin laitosvaihtoehto aakkosjärjestyksessä. Kustakin laitosvaihtoehdosta annetaan seuraavat perustiedot:

- reaktorityyppi, kiehumus- tai painevesireaktori
- valmistaja ja alkuperämaa
- suunnittelun lähestymistapa, joko evoluutiotyypinen tai passiivinen
- reaktorin likimääräinen lämpöteho
- laitoksen likimääräinen nettosähköteho ja
- höyrystinpiirien lukumäärä painevesireaktoreille.

Lisäksi kullekin vaihtoehdolle kuvataan lyhyesti seuraavien turvallisuustoimintojen periaatteellinen toteutuspa:

- reaktorin sammutus
- jälkilämmön poisto reaktorista
- reaktorisydämen hätäjähdytys
- jälkilämmön poisto suojarakennuksesta ja
- vakavien onnettomuuksien hallinta.

Säteilyturvakeskukseen on erikseen toimitettu hakemukseen liittyvää aineistoa.

3.1. ABWR

3.1.1. Perustiedot

Japanilaisen Toshibaan kiehumusvesireaktorilaitos ABWR edustaa evoluutiolinjaa, joskin siihen sisältyy myös eräitä passiivisia turvallisuusjärjestelmiä. Yhdysvalloissa ABWR:lle myönnettiin maan ydinturvallisuusviranomaisen NRC:n tyyppihyväksyntä vuonna 1997, ja viime vuosina on ollut vireillä South Texas Project 3&4 (STP) -hankkeen yhdistetty rakentamislupaprosessi. Japanissa on kolme ABWR-laitosyksikköä. Näistä viimeisin Hamaoka-5 on Suomeen suunniteltavan laitosyksikön lähtökohta, jota on edelleen kehitetty laitosyksiköiden STP 3&4 -suunnitelmien perusteella

ja TVO:n soveltuvuusselvityksessä suomalaisten turvallisuusvaatimusten täyttämiseksi.

Laitosvaihtoehdon reaktorin lämpöteho on noin 4 300 MW. Laitoksen nettosähköteho on noin 1 650 MW.

3.1.2. Turvallisuustoiminnot

Reaktorin sammutus

Reaktorin sammuttamiseen on käytettävissä yksi passiivinen järjestelmä, joka perustuu säätösauvojen hydrauliseen työntämiseen reaktoriin. Lisäksi on käytettävissä yksi aktiivinen järjestelmä, joka työntää säätösauvat sydämeen sähkömoottorien avulla ja toinen aktiivinen järjestelmä, joka perustuu booriliuoksen pumppaamiseen reaktoriin. Kukin näistä järjestelmistä pystyy yksin sammuttamaan reaktorin turvallisesti kaikkien odotettavissa olevien käyttöhäiriöiden yhteydessä yksittäisvika huomioon ottaen.

Jälkilämmön poisto reaktorista normaalissa käyttöpaineessa

Jälkilämmön poistoon reaktorista on käytettävissä eristyslauhdutin. Se koostuu neljästä lämmönvaihtimesta ja mahdollistaa jälkilämmön poiston ilman, että reaktorista joudutaan poistamaan jäähdytettä. Lisäksi on käytettävissä aktiivinen, korkeapaineinen lisävesijärjestelmä, jossa on kolme rinnakkaista riippumatonta osajärjestelmää - kukin kapasiteetiltaan 100 %.

Reaktorisydämen hätäjähdytys

Sydämen hätäjähdytykseen on käytettävissä aktiivinen matalapaineinen hätäjähdytysjärjestelmä. Siinä on kolme rinnakkaista, riippumatonta osajärjestelmää, kukin kapasiteetiltaan 100 %. Matalapaineisen hätäjähdytysjärjestelmän toiminta edellyttää joissakin tilanteissa lisäksi reaktorin paineen alennusta, jonka toteuttamiseksi kahdeksan reaktorin kaikkiaan kahdeksastatoista puhallus- ja varoventtiilistä osallistuu tarvittaessa automaattiseen paineenalennustoimintoon.

ABWR:n Suomeen suunniteltavan laitousyksikönturvallisuusominaisuuksia on edelleen parannettu erilliseen rakennukseen sijoitetun matalapaineisen lisävesijärjestelmän avulla, josta voidaan syöttää vettä reaktorisydämen lisäksi polttoainealtaisiin sekä eristyslauhduttimien että suojarakennuksen passiivisen jäähdytysjärjestelmän altaisiin.

Jälkilämmön poisto suojarakennuksesta

Jälkilämmön poistoon suojarakennuksesta on käytettävissä aktiivinen järjestelmä, jossa on kolme rinnakkaista, riippumatonta osajärjestelmää - kukin kapasiteetiltaan 100 %.

Mikäli suojarakennukseen purkautuu höyryä, esimerkiksi reaktoripiirin vuototilanteissa, voidaan suojarakennuksen paineen ja lämpötilan nousua rajoittaa myös passiivisella suojarakennuksen jäähdytysjärjestelmällä. Tämä koostuu neljästä lämmönvaihtimesta, jotka ovat yhteydessä suojaraken-

nuksen ylempään kuivatilaan. Suojarakennuksessa oleva höyry kulkeutuu lämmönvaihtimiin, joissa se lauhdutetaan ja näin vapautuva lämpö siirtyy suojarakennuksen ulkopuolella olevaan vesialtaaseen. Höyrystä muodostuva lauhde johdetaan takaisin suojarakennukseen.

Vakavien onnettomuuksien hallinta

Vakavien reaktorionnettomuuksien hallinta perustuu reaktorista purkautuvan sydänsulan jäähdyttämiseen suojarakennuksen pohjalla. Tätä varten suojarakennukseen on suunniteltu niin kutsuttu sydänsieppari, joka varmistaa sydänsulan jäähdytettävyyden ja estää samalla sydänsulaa pääsemästä suoraan kontaktiin suojarakennuksen painetta kantavien osien kanssa. Jäähdytyksen varmistamiseksi reaktoripaineastian alapuolinen tila tulvitetaan automaattisesti lauhdutusaltaan vettä juoksuttamalla. Tämä tulvitus käynnistyy automaattisesti paineastian puhkisulamista indikoivasta signaalista. Reaktorin paineen pitämiseksi alhaisena vakavan onnettomuuden yhteydessä on olemassa erillinen paineenalennusjärjestelmä. Sen venttiilit suunnitellaan sellaisiksi, että ne pysyvät luotettavasti auki myös vakavaa reaktorionnettomuutta vastaavissa olosuhteissa.

Suojarakennus on tilavuutensa ja painekestoisuutensa suhteen suunniteltu siten, että sydämen zirkoniuminventaarin täydellisessä oksidoitumisessa syntyvä vetymäärä voidaan pidättää suojarakennuksessa. Pitkällä aikavälillä voidaan suojarakennuksen painetta alentaa päästämällä lauhtumattomia kaasuja ympäristöön suodatetun paineenalennusjärjestelmän kautta. Tämä voidaan tehdä hallitusti sopivana ajankohtana, koska suojarakennuksen painetta voidaan hallita edellä mainitulla passiivisella suojarakennuksen jäähdytysjärjestelmällä.

3.2. ESBWR

3.2.1. Perustiedot

ESBWR on amerikkalaisen General Electric Hitachin passiivinen kiehu- tusvesireaktorilaitos. Tämä passiivisuus ei rajoitu pelkästään turvallisuus- toimintoihin, vaan myös jäähdytteen kierto ja polttoaineessa vapautuvan lämmön siirto pois reaktorista tapahtuvat luonnonkiertoon perustuen.

Yhtään laitosyksikköä ei toistaiseksi ole käynnissä eikä rakenteilla, mutta ESBWR-yksikköä koskeva yhdistetty rakentamis- ja käyttölupahakemus on USA:ssa parhaillaan ydinturvallisuusviranomaisen käsittelyssä. GE on myös saanut tyyppihyväksynnän laitosvaihtoehdolle USA:n ydinturvalli- suusviranomaiselta.

ESBWR:n reaktorin terminen teho on noin 4 500 MW ja nettosähköteho noin 1 650 MW.

3.2.2. Turvallisuustoiminnot

Reaktorin sammutus

Reaktorin sammuttamista varten on olemassa kiehutusvesireaktori-laitoksille tyypillinen passiivinen järjestelmä, joka perustuu säätösauvojen työntämiseen alhaalta päin sydämeen paineistetun typen ja veden avulla. Hydraulisen pikasulun toimintaa varmennetaan normaaliin tapaan säätösauvojen aktiivisella, sähkömekaanisella sisäänajolla.

Mikäli säätösauvoja ei jostain syystä saataisi lainkaan liikkumaan, on reaktorin nopea sammutus mahdollista myös passiivisella boorijärjestelmällä, joka koostuu kahdesta piiristä. Kummassakin piirissä on booriliuosta sisältävä säiliö, jonka sisältö voidaan työntää reaktoriin paineistetun typpikaasun avulla. Kumpikin osajärjestelmä pystyy yksinään saattamaan reaktorin kuumaan sammutustilaan.

Kukin edellä mainituista kolmesta järjestelmästä pystyy yksinään sammuttamaan reaktorin turvallisesti kaikissa odotettavissa olevissa pikasulun tarvetilanteissa.

Jälkilämmön poisto reaktorista normaalissa käyttöpaineessa

Jälkilämmön poisto reaktorista normaalissa käyttöpaineessa tapahtuu ensisijaisesti eristyslauhduttimien avulla. Eristyslauhduttimet muodostuvat neljästä rinnakkaisesta, riippumattomasta lämmönvaihdinpiiristä, joista järjestelmän suunnitteluperusteiden mukaisesti vähintään kolmen edellytetään toimivan. Kukin erillinen piiri on lisäksi erikseen yksittäisvikasietoinen aktiivisten toimintojen (venttiilien avautuminen) suhteen.

Järjestelmän kapasiteetti yhdessä reaktorin ominaisuuksien (suuri vesimäärä, suuri höyrytilavuus) kanssa riittää rajoittamaan reaktorin paineen nousun höyrylinjojen eristysventtiilien sulkeutuessa niin, ettei yhdenkään puhallus- tai varoventtiilin avautuminen ole tarpeen.

Jälkilämmön poisto reaktorista korkeassa paineessa on myös mahdollista sammutetun reaktorin jäähdytysjärjestelmän kautta. Tätä järjestelmää käytetään myös reaktorin jäähdyttämiseen kylmään sammutustilaan. Järjestelmässä on kaksi rinnakkaista haaraa, josta toisen toiminta riittää poistamaan reaktorin kehittämän jälkilämmön normaalissa käyttöpaineessa.

Reaktorisydämen hätäjähdytys

Turvallisuusjärjestelmäksi luokitellun matalapaineisen hätäjähdytysjärjestelmän toiminta perustuu veden painovoimaiseen juoksutukseen suojarakennuksessa olevista altaista reaktoriin. Järjestelmä koostuu neljästä rinnakkaisesta piiristä, joista kukin vielä jakautuu kahteen haaraan. Järjestelmän suunnitteluperusteena on tilanne, jossa yhdessä osajärjestelmässä on toiminnan estävä putkikatkos ja toisen osajärjestelmän toisessa haarassa vielä toiminnan estävä venttiilivika. Järjestelmän käynnistys tapahtuu avaamalla putkilinjassa oleva murtotappityyppinen sulkuventtiili.

Matalapaineisen hätäjähdytysjärjestelmän toiminnan mahdollistamiseksi vaaditaan nopeaa reaktorin paineen alentamista. Tähän toimintoon osallistuu automaattisesti kaikkiaan 10 reaktorin 18 normaalista puhallus- ja varoventtiilistä. Näiden venttiilien kautta puhallettu höyry ohjataan lauhdutusaltaaseen. Lisäksi on olemassa kahdeksan paineenalennusventtiiliä, joilla ei ole automaattisen paineenalennustoiminnon ohella mitään muita tehtäviä. Näiden venttiilien puhallus suuntautuu suojarakennuksen ylempään kuivatilaan.

Alhaisessa reaktorin paineessa hätäjähdytykseen on käytettävissä myös kahdesta rinnakkaisesta piiristä koostuva, 2 x 100 % kapasiteetin omaava järjestelmä. Tämän järjestelmän käynnistys vaatii kuitenkin ohjaajien manuaalisia toimenpiteitä. Järjestelmä saa vetensä suojarakennuksessa olevasta lauhdutusaltaasta.

Mikäli kyseessä on vain pieni reaktoripiirin vuoto, tarvittava lisävesi voidaan saada myös säätösauvatoimilaitteiden huuhteluvesijärjestelmästä. Tämä järjestelmä kykenee pumppaamaan vettä reaktoriin täydessä käyttöpaineessa, mutta sen kapasiteetti riittää vain verrattain pienten vuotojen kompensoimiseen. Järjestelmä saa vetensä syöttöveden varastosäiliöstä.

Jälkilämmön poisto suojarakennuksesta

Jälkilämmön poisto suojarakennuksesta voi tapahtua täysin passiivisesti tilanteissa, joissa reaktorin kehittämä jälkilämpö on siirrettävissä höyrynä suojarakennuksen kaasutilaan. Tämä höyry voidaan lauhduttaa kuudessa lämmönvaihtimessa, joiden käyttöönotto tapahtuu täysin passiivisesti, ilman minkään aktiivisen laitteen toimintaa. Lämmönvaihtimista lämpö siirtyy suojarakennuksen ulkopuolisiin vesialtaisiin ja sieltä lopulta höyrynä ympäristöön. Altaiden vesimäärä riittää jälkilämmön poistoon kolmen vuorokauden ajaksi ilman täydennystä.

Lämmön poisto lauhdutusaltaasta on mahdollista myös aktiivisella, kaksi osajärjestelmää käsittävällä järjestelmällä, jonka tehtäviin kuuluu myös polttoainealtaiden jäähdytys. Järjestelmää voidaan myös käyttää sydämen hätäjähdytykseen alhaisissa reaktorin paineissa, siten kuin edellä hätäjähdytystä koskevassa kohdassa on kuvattu. Suojarakennuksen jäähdytys alle 100 °C lämpötilaan vaatii aktiivisen järjestelmän toimintaa.

Vakavien onnettomuuksien hallinta

Vakavien onnettomuuksien hallinta perustuu sydänsulan jäähdytykseen suojarakennuksessa. Tätä varten reaktorin alapuolinen tila on varustettu sydänsiepparilla. Sydänsiepparin tulvitus tapahtuu automaattisesti paineastian puhkisulamista indikoivasta signaalista. Tulvitukseen käytettävä vesi saadaan samoista säiliöistä, joita käytetään matalapaineiseen sydämen hätäjähdytykseen. Myös tulvitukseen käytettävät putkistot ovat osin yhteisiä passiivisen, matalapaineisen hätäjähdytysjärjestelmän kanssa.

Edellä kuvattu passiivinen suojarakennuksen jäähdytysjärjestelmä pystyy toimimaan myös vakavien onnettomuuksien olosuhteissa ja estämään jälki-

tehosta johtuvan suojarakennuksen paineen nousun yli rakennuksen kesto-
rajan.

Reaktorin paineenalainen puhkisulaminen voidaan estää edellä hätäjähdy-
tystä kuvaavassa kohdassa mainituilla kahdeksalla murtotappiyyppisellä
paineenalennusventtiilillä. Tällaiset venttiilit pysyvät sen jälkeen auki kai-
kissa olosuhteissa.

3.3. APR 1400

3.3.1. Perustiedot

APR 1400 on korealaisten KHNP, KEPCO E&C ja DOOSAN -yhtiöiden
yhdessä suunnittelema evoluutiotyypin painevesireaktorilaitos. Se pohjau-
tuu amerikkalaisen Combustion Engineeringin kehittämään System 80+ -
konseptiin. Ensimmäiset neljä tämän tyypin laitosta ovat rakenteilla Etelä-
Koreassa, ja niiden suunniteltu käyttöönotto tapahtuu vuosina 2015–2016.

APR 1400:ssa on kaksi höyrystiniiriä. Kummassakin höyrystiniirissä on
kaksi rinnakkaista kylmää haaraa ja kaksi pääkiertopumppua.

Reaktorin terminen teho on noin 4 000 MW ja laitoksen nettosähköteho
noin 1 450 MW.

3.3.2. Turvallisuustoiminnot

Reaktorin sammutus

Reaktorin sammutusta varten on olemassa painevesireaktorille normaali,
säätösauvojen sydämeen pudottamiseen perustuva järjestelmä. Tämän li-
säksi suunnitteluun on lisätty Suomen määräysten täyttämiseksi säätösau-
voista riippumaton kahdennettu aktiivinen hätäboorausjärjestelmä.

Reaktorin sammutus voidaan varmistaa myös pumppaamalla reaktoriin
booripitoista vettä korkeapaineisen hätäjähdytysjärjestelmän avulla. Li-
säksi alkuperäisen suunnittelun mukaan reaktoriveden booripitoisuutta voi-
daan nostaa käyttämällä hyväksi normaalia primääripiirin kemian ja vesiti-
lavuuden säätöjärjestelmää.

Jälkilämmön poisto reaktorista normaalissa käyttöpaineessa

Jälkilämmön poistamiseksi höyrystimistä on käytettävissä 4 x 100 % kapa-
siteetin omaava hätäsyöttövesijärjestelmä. Kahdessa osajärjestelmässä on
sähkökäyttöinen pumppu ja kahdessa höyryturpiinikäyttöinen pumppu.

Reaktorisydämen hätäjähdytys

Reaktorin hätäjähdytystä varten on olemassa neljä rinnakkaista haaraa,
joihin kuhunkin kuuluu korkeapaineinen hätäjähdytysjärjestelmä ja pai-
neakku. Paineakkujen vesi purkautuu reaktoriin täysin passiivisesti paineen
laskettua kylliksi esimerkiksi primääripiirin vuodon johdosta. Paineakut on
varustettu virtauksenrajoittimilla, joiden ansiosta akkujen sisältämä vesi

saadaan purkautumaan hallitusti ja näin riittämään pidemmäksi aikaa. Tämä on mahdollistanut erillisen matalapaineisen hätäjähdytysjärjestelmän jättämisen pois laitoskonseptista, ja korkeapaineinen hätäjähdytysjärjestelmä pystyy toimimaan myös alhaisissa reaktorin paineissa.

Edistyksellinen piirre hätäjähdytysjärjestelmässä on, että kaikki hätäjähdytysvesi viedään suoraan reaktorin paineastiaan neljän erillisen yhteen kautta. Tämä tehostaa hätäjähdytyksen toimintaa erityisesti kylmien haarojen vuoto-onnettomuuksien yhteydessä.

Primääripiirin paineenalennusta varten on käytettävissä neljä rinnakkaista puhalluslinjaa, joiden puhaltama höyry johdetaan suojarakennuksessa olevaan hätäjähdytysveden varastoaltaaseen, jonne se lauhtuu.

Edellä kuvattujen rinnakkaisten hätäjähdytysjärjestelmän haarojen yhteinen kapasiteetti on primääripiirin suurten putkien katkosten tapauksessakin riittävä turvaamaan sydämen jäähdytyksen, vaikka yhdessä osajärjestelmässä olisi toiminnan estävä yksittäisvika ja toinen samanaikaisesti käyttökunnottomana huolto- tai korjaustyön takia.

Alhaisissa paineissa ja lämpötiloissa on käytettävissä kahdesta rinnakkaisesta piiristä muodostuva aktiivinen jälkilämmönpoistojärjestelmä, joissa molemmissa kaksi pumppua. Sen avulla lämpö voidaan siirtää primääripiirin jäähdytteestä lopulliseen lämpönieluun. Alhaisissa reaktorin paineissa järjestelmä voidaan myös ohjaajan toimenpitein yhdistää suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmään, jolloin on mahdollisuus pumpata hätäjähdytysveden varastoaltaasta vettä reaktoriin ja näin varmistaa reaktorin hätäjähdytystoimintaa.

Jälkilämmön poisto suojarakennuksesta

Jälkilämmön poistamiseksi kahdesta suojakuoresta muodostuvasta suojarakennuksesta on käytettävissä suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmä. Järjestelmässä on kaksi erillistä piiriä, joissa on kummassakin kaksi rinnakkaista pumppua. Järjestelmä voidaan myös haluttaessa kytkeä jäähdyttämään suoraan primääripiiriä, ja vastaavasti jälkilämmönpoistojärjestelmän pumput voidaan tarvittaessa kytkeä ruiskuttamaan suojarakennusta.

Vakavien onnettomuuksien hallinta

Vakavat reaktorionnettomuudet on otettu huomioon suojarakennuksen suunnittelussa. Reaktoripaineastian alapuolinen tila on suunniteltu sellaiseksi, että paineastiasta purkautuvan sydänsulan leviäminen jäähdytettäväksi kerrokseksi voitaisiin mahdollisimman hyvin varmistaa. Tämän sydänsiepparin tulvitus vedellä käynnistyy reaktoripaineastian puhkisulamisesta.

Paineastian alapuolisen tilan tulvitus tehdään tarvittaessa juokuttamalla sinne hätäjähdytysveden varastoaltaan vettä. Juoksutusta varten on olemassa kaksi rinnakkaista linjaa.

Reaktorin paineen alentamiseksi ja alhaisena pitämiseksi vakavien onnettomuuksien yhteydessä on käytettävissä erillinen vakavien onnettomuuksien primääripiirin paineenalennusjärjestelmä.

Jälkilämmön poistamiseksi suojarakennuksesta vakavan reaktorionnettomuuden jälkitilanteessa on olemassa edellä mainittu suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmä.

Suojarakennus on mitoitettu siten, että sydämen zirkoniuminventaarin täydellisessä oksidoitumisessa vapautuva vetymäärä voidaan pidättää suojarakennuksessa. Vetypitoisuuden ja lauhtumattomien kaasujen paineen hallinta perustuu hallittuun vedyn poistoon katalyyttisiä rekombinaattoreita hyväksi käyttäen.

3.4. APWR

3.4.1. Perustiedot

APWR on japanilaisen yhtiön Mitsubishi Heavy Industries (MHI) suunnittelema evoluutiotyypin painevesireaktorilaitos. Se pohjautuu MHI:n aiemmin toimittamiin nelipiirisiin painevesilaitoksiin. APWR-laitostyyppiä ei vielä ole toiminnassa tai rakenteilla, mutta Japanissa on käynnissä kahden laitossyksikön lisensiointiprosessi.

APWR:ssä on neljä höyrystiniiriä. Reaktorin terminen teho on noin 4 450 MW ja laitoksen nettosähköteho noin 1 650 MW.

3.4.2. Turvallisuustoiminnot

Reaktorin sammutus

Reaktorin sammutusta varten on olemassa painevesireaktorille normaali, säätösauvojen sydämeen pudottamiseen perustuva järjestelmä. Säätösauvoista riippumaton keino reaktorin sammuttamiseksi on reaktoriveden booripitoisuuden nostaminen käyttämällä hyväksi normaalia primääripiirin kemian ja vesitilavuuden säätöjärjestelmää. Tämän lisäksi suunnitteluun on lisätty Suomeen suunniteltavaa laitossyksikköä varten säätösauvoista riippumaton kahdennettu aktiivinen hätäboorausjärjestelmä.

Lisäksi on mahdollista alentaa nopeasti primääripiirin painetta erillisellä paineenalennusjärjestelmällä, jolloin hätäjähdytysjärjestelmä alkaa automaattisesti pumpata reaktoriin voimakkaasti boorattua hätäjähdytysvettä, joka sammuttaa reaktorin.

Jälkilämmön poisto reaktorista normaalissa käyttöpainessa

Jälkilämmön poistamiseen primääripiiristä höyrystimien kautta on käytettävissä aktiivinen hätäsyöttövesijärjestelmä, jossa on neljä rinnakkaista, riippumatonta 50 % kapasiteetin omaavaa osajärjestelmää. Kaksi näistä on varustettu sähkökäyttöisillä pumpuilla ja kaksi höyryturpiinikäyttöisillä pumpuilla.

Reaktorisydämen hätäjähdytys

Reaktorin hätäjähdytystä varten on olemassa neljä rinnakkaista haaraa, joihin kuhunkin kuuluu korkeapaineinen hätäjähdytysjärjestelmä ja paineakku. Yksittäisvikakriteerin täyttävien paineakkujen vesi purkautuu reaktoriin täysin passiivisesti paineen laskettua niiden purkautumisrajalle esimerkiksi primääripiirin vuodon johdosta. Paineakut on varustettu virtauksenrajoittimilla, joiden ansiosta akkujen sisältämä vesi saadaan purkautumaan hallitusti ja näin riittämään pidemmäksi aikaa. Tämä on mahdollistanut erillisen matalapaineisen hätäjähdytysjärjestelmän jättämisen pois laitoskonseptista. Korkeapaineinen hätäjähdytysjärjestelmä pystyy toimimaan myös alhaisissa reaktorin paineissa.

Edistyksellinen piirre hätäjähdytysjärjestelmässä on, että korkeapaineinen hätäjähdytysjärjestelmä pumppaa vetensä suoraan reaktorin paineastiaan neljän yhteen kautta. Paineakkujen sisältämä vesi purkautuu pää-kiertopiirien kylmiin haaroihin.

Primääripiirin paineenalennusta varten on käytettävissä kaksi rinnakkaista turvallisuusjärjestelmiksi luokitettua uloslaskulinjaa, joiden kunkin kapasiteetti hätäjähdytyksen onnistumisen kannalta on 100 %.

Edellä kuvattujen rinnakkaisten hätäjähdytysjärjestelmän haarojen yhteinen kapasiteetti on primääripiirin suurten putkien katkokosten tapauksessakin riittävä turvaamaan sydämen jäähdytyksen, vaikka yhdessä osajärjestelmässä olisi toiminnan estävä yksittäisvika ja toinen samanaikaisesti käyttökunnottomana huolto- tai korjaustyön takia.

Alhaisissa paineissa ja lämpötiloissa on käytettävissä aktiivinen jälkilämmönpoistojärjestelmä, yhdistetty jälkilämmönpoisto- ja suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmä. Sen avulla lämpö voidaan siirtää primääripiirin jäähdytteestä lopulliseen lämpönieluun. Tässä järjestelmässä on neljä 50 % kapasiteetin omaavaa rinnakkaista ja riippumatonta osajärjestelmää. Tällä järjestelmällä voidaan tilanteen mukaan jäähdyttää joko primääripiiriä tai suojarakennuksessa sijaitsevaa hätäjähdytysvesiallasta. Alhaisissa reaktorin paineissa järjestelmä voidaan myös ohjaajan toimenpitein yhdistää pumppaamaan vettä hätäjähdytysvesialtaasta reaktoriin, mikä varmistaa reaktorin hätäjähdytystoimintaa.

Jälkilämmön poisto suojarakennuksesta

Jälkilämmön poistoon suojarakennuksesta on käytettävissä edellä mainittu yhdistetty jälkilämmönpoisto- ja suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmä. Järjestelmässä on neljä 50 % kapasiteetin omaavaa, rinnakkaista ja riippumatonta osajärjestelmää. Tällä järjestelmällä voidaan jäähdyttää suojarakennuksessa sijaitsevaa hätäjähdytysvesiallasta kierrättämällä altaan vettä lämmönvaihtimien läpi. Suojarakennuksen ilmakehää voidaan myös jäähdyttää ruiskuttamalla siihen vettä hienojakoisten ruiskutus-suuttimien kautta. Takaisin valuva ruiskutusvesi siirtää lämmön ilma-kehästä hätäjähdytysveden varastoaltaaseen.

Vakavien onnettomuuksien hallinta

Vakavat reaktorionnettomuudet on otettu huomioon suojarakennuksen suunnittelussa. Reaktoripaineastian alapuoliseen tilaan on suunniteltu erityinen sydänsieppari, joka paineastian sulaessa puhki on veden tulvittama. Suunnitteluun kuuluu lisäksi erityinen sydänsulan leviämislaitte, jotta paineastiasta purkautuvan sula leviäisi sydänsieppariin jäädytettävissä olevina osina. Suojarakennuksen tiiveyttä varmistava teräsverhouslevy on reaktoripaineastian alapuolisessa tilassa päällystetty suojaavalla betonikerroksella paineastian alapuolella, jotta paineastiasta purkautuva sydänsula ei pääsisi vaurioittamaan teräsverhousla.

Reaktorin paineen alentamiseksi ja alhaisena pitämiseksi vakavien onnettomuuksien yhteydessä on olemassa aivan erillinen primääripiirin paineenalennuslinja.

Jälkilämmön poistamiseksi suojarakennuksesta vakavan reaktorionnettomuuden jälkitilanteessa on olemassa edellä mainitusta suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmästä erillinen järjestelmä. Se lauhduttaa höyryä suojarakennuksen ilmakehästä erityisissä jäädytyskierukoissa kiertävän välipiirin veden avulla. Välipiiristä lämpö poistetaan toisten jäädytyskierukoiden kautta ilmakehään. Tämä jälkilämmönpoistoon suunniteltu järjestelmä on toimintaperiaatteeltaan aktiivinen, mutta aktiiviset komponentit sijaitsevat välipiirissä suojarakennuksen ulkopuolella. Suojarakennuksen sisällä lämmönpoisto perustuu luonnonkierron hyväksikäyttöön.

Suojarakennus on mitoitettu siten, että sydämen zirkoniuminventaarin täydellisessä oksidoitumisessa vapautuva vetymäärä voidaan pidättää suojarakennuksessa. Vetypitoisuuden ja lauhumattomien kaasujen paineen hallinta perustuu passiivisiin rekombinaattoreihin.

3.5. EPR

3.5.1. Perustiedot

Alun perin ranskalaisen Framatomen ja saksalaisen Siemens KWU:n yhdessä suunnittelema EPR on evoluutiotyyppin laitos. Se pohjautuu kummasakin maassa viimeksi käyttöönotettuihin painevesilaitoksiin. Nämä ovat tyyppi N4 Ranskassa ja tyyppi Konvoi Saksassa. Framatomen ja Siemensin ydinvoimaliiketoiminnot ovat osa AREVA-konsernia. EPR-laitostyyppi on rakenteilla Olkiluotoon, Ranskaan ja Kiinaan.

EPR:ssä on neljä höyrystiniiriä. Reaktorin lämpöteho on noin 4 590 MW ja laitossyklikön nettosähköteho noin 1 650 MW.

3.5.2. Turvallisuustoiminnot

Reaktorin sammutus

Reaktorin sammutusta varten on olemassa painevesireaktorille normaali, säätösauvojen sydämeen pudottamiseen perustuva järjestelmä. Toinen, säätösauvoista riippumaton nopea sammutusjärjestelmä on aktiivinen hätäboo-

rausjärjestelmä, jossa on kaksi rinnakkaista ja riippumatonta 100 % kapasiteetin omaavaa osajärjestelmää. Myös tämä järjestelmä pystyy sammuttamaan reaktorin turvallisesti kaikissa odotettavissa olevissa käyttöhäiriöissä.

Jälkilämmön poisto reaktorista normaalissa käyttöpainessa

Jälkilämmön poistamiseen primääripiiristä höyrystimien kautta on käytettävissä aktiivinen hätäsyöttövesijärjestelmä, jossa on neljä rinnakkaista riippumatonta 50 % kapasiteetin omaavaa osajärjestelmää.

Reaktorisydämen hätäjähdytys

Reaktorin hätäjähdytystä varten on olemassa neljä rinnakkaista haaraa, joihin kuhunkin kuuluu niin kutsuttu välipainealueen hätäjähdytysjärjestelmä (toiminta-alue alle 80 bar), paineakku ja matalapaineinen hätäjähdytysjärjestelmä. Primääripiirin paineenalennusta varten on käytettävissä kolme rinnakkaista puhalluslinjaa, joiden kunkin kapasiteetti hätäjähdytyksen onnistumisen kannalta on 100 %.

Edellä kuvattujen rinnakkaisten hätäjähdytysjärjestelmän haarojen yhteinen kapasiteetti on primääripiirin suurten putkien katkokosten tapauksessakin riittävä turvaamaan sydämen jäähdytyksen, vaikka yhdessä osajärjestelmässä olisi toiminnan estävä yksittäisvika ja toinen samanaikaisesti käyttökunnottomana huolto- tai korjaustyön takia.

Alhaisissa paineissa ja lämpötiloissa on käytettävissä aktiivinen jälkilämmönpoistojärjestelmä, jolla lämpö voidaan siirtää primääripiiriin jäähdytteestä lopulliseen lämpönieluun. Tässä järjestelmässä on neljä 50 % kapasiteetin omaavaa rinnakkaista ja riippumatonta osajärjestelmää.

Jälkilämmön poisto suojarakennuksesta

Jälkilämmön poistoon suojarakennuksesta on käytettävissä aktiivinen järjestelmä, jossa on neljä rinnakkaista, riippumatonta 50 % kapasiteetin omaavaa osajärjestelmää.

Vakavien onnettomuuksien hallinta

Vakavat reaktorionnettomuudet on otettu huomioon suojarakennuksen suunnittelussa. Reaktoripaineastian alapuolinen tila on suunniteltu sellaiseksi, että paineastiasta purkautuvan sydänsulan leviäminen jäähdytettäväksi kerrokseksi voitaisiin mahdollisimman hyvin varmistaa. Tämän sydänsulan leviämisalueen tulvitus vedellä käynnistyy passiivisesti. Reaktorin paineen alentamiseksi ja alhaisena pitämiseksi vakavien onnettomuuksien yhteydessä on olemassa aivan erillinen primääripiirin paineenalennuslinja, joka on aktiivisten komponenttien (venttiilit) osalta kahdennettu.

Jälkilämmön poistamiseksi suojarakennuksesta vakavan reaktorionnettomuuden jälkitilanteessa on olemassa riippumaton, aktiivinen järjestelmä, jossa on kaksi 100 % kapasiteetin omaavaa riippumatonta osajärjestelmää.

Järjestelmän avulla on mahdollista jäähdyttää myös reaktoripaineastian alapuolisia rakenteita ja siten edesauttaa sydänsulan jäähdytystä.

Suojarakennus on mitoitettu siten, että sydämen zirkoniuminventaarin täydellisessä oksidoitumisessa vapautuva vetymäärä voidaan pidättää suojarakennuksessa. Vetypitoisuuden ja lauhtumattomien kaasujen paineen hallinta perustuu passiiviseen, katalyyttiseen vedyn ja hapen rekombinointiin.

SELVITYS NOUDATETTAVISTA TURVALLISUUSPERIAATTEISTA

SISÄLLYSLUETTELO

0. TÄYDENNYKSIÄ VUODEN 2010 PERIAATEPÄÄTÖKSEN AJANKOHTAAN NÄHDEN
1. YLEISET PERIAATTEET
2. VALTIONEUVOSTON ASETUKSET
3. YVL-OHJEET
4. TURVALLISUUSPERIAATTEIDEN TÄYTTÄMINEN
 - 4.1. Yleiset periaatteet
 - 4.1.1. Yleistavoite
 - 4.1.2. Turvallisuuskulttuuri
 - 4.1.3. Johtaminen ja laadunhallinta
 - 4.1.4. Turvallisuusmääräysten täyttämisen osoittaminen
 - 4.2. Ydinturvallisuutta koskevat suunnitteluvaatimukset
 - 4.2.1. Suojaamisen tasot
 - 4.2.2. Radioaktiivisten aineiden leviämisen rakenteelliset esteet
 - 4.2.3. Polttoaineen eheyden varmistaminen
 - 4.2.4. Primääripiirin eheyden varmistaminen
 - 4.2.5. Suojarakennuksen eheyden varmistaminen
 - 4.2.6. Turvallisuustoimintojen varmistaminen
 - 4.2.7. Inhimillisten virheiden välttäminen
 - 4.2.8. Suojautuminen ulkoisilta tapahtumilta ja tulipaloilta
 - 4.2.9. Turvallisuusluokitus
 - 4.2.10. Ydinvoimalaitosyksikön valvonta ja ohjaus

SELVITYS NOUDATETTAVISTA TURVALLISUUSPERIAATTEISTA

0. TÄYDENNYKSIÄ VUODEN 2010 PERIAATEPÄÄTÖKSEN AJANKOHTAAN NÄHDEN

Lainsäädännössä ja viranomaismääräyksissä on tapahtunut muutoksia Olkiluoto 4 -hankkeelle vuonna 2010 myönnetyn periaatepäätöksen jälkeen. Voimaan ovat tulleet muun muassa uudet valtioneuvoston asetukset ydinvoimalaitoksen turvallisuudesta ja valmiusjärjestelyistä sekä Säteilyturvakeskukseen joulukuussa 2013 julkaisemat uudet YVL-ohjeet. Uudet säädökset ottavat muun muassa huomioon kokemukset Fukushima tapahtumista. Esitettyjä turvallisuusperiaatteita on ajantasaisesti vastaamaan uudistettuja säädöksiä.

Tässä luvussa käsitellään periaatteita, joiden avulla varmistetaan, että laitostyösköön normaalitoiminnassa sekä mahdollisissa käyttöhäiriöissä ja onnettomuustilanteissa yksilölle aiheutuvan säteilyannoksen tai radioaktiivisten aineiden päästöille asetettuja raja-arvoja ei ylitetä. Rakennettavaksi valittavan laitostyyppin turvallisuusominaisuudet arvioidaan yksityiskohtaisesti ydinenergiain 18 § mukaisessa rakentamislupavaiheessa.

1. YLEISET PERIAATTEET

Ydinvoimalaitoksen suunnittelun, rakentamisen ja käytön lähtökohtana on ydinenergiain mukaisesti, että laitoksen on oltava turvallinen eikä siitä saa aiheutua vahinkoa ihmisille, ympäristölle tai omaisuudelle. Ydinvoimalaitoksen turvallisuus pidetään niin korkealla tasolla kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista. Tämä toteutetaan ennaltaehkäisevinä toimenpiteinä laitoksen suunnittelussa ja rakentamisessa, laitosta suojaavina toimintoina häiriö- ja vaurio-tilanteissa sekä seurauksia rajoittavina toimintoina onnettomuustilanteissa.

Suomessa lähtökohta on täyttää tai ylittää kansainväliset kansainvälisen ydinenergiajärjestön IAEA:n ydinturvallisuuden periaatteet ja ohjeet. Uuden ydinvoimalaitostyösköön on täytettävä Suomessa voimassa olevat turvallisuus-, turvajärjestely-, valmiusjärjestely- ja jätehuoltovaatimukset, joiden yleisperiaatteet sisältyvät valtioneuvoston asetuksiin. Yksityiskohtaiset turvallisuusvaatimukset on esitetty Säteilyturvakeskukseen julkaisemissa YVL-ohjeissa. Tässä liitteessä esitetään erityisesti, miten noudatettavia turvallisuusperiaatteita on tarkoitus soveltaa Olkiluoto 4 -hankkeessa.

2. VALTIONEUVOSTON ASETUKSET

Ydinvoimalaitoksen suunnittelu, rakentaminen ja käyttö toteutetaan ydinvoimalaitoksen turvallisuudesta annetun valtioneuvoston asetuksen (VNA 717/2013) mukaisesti. Tässä valtioneuvoston asetuksessa määriteltyjen turvallisuusperiaatteiden sisältöä ja noudattamista käsitellään tarkemmin kohdassa 4.

Ydinvoimalaitokseen kohdistuvan lainvastaisen toiminnan estämiseksi tehtävät järjestelyt toteutetaan ydinenergian käytön turvajärjestelyistä annetun valtioneuvoston asetuksen (VNA 734/2008) mukaisesti. Tämä tapahtuu sekä suunnitteluratkaisuiden avulla että laajentamalla nykyisten laitosten turvajärjestelyt kattamaan uusi laitosesikö. Turvajärjestelyjä tullaan käsittelemään yksityiskohtaisemmin rakentamis- ja käyttö lupaa haettaessa.

Toimenpiteet ydinvahinkojen rajoittamiseksi ydinvoimalaitoksessa sekä sen alueella toteutetaan ydinvoimalaitoksen valmiusjärjestelyistä annetun valtioneuvoston asetuksen (VNA 716/2013) mukaisesti. Tämä tapahtuu laajentamalla nykyisten laitosesiköiden valmiusjärjestelyt kattamaan uusi laitosesikö. Valmiusjärjestelyjä tullaan käsittelemään yksityiskohtaisemmin rakentamis- ja käyttö lupaa haettaessa.

3. YVL-OHJEET

Säteilyturvakeskuksen julkaisemat YVL-ohjeet muodostavat kattavan säännöstökokoelman, joka määrittää yksityiskohtaisesti ydinvoimalaitoksilta Suomessa edellytettävän turvallisuustason. Säteilyturvakeskus on julkaissut joulukuussa 2013 uudet YVL-ohjeet.

Se, että ydinvoimalaitos täyttää YVL-ohjeissa asetetut vaatimukset, osoitetaan turvallisuusanalyysillä, joissa tutkitaan laitoksen käyttäytymistä häiriö- ja onnettomuustilanteissa. Turvallisuusanalyysit esitetään viranomaisille laitoksen alustavan turvallisuusselosteen yhteydessä laitoksen rakentamislupaa haettaessa. Lopullisessa turvallisuusselosteessa ne esitetään laitoksen rakentamiseen liittyvien yksityiskohtaisten ratkaisujen vaikutuksilla täydennettyinä. Lopullinen turvallisuusseloste esitetään viranomaisille käyttö lupaa haettaessa.

4. TURVALLISUUSPERIAATTEIDEN TÄYTTÄMINEN

4.1. Yleiset periaatteet

4.1.1. Yleistavoite

Yleisenä tavoitteena on ydinvoimalaitoksen turvallisuuden varmistaminen siten, että voimalaitoksen käytöstä ei aiheudu työntekijöiden tai ympäristön väestön terveyttä vaarantavia säteilyhaittoja eikä muuta vahinkoa ympäristölle tai omaisuudelle.

Tämä liite käsittelee turvallisuuden varmistamista ydinvoimalaitoshankkeessa ja sen suunnittelussa. Käytön aikaista työntekijöiden säteilyaltistusta käsitellään tarkemmin rakentamis- ja käyttö lupia haettaessa. Ympäristövaiikutuksia käsitellään liitteessä 12.

4.1.2. Turvallisuuskulttuuri

Ydinvoimalaitosta suunniteltaessa, rakennettaessa ja käytettäessä ylläpidetään hyvää turvallisuuskulttuuria. Organisaation johdon on osoitettava päätöksillään ja toiminnallaan sitoutumisensa turvallisuutta edistäviin toimintatapoihin ja ratkaisuihin. Henkilöstöä on motivoitava vastuuntuntoiseen työskentelyyn ja työyhteisössä on edistettävä avointa ilmapiiriä, joka kannustaa turvallisuutta vaarantavien tekijöiden tunnistamiseen, raportointiin ja poistamiseen. Henkilöstöllä on oltava mahdollisuus osallistua turvallisuuden jatkuvaan kehittämiseen.

Hyvän turvallisuuskulttuurin ylläpitämiseen ja kehittämiseen vaikuttavat kaikkien ydinvoimalaitoshankkeeseen osallistuvien osapuolten, niin eri tason toimittajien, voimayhtiön kuin valvovan viranomaisenkin, asenteet ja toimintatavat hankkeen kaikissa vaiheissa. Hyvä turvallisuuskulttuuri edellyttää turvallisuuteen vaikuttavien tekijöiden tunnistamista ja turvallisuuden asettamista etusijalle kaikissa tilanteissa, joissa joudutaan tekemään ratkaisuja turvallisuuden ja muiden tekijöiden, kuten esimerkiksi taloudellisten, aikataulullisten ja tuotannollisten tekijöiden välillä.

TVO käyttää hyvän turvallisuuskulttuurin arviointiperustana Kansainvälisen atomienergiajärjestön (IAEA) määrittelemiä tunnuspiirteitä. TVO:ssa on käytössä menettelyt turvallisuuskulttuurin tilan säännölliseen selvittämiseen ja kehittämiseen muun muassa laajojen turvallisuuskulttuurin itsearviointien avulla. TVO seuraa organisaation ilmapiiriä säännöllisesti tehtävillä ilmapiirikartoituksilla ja tekee myös muita selvityksiä organisaation kehittämisen tueksi.

TVO:ssa on käytössä poikkeamien ja läheltä piti -tapausten raportointijärjestelmä. Turvallisuuden tai toiminnan kehittämisen kannalta merkittävimmistä tapauksista laaditaan tapahtumaraportti, erikoisraportti tai perussyyselvitys. Työturvallisuuden tilan seuraamisessa TVO:ssa käytetään erilaisia tunnuslukuja, esimerkiksi Olkiluoto 3 -työmaalla on käytössä työturvallisuuden tasoa ilmaiseva TR-indeksi. Kaikilta TVO:ssa työskenteleviltä sekä alihankijoilta edellytetään voimassaolevaa työturvallisuuskorttia ja säännöllisin väliajoin uusittavaa tulokoulutusta. Lisäksi turvallisuuteen ja turvallisuuskulttuuriin liittyvää koulutusta järjestetään säännöllisesti ja siihen osallistumista seurataan.

4.1.3. Johtaminen ja laadunhallinta

Ydinenergialain 7 j § edellyttää, että ydinlaitoksen johtamisjärjestelmässä on erityisesti otettava huomioon johdon ja henkilöstön turvallisuuteen liittyvien käsitysten ja asenteiden vaikutus turvallisuuden ylläpitämiseen ja kehittämiseen sekä järjestelmälliset toimintatavat ja niiden säännöllinen arviointi ja kehittäminen. Kaikilta ydinvoimalaitoshankkeeseen osallistuvilta osapuolilta edellytetään selkeät, ylimmän johdon määrittelemät ja vahvistamat tavoitteet ja periaatteet, joiden mukaisesti toimien kaikki turvallisuuteen vaikuttavat tekijät saavat osakseen niiden turvallisuusmerkityksen mukaisen huomion. Eri osapuolilta edellytetään toimintaa ohjaavaa johtamisjärjestelmää, joka omalta osaltaan tukee ja edesauttaa hyvään tur-

vallisuuskuultuuriin kuuluvien tunnuspiirteiden toteutumista käytännön toiminnassa.

Ydinvoimalaitoshankkeen suunnittelu-, rakentamis- ja käyttövaihetta varten laaditaan TVO:n linjaorganisaatioon sopivasti tukeutuva johtamisjärjestelmä, jonka osa-alueina ovat mm. laadunhallinta ja -varmistus. Rakentamisvaihetta koskeva TVO:n johtamisjärjestelmään tukeutuva suunnitelma, joka kattaa myös suunnitteluvaiheen, esitetään viranomaisille laitoksen rakentamislupaa haattaessa. Samoin käyttövaihetta koskeva johtamisjärjestelmä esitetään laitoksen käyttö lupaa haattaessa. Johtamisjärjestelmät ja mainitut suunnitelmat laaditaan YVL-ohjeen A.3 vaatimusten mukaisesti.

Ydinvoimalaitoshankkeen suunnittelu- ja rakentamisvaiheen kattavan johtamisjärjestelmän lisäksi laitoksen päätoimittaja ja polttoaineen toimittaja laativat erilliset, oman toimintansa kattavat laadunhallintajärjestelmät. Näiden lisäksi kaikilta sellaisilta organisaatioilta, jotka osallistuvat laitoksen turvallisuuteen vaikuttavien kohteiden suunnitteluun, valmistukseen, asennukseen ja käyttöönottoon, edellytetään omaa ydinvoimalaitoshankkeeseen liittyvää toimintaansa koskevat johtamisjärjestelmät.

Käyttövaiheessa uutta laitoksikköä koskevat johtamis-, laadunhallinta ja -varmistusmenettelyt järjestetään noudattaen samoja periaatteita kuin nykyisten ydinvoimalaitosyksiköiden käytössä noudatetaan. Uusi laitossikkö liitetään osaksi TVO:n toimintajärjestelmää, joka kattaa kaikki laitospaikalla sijaitsevat ydinlaitokset ja toiminnot.

Johtamisjärjestelmiä laadittaessa otetaan huomioon YVL-ohjeissa esitetyt vaatimukset. Asetettavat vaatimukset luokitellaan turvallisuusmerkityksen mukaisesti niin, että ydin- ja säteilyturvallisuuden kannalta tärkeimmille tuotteille tai toiminnoille asetetaan tiukimmat vaatimukset. Lisäksi otetaan huomioon yleisesti käytössä olevissa johtamisjärjestelmiä ja laadunhallintaa koskevat vaatimukset.

4.1.4. Turvallisuusmääräysten täyttämisen osoittaminen

Ydinvoimalaitoksen turvallisuuden ja sen turvallisuusjärjestelmien teknisten ratkaisujen perustelemiseksi tehdään onnettomuusanalyysjä sekä todennäköisyyspohjaisia turvallisuusanalyysjä.

Analyysien avulla osoitetaan laitoksen kyky selviytyä riittävän turvallisesti erilaisista häiriö- ja onnettomuustilanteista. Analyysissä käsitellään tapahtumia, jotka kattavat luonteeltaan ja vakavuudeltaan mahdollisimman hyvin erityyppiset häiriö- ja onnettomuustilanteet. Häiriöiden ja onnettomuuksien kulku arvioidaan alkaen tilanteen käynnistävästä alkutapahtumasta ja päätyen hallittuun ja sitä kautta turvalliseen tilaan.

Rakentamislupaa haattaessa viranomaisille toimitettavaan alustavaan turvallisuusselosteeseen sisältyvät analyysit, joissa käsitellään odotettavissa olevia käyttöhäiriöitä, turvallisuusjärjestelmien suunnitteluperusteina käytettäviä oletettuja onnettomuustilanteita ja niin sanottuja vakavia reaktioonnettomuuksia. Eri tapahtumaluokille on määritelty erilaiset hyväksy-

miskriteerit mm. polttoaineen suojakuoren, painetta kantavan primääripörrin ja reaktorin suojarakennuksen kuormitusten suhteen sekä myös tapahtuman ympäristövaikutusten suhteen. Näitä vaatimuksia on kuvattu tämän liitteen kohdissa 4.2.1–4.2.5, ja turvallisuusanalyysillä osoitetaan niiden täyttyminen.

Analyysien suorittamiseen käytetään laskentaohjelmia, joiden soveltuvuus kulloinkin kyseeseen tulevien ilmiöiden kuvaamiseen on osoitettu esimerkiksi vertaamalla laskettuja tuloksia malli- tai laitoskokeista saatuun mittatietoon.

Laitosyksikön ja sen turvallisuusjärjestelmien suunnittelun tukena käytetään myös todennäköisyyspohjaisia turvallisuusanalyyskejä. Niissä otetaan huomioon kattavasti omien ja muiden laitosten käyttökokemukset. Todennäköisyysmallit lähtevät liikkeelle laajasta joukosta tunnistettuja häiriötapahtumia (niin kutsutut alkutapahtumat), ja niissä tarkastellaan laitosyksikön turvallisuusjärjestelmien toimintaa kyseessä olevien häiriöiden esiintyessä. Todennäköisyysmalleissa otetaan huomioon alkutapahtumien taajuus, järjestelmien ja laitteiden yksittäisvikaantumiset, samasta syystä johtuva yhteisvikaantuminen ja laitoshenkilökunnan toiminta mukaan lukien mahdolliset inhimilliset virheet. Todennäköisyyspohjaisella turvallisuusanalyysillä lasketaan kaikkien tunnistettujen alkutapahtumien yhteinen riskivaikutus, asetetaan ydinturvallisuuteen vaikuttavat tekijät tärkeysjärjestykseen ja varmennetaan laitosyksikön tasapainoinen suunnittelu turvallisuuden kannalta. Rakentamislupaa haettaessa toimitetaan myös alustava todennäköisyyspohjainen turvallisuusanalyysi viranomaisen tarkastettavaksi ja hyväksyttäväksi.

4.2. Ydinturvallisuutta koskevat suunnitteluvaatimukset

4.2.1. Suojaamisen tasot

Häiriöiden ennalta ehkäisy

Ydinvoimalaitosyksikön turvallisuuden varmistamiseksi sen suunnittelussa noudatetaan niin kutsuttua syvyyspuolustuksen periaatetta. Periaatteen mukaan häiriön eteneminen pyritään pysäyttämään useilla syvyys suunnassa toisiaan seuraavilla puolustustasoilla.

Sekä turvallisuuden että laitosyksikön käytettävyyden kannalta edullisinta on, jos jo käyttöhäiriön syntyminen voidaan estää. Korkeiden laatuvaatimusten soveltaminen laitosyksikön suunnittelussa, rakentamisessa ja käyttötoiminnassa on siten oleellisen tärkeitä käyttöhäiriöiden ja onnettomuuksien ennalta ehkäisemiseksi.

Syvyyspuolustusperiaate vaatii myös, että laitosyksikkö suunnitellaan ja rakennetaan fyysikaalisten ja teknisten ominaisuuksiensa osalta häiriöitten kehittymistä vastustavaksi. Eräs reaktorin tärkeimmistä suunnitteluperusteista on, että sen täytyy pyrkiä luontaisesti vastustamaan kaikkia muutoksia reaktorin tehossa. Tähän on päästy suunnittelemalla reaktori siten, että höyryn tilavuuden kasvu jäädytteessä tai jäädytteen lämpötilan nousu li-

säävät neutronien vuotoa ulos sydäimestä, mikä alentaa reaktiivisuutta ja pyrkii hillitsemään tehon kasvua. Myös itse uraanipolttoaineen lämpötilan nousu alentaa reaktiivisuutta. Oikein suunniteltu ja mitoitettu reaktori on luontaisesti stabiili pienten tehohäiriöiden suhteen.

Pelkkä luontainen stabiilisuus ei riitä laitossyksikön käytön kannalta tyydyttävän häiriökestoisuuden saavuttamiseen. Tästä syystä laitosvaihtoehdot on varustettu säätöjärjestelmillä, joista tärkeimpiä ovat reaktorin (kiehutusvesireaktori) tai höyrytimen (painevesireaktori) vedenpinnan, reaktorin paineen ja reaktorin tehon säätöjärjestelmät. Säätöjärjestelmien tehtävä on eliminoida pienet häiriöt laitoksen käyttöolosuhteissa, niin että niiden vaikutus laitossyksikön toimintaan ja tuotantoon jää mahdollisimman vähäiseksi.

Reaktorin suojausjärjestelmä ja odotettavissa olevat käyttöhäiriöt

Mikäli häiriö laitossyksikön käyttöolosuhteissa on riittävän suuri, eivät reaktorin luontaiset ominaisuudet ja säätöjärjestelmät enää riitä eliminoimaan sen vaikutuksia laitossyksikön toimintaan. Tällöin reaktorin toimintaa rajoittavien järjestelmien tehtävänä on rajoittaa tehoa tai sammuttaa reaktori ja saattaa se hallittuun tilaan. Näin voidaan estää häiriön kehittyminen edelleen onnettomuustilanteeksi. Häiriöt, joihin liittyy reaktorin pikasulku, kuuluvat useimmiten niin kutsuttujen odotettavissa olevien käyttöhäiriöiden luokkaan. Odotettavissa oleviksi käyttöhäiriöiksi määritellään tapahtumat, joiden todennäköisyys on kerran 100 käyttövuotta kohti tai suurempi.

Reaktorin suojausjärjestelmä pyritään suunnittelemaan sellaiseksi, että häiriötilanteissa reaktorin nopea sammutus, pikasulku, laukeaa vähintään kahdesta toisistaan riippumattomasta ehdosta. Tällöin yksittäisen pikasulkuehdon vikaantuminen ei vielä estä suojausjärjestelmän asianmukaista toimintaa.

Laitossyksikön turvallisuusjärjestelmät ja oletetut onnettomuudet

Joskus häiriö itsessään saattaa olla niin suuri, ettei pelkkä reaktorin tehon rajoittaminen tai sammuttaminen riitä pysäyttämään sen kehittymistä. Laitossyksikön turvallisuusjärjestelmien tehtävänä on tällaisen oletetun onnettomuuden tapauksessa varmistaa polttoaineen jäädytettävyyden ja primääripiirin eheys. Polttoaineen jäädytettävyyden varmistaminen merkitsee, että polttoaine ei saa sulaa eikä siirtyä pois paikaltaan. Turvallisuusjärjestelmien tehtäviä ovat mm. reaktorin ylipainesuojaus, hätäjäähditys ja jälkilämmön poisto.

Suunnittelun perusonnettomuuksia, joiden perusteella turvallisuusjärjestelmien mitoitukset määräytyy, kutsutaan oletetuiksi onnettomuuksiksi. Oletettuina onnettomuuksina on laitosvaihtoehtojen turvallisuusselvityksissä analysoitu muun muassa primääripiirin suurten putkien katkokset ja reaktiivisuusonnettomuus (säätösauvan putoaminen tai uloslento). Ylipainesuojausanalyysit voidaan myös rinnastaa suunnittelun perusonnettomuuksien analyysiin.

Oletettujen onnettomuuksien laajennukset

Suunnittelun perusonnettomuuksien lisäksi on tarkasteltava myös niin kutsuttuja oletettujen onnettomuuksien laajennustapauksia. Nämä ovat tapauksia, joissa jonkin sinänsä melko lievän alkutapahtuman yhteydessä esiintyy turvallisuusjärjestelmien yhteisvika. Oletettujen onnettomuuksien laajennuksia ovat myös tapahtumat, joihin liittyy harvinainen vikayhdistelmä tai hyvin harvinainen ulkoinen tapahtuma. Harvinaisina vikayhdistelminä tarkastellaan esimerkiksi täydellistä sähkönjakelun menetystä. Hyvin harvinaisista ulkoisista tapahtumista mainittakoon lentokoneen törmäys sekä päälämpönielun eli merivesijäähdytyksen menetys. Myös tällaisista tilanteista on nykyajattelun mukaisesti pystyttävä selviämään ilman laajaa vakavaa polttoainevauriota.

Vakavat reaktorionnettomuudet

Mikäli jokin äärimmäisen epätodennäköinen vikayhdistelmä estää suojaus- tai turvallisuusjärjestelmien asianmukaisen toiminnan häiriötilanteessa, voi tuloksena olla pahimmassa tapauksessa sydämen vakava vaurioituminen. Tällä tasolla suojarakennus ja sen painetta kantava rajapinta toimivat leviämisesteenä. Vakavien onnettomuuksien hallintatoimilla varmennetaan kohdissa 4.2.2. ja 4.2.5. käsitellyn suojarakennuksen eheys kaikissa tilanteissa.

4.2.2. Radioaktiivisten aineiden leviämisen rakenteelliset esteet

Radioaktiivisten aineiden leviäminen ydinreaktorin polttoaineesta ympäristöön on estetty peräkkäisillä rakenteellisilla esteillä, joita ovat polttoaine, sen kaasutiivis suojakuori, ydinreaktorin jäähdytyspiiri (primääripiiri) ja suojarakennus.

Uraanipolttoaine on sydämessä keraamisina tabletteina, jotka pidättävät suurimman osan uraaniin muodostuvista radioaktiivisista aineista. Nämä halkaisijaltaan noin 1 cm olevat tabletit on suljettu kaasutiiviisiin polttoainesauvoihin. Polttoainesauvat on edelleen koottu polttoainenipuiksi, joita on reaktorissa useita satoja kappaleita. Tyypillinen uraanipolttoaineen määrä reaktorissa on 100 tonnin luokkaa.

Reaktorisydän sijaitsee paineastiassa, joka sulkee sisäänsä myös sydäntä jäähdyttävän veden. Kiehusvesireaktorin paineastiassa pääkiertopumput kierrättävät vettä reaktorisydämen polttoainenippujen läpi, jolloin vesi kuumenee noin 290 °C lämpötilaan ja kiehuu muodostaen höyryä 70–75 barin paineessa. Painevesireaktoreissakin polttoaine kuumentaa vettä, mutta reaktoripaineastiassa pidetään niin korkea paine, että vesi ei kiehu. Paine reaktorissa on tyypillisesti noin 150 bar, ja veden lämpötila sydämen ulostulossa noin 320 °C.

Reaktorin suojarakennus muodostaa tiiviin sulun radioaktiivisten aineiden pääsulle ympäristöön onnettomuustilanteissa, ja lisäksi se toimii rakenteellisenä esteenä sekä sisäisiä että ulkoisia tapahtumia vastaan. Sisäisiä tapahtumia ovat esimerkiksi palot ja tulvat sekä ulkoisia esimerkiksi lentokoneen törmäys ja luonnonilmiöt.

Kyseeeseen tulevilla painevesilaitosvaihtoehdoilla on toimintaperiaatteeltaan niin sanottu kuiva, täysipaineinen suojarakennus, johon reaktori pääjähdytysjärjestelmineen on sijoitettu. Suojarakennus muodostuu useimmissa painevesilaitosvaihtoehdoissa kahdesta sisäkkäisestä suojakuoresta. Sisempi suojakuori tehdään teräksestä tai esijännitetystä, teräsvuorauksella varustetusta teräsbetonista. Ulompi suojakuori tehdään teräsbetonista. Ulomman ja sisemmän suojakuoren välitilassa ylläpidetään jatkuvaa alipainetta, joka estää sisemmän suojarakennuksen vähäistenkin vuotojen pääsemisen ulkoilmaan. Joidenkin painevesireaktoreiden alkuperäisessä suunnittelussa suojarakennus on yksiseinäinen, esijännitetystä betonista valmistettu ja teräsvuorauksella tiivistetty.

Kiehuvesilaitosvaihtoehtojen suojarakennus on toimintaperiaatteeltaan paineenalennustyyppiä. Tämä tarkoittaa, että suojarakennuksen sisällä on vesiallas, joka toimii tietyissä onnettomuustilanteissa lämpönieluna sekä sydämen hätäjähdytysveden ja suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmän veden lähteenä. Suojarakennus tehdään teräsbetonista. Tiiveys varmistetaan teräksestä valmistetulla vuorauslevyllä. Suojarakennusta ympäröi reaktorirakennus, jonka poistoilmastointi onnettomuustilanteessa tapahtuu suodatuksella varustetun hätäilmastointijärjestelmän kautta.

4.2.3. Polttoaineen eheyden varmistaminen

Reaktorin normaalin käytön aikana polttoainetableteissa ei saa tapahtua sulamista, eikä polttoainesauvojen kuoren lämpötila saa oleellisesti ylittää jäähdytteen lämpötilaa. Tämä merkitsee käytännössä, että polttoainesauvan teho pituusyksikköä kohti sekä polttoainenipun teho suhteessa nipun jäähdytevirtaukseen pidetään sallituissa rajoissa. Rajoitusten toteutuminen varmistetaan sydämen valvontajärjestelmän avulla käyttäen hyväksi reaktorifysikaalisia laskelmia sekä reaktorin instrumentoinnin antamia mittaustuloksia.

Polttoainesauvojen teho rajoitetaan sellaiseksi, ettei sauvan sisäinen paine kasvaisi liikaa ja aiheuttaisi suojakuoren muodonmuutoksien kautta polttoainetabletin ja jäähdytteen välistä lämmönsiirron huononemista. Polttoainetabletin ja suojakuoren välisen mekaanisen vuorovaikutuksen aiheuttamien vaurioiden estämiseksi kullekin polttoainetyypille määritellään käytön aikaisia tehonmuutoksia ja tehonmuutosnopeuksia koskevat rajat. Näissä rajoissa otetaan huomioon mm. suojakuoren jännityskorroosio.

Polttoaine mitoitetaan siten, että se reaktorissa tapahtuneen käytön jälkeen kestää pitkäaikaisen varastoinnin ja loppusijoittamiseen liittyvät käsittelyvaiheet.

Odotettavissa olevien käyttöhäiriöiden eli transienttien yhteydessä vaaditaan, että polttoainevaurioiden todennäköisyyden tulee olla hyvin pieni. Myös tämä vaatimus saattaa rajoittaa reaktorin normaalin käytön aikana sallittua korkeinta polttoainenipun tehoa. Polttoaineen kestävyys tällaisissa tilanteissa osoitetaan riittäväksi niin kutsutuilla transientianalyseilla, jotka muodostavat osan ydinvoimalaitosyksikön turvallisuusselosteesta. Tyyppillisiä transientteja ovat esimerkiksi yhden tai useamman pääkiertopumpun pysähtyminen tai häiriöt primääripiirin paineessa.

Oletetut onnettomuudet jaetaan kahteen luokkaan todennäköisyytensä perusteella: luokan 1 oletettujen onnettomuuksien esiintymistodennäköisyys on välillä 0,01–0,001/vuosi ja luokan 2 onnettomuuksien todennäköisyys tätä alhaisempi. Jälkimmäiseen luokkaan kuuluvat varsinaiset suunnittelun perusonnettomuudet.

Luokan 1 onnettomuuksien yhteydessä ei lämmönsiirtokriisiin joutuvien polttoainesauvojen lukumäärä saa ylittää 1 % reaktorissa olevien polttoainesauvojen kokonaismäärästä.

Luokan 2 oletetuissa onnettomuuksissa polttoaineen jäähdytettävyyden ei saa vaarantua. Tämä merkitsee, etteivät polttoaineniput saa sulaa tai muuten vaurioitua niin vakavasti, että reaktorin kriittisyyden hallinta tai jäähdytysveden pääsy nippuihin estyisi. Polttoaineen suojakuoren lämpötila ei myöskään saa nousta niin korkeaksi, että kuumen metallin ja vesihöyryn välistä metalli-vesireaktiota esiintyisi huomattavassa määrin. Polttoainevaurioiden määrä on oletetuissa onnettomuuksissa pidettävä korkeintaan 10 %:ssa polttoainesauvoista ja onnettomuudesta aiheutuva väestöön kuuluvan yksilön vuosisäteilyannos saa olla korkeintaan 5 mSv.

Reaktorin käyttäytyminen oletetuissa onnettomuuksissa osoitetaan hyväksyttäväksi onnettomuusanalyysien avulla. Nämä analyysit ovat osaltaan pohjana laitossuunnittelun turvallisuusjärjestelmien mitoitukselle. Riittävien turvallisuusmarginaalien varmistamiseksi analyyseissä tehdään tapahtumien kulkuun epäedullisesti vaikuttavia oletuksia fysikaalisten suureiden arvoista ja turvallisuusjärjestelmien toiminnasta.

Kriittisyysonnettomuudet ovat kyseeseen tulevilla laitosvaihtoehdoilla käytännössä mahdollisia vain vaihtolatausseisokkien aikana. Riski liittyy lähinnä polttoaineen virheellisiin siirtoihin. Lisäksi seisokin aikana säätösauvojen poikkeuksellisen virheellinen liikuttelu kiehutusvesireaktoreissa ja jäähdytteen booripitoisuuden suunnittelematon laimeneminen painevesireaktoreissa voivat johtaa tahattomaan kriittisyyteen. Seisokin aikaisissa riskeissä ihmisen toiminnan osuus on suurempi kuin tehoajolla. Kriittisyysonnettomuuden mahdollisuuden tekemiseksi erittäin pieneksi reaktorin teknisiä suojauksia täydennetään seisokkitilanteissa tiukoin hallinnollisin rajoituksin.

Luokkien 1 ja 2 oletettujen onnettomuuksien lisäksi on tarkasteltava myös luvussa 4.2.1 esitetyllä tavalla oletettujen onnettomuuksien laajennustapa- uksia. Niistä aiheutuva yksilön maksimaalinen säteilyannos vuositasona on 20 mSv. Nämä ovat joko tapauksia, joissa jonkin sinänsä melko lievän alkutapahtuman yhteydessä esiintyy turvallisuusjärjestelmien yhteisvika tai tapahtumia, joihin liittyy monimutkainen vikayhdistelmä. Viimeksi mainituista tarkastellaan yleensä täydellistä sähkön menetystä sekä päälämpönielun eli merivesijäähdytyksen menetystä. Vaatimuksen mukaan tällaisistakin tilanteista on pystyttävä selviämään ilman huomattavia polttoainevaurioita. Edellytetään, että käyttöhenkilökunnan toimenpiteisiin on käytettävissä riittäväksi osoitettu harkinta- ja toteutusaika, mikäli näistä tilanteista selviäminen edellyttää niitä.

4.2.4. Primääripiirin eheyden varmistaminen

Primääripiirin eheyden varmistaminen perustuu asianmukaisen suunnittelun ja riittävien suunnittelumarginaalien ohella laadukkaaseen toimintaan valmistuksessa sekä ensiluokkaisten materiaalien käyttöön. Näin voidaan varmistaa, että jonkin primääripiirin painetta kantavan laitteen äkilliseen murtumaan johtavan vian täytyy olla niin suuri että se voidaan joko havaita vuotona laitosyksikön käydessä tai löytää määräaikaistarkastuksissa, ennen kuin varsinaista onnettomuutta pääsee tapahtumaan. Määräaikaistarkastusohjelma ja vuodonvalvontajärjestelmät ovat tämän vuoksi tärkeässä asemassa primääripiirin eheyden varmistamisessa.

Primääripiirin suunnittelussa otetaan huomioon myös reaktoripaineastian seinämään kohdistuva nopeiden neutronien aiheuttama säteilyhaurastuminen. Ilmiön johdosta reaktorin paineastia suunnitellaan ja rakennetaan sellaiseksi, että hitsisaumojen määrä reaktorisydäntä lähellä olevalla alueella on minimoitu. Myös säteilyhaurastumisen kehittymistä seurataan paineastian määräaikaistarkastusohjelman puitteissa.

Häiriöt, joiden yhteydessä höyryn ajo turpiinilauhduttimeen estyy tai reaktorin sammutus epäonnistuu, voivat johtaa primääripiirin paineen nousuun. Tällaisissa tilanteissa primääripiirin paine rajoitetaan hyväksyttävälle tasolle tavallisesti puhallus- ja varoventtiilien avulla, minkä lisäksi voidaan käyttää myös passiivisia järjestelmiä kuten kiehutusvesireaktorin eristyslauhdutinta ja painevesireaktorin tapauksessa paineistimen ruiskutusta.

Tarkastelluissa kiehutusvesireaktorivaihtoehdoissa käytetään puhallusventtiileitä vain mahdollisesti painetransientin alkuvaiheen hallintaan. Tämän jälkeen paineen hallintaan käytetään eristyslauhdutinta, jolloin ei ole tarpeen poistaa jäähdytettä primääripiirin ulkopuolelle.

Kiehutusvesireaktoreissa puhallus- ja varoventtiilit puhaltavat suoraan primääripiiristä suojarakennuksessa olevaan lauhdutusaltaaseen, jossa puhallettu höyry lauhuu vedeksi. Painevesireaktoreissa primääripiirin painetta voidaan säätää höyrystimien sekundääripuolen paineen avulla. Siksi painevesireaktorilaitoksissa pääosa puhallus- ja varoventtiilikapasiteetista sijaitseekin sekundääripuolella. Koska sekundääripuolen vesi ei normaalisti ole radioaktiivista, näiden varoventtiilien puhallus on suunnattu suoraan ulkoilmaan. Suunnitteluperusteiden mukaan minkään odotettavissa olevan käyttöhäiriön yhteydessä ei tulisi olla tarvetta primääripiirin varoventtiilien avautumiselle.

Odotettavissa olevissa käyttöhäiriöissä, joiden yhteydessä reaktorin pikasulku toimii tarkoitetulla tavalla, laitosyksikön primääripiirin suunnittelupaine ei ylitä. Tämä suunnittelupaine on 10–20 % normaalia käyttöpainetta korkeampi. Oletetuissa onnettomuuksissa suunnittelupaine saa ylittyä enintään 10 % ja oletettujen onnettomuuksien laajennuksissa enintään 20 %. Reaktoripaineastia kestää rikkoutumatta tätä huomattavasti suuremman paineen.

Ylipainesuojajärjestelmän mitoituksen pohjana olevissa ylipainesuojausanalyysissä käytetään erittäin epäedullisia eli konservatiivisia ole-

tuksia: muun muassa noin joka neljännen varoventtiilin oletetaan jäävän avautumatta ja ensimmäisenä ylittävän pikasulkurajan oletetaan jäävän laukeamatta. Tämän konservatiivisuuden johdosta ylipainesuojaus- järjestelmään tulee merkittävä ylikapasiteetti.

4.2.5. Suojarakennuksen eheyden varmistaminen

Paine- ja kiehutusvesireaktorilaitosten suojarakennusten keskeisiä ominaisuuksia on käsitelty edellä kohdassa 4.2.2. ”Radioaktiivisten aineiden leviämisen tekniset esteet”.

Oletetuista onnettomuuksista suojarakennuksen sisäpuoliset primääri- piirin putkikatkokset aiheuttavat suojarakennukselle merkittävimmät kuormitukset. Näitä ovat kuuman veden ja höyryn purkautumisesta aiheutuvat paine- ja lämpötilakuormitukset sekä putkirikkojen dynaamiset vaikutukset, joihin kuuluvat suihkuvoimat sekä lentävien esineiden aiheuttamat kuormitukset.

Painevesireaktorilaitosten suojarakennuksen mitoitus putkikatkosonnettomuuksien varalta perustuu oleellisesti täyspaineisen suojarakennuksen suureen tilavuuteen. Tällöin suojarakennus voidaan yksinkertaisesti mitoittaa kestämään se paine, jonka primääripiiristä purkautuvan veden höyrystyminen voi enimmillään aiheuttaa. Kiehutusvesireaktorilaitoksissa käytetyissä paineenalennus- suojarakennuksissa primääripiiristä purkautuva höyry ohjataan erityiseen lauhdutusaltaaseen, jossa höyry lauhtuu. Näin paineenalennussuojarakennuksen tilavuus voidaan tehdä suhteellisen pieneksi, eikä saavutettava maksimipaine riipu juurikaan primääripiiristä purkautuvan höyryn määrästä. Sen sijaan tällaisen suojarakennuksen suunnittelussa ovat tärkeitä eri osatilavuuksien väliset tilavuussuhteet ja virtausvastukset.

Suojarakennuksen suunnitteluun vaikuttaa huomattavasti se vaatimus, että suojarakennuksen tulee pystyä estämään radioaktiivisten aineiden leviäminen ympäristöön myös vakavien reaktorionnettomuuksien yhteydessä.

Ydinvoimalaitosten turvallisuusjärjestelmien tehtävänä on varmistaa, että kaikkien oletettujen onnettomuuksien ja niiden laajennusten jälkeen reaktori voidaan sammuttaa, polttoaineessa syntyvä jälkilämpö siirtää pois reaktorista ja radioaktiivisten aineiden pääsy ympäristöön voidaan joko tehokkaasti estää tai ainakin rajoittaa se hyvin pieneksi. Näiden toimintojen luotettavuus pyritään saamaan mahdollisimman hyväksi muun muassa moninkertaistamalla turvallisuustoimintoja suorittavat järjestelmät, tekemällä rinnakkaiset järjestelmät riippumattomiksi toisistaan, varmistamalla rinnakkaisten järjestelmien sähkönsyöttö toisistaan riippumattomista lähteistä ja käyttämällä hyväksi passiivisia turvallisuusjärjestelmiä.

Myös kaikkien rinnakkaisten ja syvyysuunnassa sarjassa olevien järjestelmien samanaikainen toimimattomuus on periaatteessa mahdollista, mutta sen todennäköisyys on erittäin pieni. Mikäli turvallisuusjärjestelmät eivät toimisi lainkaan esimerkiksi primääripiirin vuodon yhteydessä, veden saanti reaktoriin estyisi. Tällöin seurauksena voisi olla reaktorisydämen radioaktiivisten aineiden hajoamisen synnyttämän jälkilämpötehon aiheuttama reaktorisydämen sulaminen eli vakava reaktorionnettomuus. Vakavan

onnettomuuden seurauksena sula sydänmassa voisi valua reaktoripaineastian pohjalle, paineastian pohja voisi vaurioitua, ja sulaa materiaalia voisi purkautua suojarakennukseen.

Ydinvoimalaitosten suunnittelun lähtökohtana on, että vakavissakin onnettomuuksissa radioaktiivisten aineiden päästö on rajoitettava sellaiseksi, että siitä ei aiheudu ydinvoimalaitoksen ympäristön väestön välitöntä evakuointitarvetta eikä pitkäaikaisia rajoituksia laajojen maa- ja vesialueiden käytölle.

Vakavan onnettomuuden hallinnassa on kaksi pääsuuntausta. Ensimmäisessä suojarakennus ja erityisesti sen alaosa suunnitellaan kestäväksi sula sydänmassa niin, että se ei massan vaikutuksesta menetä tiiveyttään. Suomalaisissa vaatimuksissa edellytetään tämän lisäksi varsinaista sydänsiepparia, jonka avulla sydänsulan ja suojarakennuksen betonin vuorovaikutus estetään. Toinen suuntaus on varmistaa sydänsulan ulkopuolinen jäädytys suoraan paineastian pohjan läpi. Näin estetään sydänsulan vapautuminen paineestiasta. Suojarakennuksen alaosan vesitäytöllä on molemmissa tapauksissa keskeinen merkitys.

Metallin ja veden välisissä reaktioissa syntyvän vedyn räjähdysmahdollisuus on estetty kiehumisvesireaktorivaihtoehdoissa siten, että suojarakennuksessa ei ole ilmaa, vaan rakennus on käytön aikana täytetty typpellä. Painevesireaktorivaihtoehdoissa vety poistetaan hallitusti suojarakennuksen ilmasta onnettomuustilanteessa polttimilla tai katalyyttisesti.

Suojarakennuksen eheys varmistetaan pitkällä aikavälillä joko suodatetulla paineenalennusjärjestelmällä tai riippumattomalla jälkilämmön- poistojärjestelmällä ja lauhtumattomien kaasujen rekombinoinnilla.

Kaikkien laitosvaihtoehtojen suojarakennukseen liittyy suodatettu paineenalennusjärjestelmä. Sillä voidaan pitkällä aikavälillä rajoittaa lauhtumattomien kaasujen muodostumisesta sekä sydänsulan aiheuttamasta kiehumisesta johtuva paineen nousu tasolle, jonka suojarakennus kestävä. Suojarakennus suunnitellaan kuitenkin siten, ettei paineen alentaminen ja päästö missään olosuhteissa ole tarpeen ensimmäisten 24 tunnin kuluessa onnettomuuden alusta. Näin pyritään tarjoamaan mahdollisuudet jälkilämmön poiston käyntiin saamiseen ja siten koko päästötarpeen eliminoimiseen. Suojarakennuksesta päästetyistä kaasuista poistetaan hiukkasmaiset radioaktiiviset aineet suodattimella, jolla on korkea, yli 99,9 %:n puhdistusaste. Hiukkasmaisten aineiden poistaminen päästöistä estää maanpintaa saastuttavan laskeuman syntymisen.

Suojarakennuksen riippumaton jälkilämmönpoisto voi tapahtua passiivisesti tai sitä varten voi olla erityinen, muista turvallisuusjärjestelmistä riippumaton aktiivinen jäädytysjärjestelmä. Näin voidaan estää reaktorin kehittämästä jälkitechosta johtuva suojarakennuksen paineen nousu. Lisäksi painevesireaktorilaitosten ilmatäytteisissä suojarakennuksissa sovelletaan vedyn ja hapen passiivista, katalyyttistä rekombinointia, jolloin myös lauhtumattomien kaasujen kehityksestä johtuva paineen nousu voidaan estää.

4.2.6. Turvallisuustoimintojen varmistaminen

Yksi nykyaikaisen kevytvesireaktorin tärkeimpiä suunnitteluvaatimuksia on, että reaktorin tulee luontaisesti pyrkiä vastustamaan tehossa tapahtuvia muutoksia. Tämä merkitsee mm. sitä, että polttoaineen ja jäähdytteen lämpötilan tai jäähdytteen höyrypitoisuuden kasvun tulee vaikuttaa reaktorisydämen reaktiivisuutta alentavasti. Tällöin reaktorin toiminta pysyy stabiilina ilman säätöjärjestelmien jatkuvaa toimintaa. Tämä pienentää huomattavasti laitoksen häiriöherkkyyttä, jolloin reaktorin rajoittavien ja suojausjärjestelmän toimintaa vaativien tarvetilanteiden määrä vastaavasti pienenee. Myöskään vakavien reaktiivisuusonnettomuuksien syntyminen minkään käyttöhäiriön seurauksena ei ole tällöin mahdollista. Kaikki tarkastellut laitosvaihtoehdot täyttävät tämän reaktorin luontaista stabiilisuutta koskevan vaatimuksen.

Suojausjärjestelmien tarkoituksena on havaita onnettomuustilanteet ja käynnistää tarvittavat turvallisuusjärjestelmät sekä huolehtia onnettomuuden jälkitilanteessa laitoksen pysymisestä hallitussa tilassa riittävän kauan, kunnes ohjaajat puuttuvat tapahtumien kulkuun. Suojausjärjestelmät on suunniteltu siten, että kussakin automaattisen suojausjärjestelmän tarvetilanteessa käynnistys tapahtuu vähintään kahden toisistaan riippumattoman suureen nojalla.

Ensimmäisenä tarvittava suojaustoiminto on yleensä reaktorin nopea sammutus eli pikasulku. Sitä varten on olemassa kaksi toisistaan riippumatonta järjestelmää, joista toinen perustuu säätösauvojen käyttöön ja toinen boori-liuoksen pumppaamiseen tai passiiviseen työntämiseen reaktoriin. Kumpikin näistä järjestelmistä pystyy yksinään sammuttamaan reaktorin.

Reaktorin sammutuksen jälkeen turvallisuusjärjestelmät huolehtivat mm. reaktorin vedensaannista ja jälkilämmön poistosta. Eri laitosvaihtoehtojen turvallisuusjärjestelmissä on sovellettu vaihtelevassa määrin luontaisen turvallisuuden eli passiivisuuden periaatetta. Tämä tarkoittaa, ettei järjestelmä tarvitse ulkoista käyttövoimaa turvallisuustehtävänsä suorittamiseen.

Turvallisuusjärjestelmien suunnittelussa on noudatettu redundanttisuuden eli rinnakkaisten osajärjestelmien periaatetta. Esimerkiksi hätäjäähdytysjärjestelmissä on useissa laitosvaihtoehtoissa neljä rinnakkaista osajärjestelmää, joista kahden toiminta on riittävää polttoaineen jäähdytettävyyden takaamiseksi primääripiirin suurten putkilinjojen katkosonnettomuuksissa (4 × 50 % järjestelmä). Toinen vaihtoehto on käyttää kolmea rinnakkaista osajärjestelmää, joista jokainen pystyy tarvittaessa yksinään täyttämään järjestelmän turvallisuustehtävän (3 × 100 % järjestelmä). Tällöin järjestelmät voivat täyttää turvallisuustehtävänsä, vaikka yksi rinnakkaisista osajärjestelmistä olisi huollon tai korjauksen vuoksi käyttökunnottomana ja lisäksi yhdessä muussa osajärjestelmässä olisi toiminnan estävä vika. Rinnakkaisien osajärjestelmien suunnittelussa on noudatettu sähköistä ja fyysistä erotelua. Viimeksi mainittuun liittyy myös palo-osastointi.

Toinen turvallisuusjärjestelmien ja turvallisuustoimintojen suunnittelussa noudatettu periaate on diversiteetti, jota vastaava suomenkielinen termi on

erilaisuusperiaate. Tämä periaate tarkoittaa, että tietyn turvallisuustoiminnon toteuttaminen tulisi olla mahdollista kahdella eri toimintaperiaatteisiin perustuvalla järjestelmällä. Esimerkin diversiteetistä muodostavat edellä mainitut kaksi erilaista ja toisistaan riippumatonta reaktorin sammutusjärjestelmää.

Erilaisuuden avulla on mahdollista pienentää yhteisvicioista, eli samasta syystä aiheutuvien rinnakkaisten laitteiden vikaantumisesta, johtuvan turvallisuusjärjestelmien käyttökunnottomuuden aiheuttamaa sydänvaurioriskiä. Yhteisvikojen vaikutuksen laitoksen turvallisuuteen tulee olla vähäisiä. Tätä vaatimusta sovelletaan uusiin laitosvaihtoehtoihin siten, että yleisimpien alkutapahtumien yhteydessä täytyy olettaa, että tapahtuman hallintaan ensisijaisesti tarkoitettun suojaus- tai turvallisuusjärjestelmän toiminta epäonnistuu kokonaan. Tällöin täytyy olla käytettävissä jokin varajärjestelmä, joka pystyy saattamaan laitoksen turvalliseen tilaan ilman merkittäviä polttoainevaurioita. Erilaisuusvaatimus koskee sekä itse turvallisuusjärjestelmiä että niiden toiminnalle välttämättömiä apujärjestelmiä. Tähän kuuluvat myös turvallisuusjärjestelmien oikea-aikaisesta käynnistämisestä huolehtivat suojausautomaatiojärjestelmät.

Kussakin laitosvaihtoehdossa on myös varasähköjärjestelmä, jonka tehtävänä on varmistaa laitoksella tarvittavan sähköenergian saanti ulkoisen sähköverkon menetystapauksessa dieselgeneraattoreilla ja akustoilla. Varasähköjärjestelmä on jaettu rinnakkaisiin, toisistaan riippumattomiin osajärjestelmiin. Kunkin turvallisuusjärjestelmän rinnakkaiset haarat saavat kukin sähkönsyöttönsä varasähköjärjestelmän eri osajärjestelmistä. Tämän varasähkönsyötön menetys aiheuttaisi täydellisen sähkönmenetyksen, mitä pyritään torjumaan erilaisuusperiaatteen toteuttavalla lisäsähkölähdējärjestelmällä.

Turvallisuudelle tärkeiden laitteiden suunnittelussa on lisäksi mahdollisuuksien mukaan noudatettu niin kutsuttua fail safe -periaatetta. Tämä tarkoittaa sitä, että laite asettuu turvallisuuden kannalta edulliseen tilaan menettäessään ulkoisen käyttövoimansa.

4.2.7. Inhimillisten virheiden välttäminen

Inhimillisten virheiden mahdollisuutta pienennetään asianmukaisilla ohjeilla, menettelytavoilla ja koulutuksella sekä tehokkaalla johtamisjärjestelmällä. Suunnittelun, rakentamisen ja käyttötoiminnan aikana keskeinen osa inhimillisen tekijän hallintaa on osaamisen varmistaminen. Havaitut virheet ja puutteelliset toimintatavat korjataan välittömästi ja niistä pyritään aina oppimaan vastaavien tapahtumien toistuvuuden estämiseksi. Tätä tukevat kehittyneet laadunhallinta ja raportointikäytännöt.

Suunnitteluvaiheessa inhimilliset virheet voidaan jakaa satunnaisiin ja systemaattisiin. Satunnainen virhe on jokin yksittäinen virhe, esimerkiksi lukuarvo. Satunnaiset suunnitteluvirheet havaitaan monivaiheisessa tarkastuksessa. Lisäksi moderneissa suunnittelutyökaluissa on virheitä estäviä tai paljastavia toimintoja. Systemaattinen virhe voi olla tyypiltään esimerkiksi turvallisuusvaatimusmäärittelyn puute. Näitä ehkäistään turvallisuusvaatimusten systemaattisella hierarkkisella järjestelmällä, jota soveltamalla

varmistetaan että ylemmän tason turvallisuusvaatimukset on oikein ja kattavasti viety alemman tason suunnitteluaineistoon. Olkiluoto 3 -projektin myötä TVO:lle on kertynyt kokemusta ja osaamista yllä mainitun systematiikan toteuttamisesta ja läpiviemisestä käytännön projekteissa ja niiden alihankintaketjuissa.

Rakentamisvaiheessa inhimillisten tekijöiden hallinta perustuu ydinvoimalan yleisiin menettelyihin, esimerkiksi laadunhallintajärjestelmään. Lisäksi virheiden havaitsemista tukee se, että komponentit ja rakenteet valmistetaan hyväksytyjen suunnitelmien mukaan sekä että niille tehdään etukäteen määritellyt testaukset ja tarkastukset. Lisäksi toiminnasta syntyy jäljitettävä dokumentaatio, jonka avulla pystytään osoittamaan, että valmistus ja rakentaminen on tehty suunnitelmien mukaan. Rakentamisvaiheen laadunvalvonta, -ohjaus ja -varmistus ovat tärkeä osa ydinturvallisuutta. TVO:n kokemus alueella on entisestään vahvistunut Olkiluoto 3 -projektin myötä.

Käyttövaiheen inhimillisten tekijöiden hallinnan perusta luodaan suunnitteluvaiheessa. Tuolloin otetaan huomioon inhimillisperäiset virhelähteet yhtenä mahdollisena vikojen tai häiriöiden aiheuttajana. Tämä tehdään muun muassa seuraavien tekijöiden kautta: järjestelmien yksittäisvikasietoisuus, ihmisen toiminnan ottaminen huomioon esimerkiksi todennäköisyysperustaisessa turvallisuusanalyysissä (PSA), ennakkohuollon ja mahdollisen yksittäisvikaantumisen samanaikaisen esiintymisen ottaminen huomioon (N-2-periaate) sekä turvallisuustoimintojen ja niihin liittyvien instrumentointi-, ohjaus- ja suojausjärjestelmien toimintojen suunnittelu siten, että ohjaajille jää riittävästi harkinta-aikaa oikeiden toimenpiteiden tekemiseksi.

Käyttövaiheessa inhimillisen tekijän vaikutus voidaan karkeasti jakaa kolmeen osaan: laitosmuutosten hallinta, kunnossapito- ja käyttötoiminta. Laitosmuutosten hallinnassa inhimillisten tekijöiden hallinta perustuu laitoksen suunnitteluperusteiden tarkkaan dokumentointiin, niiden ylläpitoon ja hallintaan. Pohja tälle luodaan suunnittelu- ja rakentamis- vaiheissa. Lisäksi TVO:ssa on käytössä kattava laitosmuutosten hallinta- menettely, joka pitää sisällään monivaiheisen varmentamisen periaatteen päättyen kattavaan muutosten vaikutusten dokumentoituun koestus- ja kelpoistamismenettelyyn.

Kunnossapitotoiminnassa inhimillisen tekijän hallinta perustuu hallinnollisiin menettelyihin ja toimintatapoihin. Tästä on esimerkkinä, että töiden suunnittelussa ja hallinnoinnissa turvallisuusjärjestelmiä koskevat työluvut annetaan kerrallaan vain yhteen osajärjestelmään. Lisäksi laitteet ja järjestelmät testataan kattavasti töiden loputtua.

Käyttötoiminnassa inhimillinen tekijä huomioidaan edellä mainitun perustan lisäksi henkilöstön tarkoin määritellyillä osaamisvaatimuksilla ja niiden seurannalla. Osana tätä ovat laitostyyppikohtaiset koulutus- simulaattorit.

TVO on nykyisillä laitossyksiköillä ottanut käyttöön inhimillisten virheiden vähentämiseen, havaitsemiseen ja korjaamiseen tähtääviä menettely- tapoja, esimerkiksi vertaistarkastus, selkeä kommunikointi, riippumaton tarkas-

tus ja töiden aloituskokoukset. Näihin liittyvää kehittämistyötä tehdään jatkuvasti osana käyttötoimintaa.

4.2.8. Suojautuminen ulkoisilta tapahtumilta ja tulipaloilta

Kyseeseen tulevat laitosvaihtoehdot suunnitellaan kestävästi laitospaikalla erittäin harvinaisiksi tai epätodennäköisiksi arvioidut äärimmäiset sääolot kuten korkeat ja alhaiset lämpötilat, tuuli, lumikuorma, meriveden korkeus, jäättilanne ja ukkonen. Lisäksi laitoksen turvallisuuden kannalta tärkeiden osien suunnittelussa otetaan huomioon maanjäristyksen ja sen seurausvaikutusten mahdollisuus.

Turvallisuusjärjestelmien fyysisellä erottelulla ja sijoittamisella hyvin suojattuihin tiloihin pyritään suojaamaan turvallisuustoiminnot siten, että ulkopuolinen tapahtuma ei voi yhdellä kertaa saattaa kaikkia niistä toimintakyvyttömmiksi. Vastaavalla tavalla sijoitetaan rinnakkaiset turvallisuusjärjestelmät eri palo-osastoihin niin, ettei tulipalo pysty vaurioittamaan niitä kaikkia. Fyysisellä erottelulla voidaan suojata turvallisuusjärjestelmien rinnakkaiset osat myös muita laitoksen sisäisiä tapahtumia vastaan. Tällaisia tapahtumia voivat olla esimerkiksi putkikatkot, säiliöiden rikkoutumiset, räjähdykset ja tulvat.

Uuden laitoksen suunnittelussa otetaan huomioon myös suuren liikennelentokoneen törmäys sekä lainvastaiset toimet laitoksen vahingoittamiseksi valtioneuvoston asetuksen VNA 734/2008 mukaisesti. Tietojärjestelmien turvallisuus sekä muiden tärkeiden laitoksen osien suojaus myös lainvastaista toimintaa vastaan varmistetaan uusien YVL-ohjeiden mukaisesti.

4.2.9. Turvallisuusluokitus

Turvallisuusluokituksen avulla varmistetaan, että rakenteet, järjestelmät ja laitteet suunnitellaan, valmistetaan ja asennetaan siten, että niiden laatutaso ja laatutason todentamiseksi tarvittavat tarkastukset ja testaukset ovat oikeassa suhteessa kohteen turvallisuusmerkitykseen. Turvallisuusluokka antaa lähtökohdan rakenteen, järjestelmän tai laitteen suunnittelulle, valmistukselle, asennukselle, tarkastukselle, testaukselle, käytölle ja laadunvarmistukselle asetettavien vaatimusten määrittelyyn.

Rakenteiden, järjestelmien ja laitteiden turvallisuusluokitus sekä laadunvarmistusmenettelyt ja niiden perusteet hyväksytetään valvontaviranomaisella.

4.2.10. Ydinvoimalaitoksen valvonta ja ohjaus

Laitoksen päävalvomossa on käytettävissä laitteet, jotka antavat tiedon laitoksen tilasta kullakin hetkellä. Merkittävät poikkeamat normaalista käyttötilasta sekä järjestelmien ja laitteiden viat ilmaistaan hälytyksillä.

Uusien laitosvaihtoehtojen suojausjärjestelmän yhtenä suunnitteluperusteena on riittävä henkilöstön harkinta-aika, minkä lisäksi monissa laitosvaihtoehtoissa on passiivisia järjestelmiä. Ohjaajien toimenpiteitä tarvitaan

kuitenkin useissa tapahtumaketjuissa tilanteen kestänyt jonkin aikaa. Tällaisten tilanteiden varalle laaditaan hätätilanneohjeet. Hätätilanneohjeiden avulla käyttöhenkilökunta kykenee ohjaamaan laitoksen turvalliseen tilaan hallitusta tilasta, johon automaatio on laitoksen alkutapahtuman jälkeen saattanut.

Häiriö- ja onnettomuustilanteita varten kehitetään ohjaajien tukijärjestelmä, jossa esitetty informaatio on koottu ja ryhmitelty nimenomaan hätätilanneohjeiden soveltamista silmälläpitäen.

Laitoksen suunnittelussa varaudutaan myös päävalvomon menetykseen esimerkiksi tulipalon tai lainvastaisen tunkeutumisen johdosta. Jokaisessa laitosvaihtoehdossa on päävalvomosta riippumaton varavalvomo, josta käsin reaktori voidaan sammuttaa ja laitoksen ohjata hallittuun ja turvalliseen tilaan.

PÄÄPIIRTEINEN SELVITYS YDINLAITOKSEN SUUNNITELLUN SIJAINNIPAIKAN OMISTUS- JA HALLINTASUHTEISTA

SISÄLLYSLUETTELO

0. TÄYDENNYKSIÄ VUODEN 2010 PERIAATEPÄÄTÖKSEN AJANKOHTAAN
NÄHDEN
1. YLEISTÄ
2. SIJAINNIPAIKAN OMISTUS- JA HALLINTASUHTEET

PÄÄPIIRTEINEN SELVITYS YDINLAITOKSEN SUUNNITELLUN SIJAINNAN OMIKUSTUS- JA HALLINTASUHTEISTA

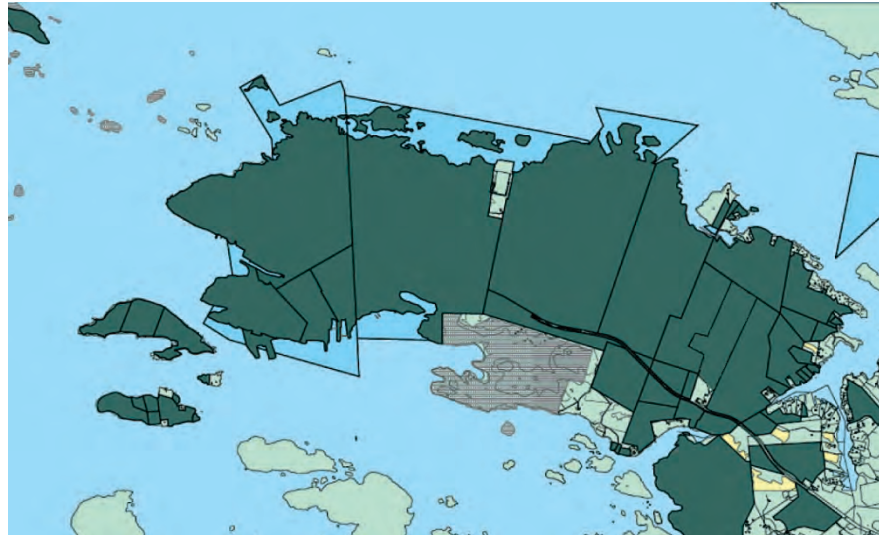
0. TÄYDENNYKSIÄ VUODEN 2010 PERIAATEPÄÄTÖKSEN AJANKOHTAAN NÄHDEN

OL4-ydinvoimalaitosyksikköä koskevan, vuonna 2010 voimaan jätetyn, myönteisen periaatepäätöksen jälkeen omistus- ja hallintasuhteissa ei ole tapahtunut merkittäviä muutoksia. Kartta maa-alueiden omistussuhteista on ajantasaistettu. Laitosyksikön ensisijainen sijaintipaikka ja jäähdytysvesi-ratkaisut on esitetty, toinen vuoden 2008 periaatepäätöshakemuksessa esi-tetty sijaintipaikka on varalla.

1. YLEISTÄ

Uusi ydinvoimalaitosyksikkö on tarkoitus rakentaa Olkiluodon ydinvoima-laitosalueelle, joka sijoittuu Olkiluodon saaren länsiosaan. Voimalaitos-alueella sijaitsee hakijan kaksi käytössä olevaa ydinvoimalaitosyksikköä ja yksi rakenteilla oleva ydinvoimalaitosyksikkö.

Kuva 9-1 Olkiluodon maanomistussuhteet.



Hakija omistaa suurimman osan Olkiluodon saaresta, yli 745 ha (tumman vihreä alue kuvassa 9-1), mikä vastaa yli 85 % koko saaren pinta-alasta. Yksityisessä omistuksessa Olkiluodon saaren itäosassa (vaaleanvihreät alueet) ovat alueet sisältävät lähinnä lomakiinteistöjä. Olkiluotoa ympäröivästä vesi- alueesta hakijan hallinnassa on 180 ha (rajattu sininen alue) ja lisäksi osa yhteisomistuksen kautta. Harmaalla värillä merkitty alue on Metsähallituksen omistuksessa oleva luonnonsuojelualue.

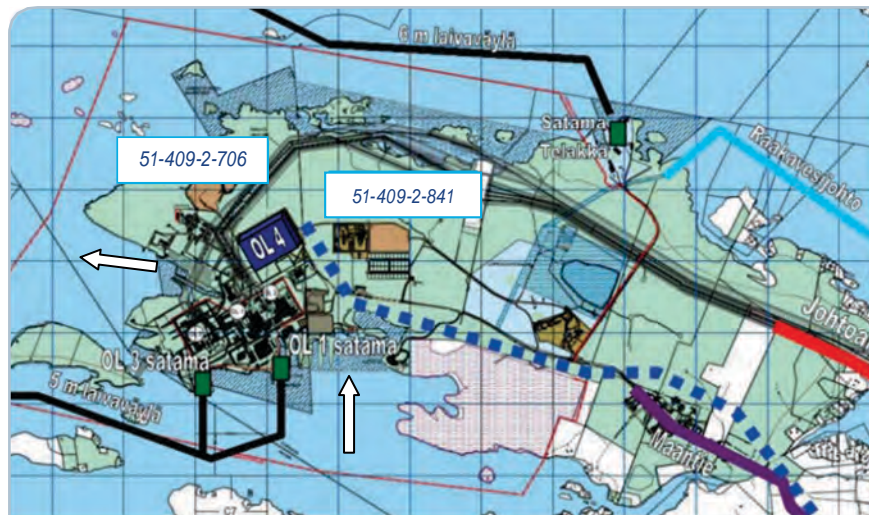
Olkiluodossa hakijan omistuksessa ovat laajat alueet luovat hyvät edellyt-tykset ydinvoimalaitosyksiköiden sijoitukselle. Laaja omistus antaa alueen

käytölle joustavuutta ja mahdollisuuden alueturvallisuuden varmistamiseen sekä sen edelleen kehittämiseen.

2. SIJAITIPAIKAN OMISTUS- JA HALLINTASUHTEET

Uuden ydinvoimalaitosyksikön ensisijainen sijaintipaikka Olkiluodossa on hakijan omistamalla ja hallitseamalla kiinteistöillä, rekisterinumerot 51-409-2-706 ja 51-409-2-841. Uusi laitosyksikkö sijoittuu Olkiluodon saaren länsiosaan nykyisen johtoalueen ja nykyisten laitosyksikköiden väliin.

Kuva 9-2 Laitosyksikön ensisijainen sijaintipaikka ja jäähdytysvesiteiden maalla olevat rakenteet sijoittuvat hakijan omistuksessa olevalle kiinteistölle (51-409-2-706 ja 51-409-2-841).



Sijaintipaikan läheisyydessä kiinteistöillä, rekisterinumerot 51-409-2-703, 704 ja 705, sijaitsevat hakijan käytössä olevat ydinvoimalaitosyksiköt Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2 ja rakenteilla oleva ydinvoimalaitosyksikkö Olkiluoto 3.

Olkiluodon saaren itäosassa ja itäosaan rajoittuvissa saarissa on rakennettuja ja rakentamattomia loma-asuntotontteja sekä muutama yksittäinen laajempi maa-alue yksityisten henkilöiden omistuksessa. Olkiluodon saaren eteläosassa sijaitsevan Liiklankarin suojelualueen omistaa ja sitä hallinnoi Metsähallitus.

Hakija omistaa myös Olkiluodon edustalla olevan Kuusisenmaa-nimisen saaren sekä kiinteistöjä Lippo- ja Leppäkarta -nimisistä saarista. Kuusisenmaan saarella ei ole rakennuksia. Lipossa ja Leppäkartassa on myös yksityisessä omistuksessa olevia kesämökkikiinteistöjä.

Olkiluotoa ympäröivästä vesialueesta hakija omistaa kokonaan 180 ha ja lisäksi hakijalla on osuuksia yhteisiin vesialueisiin Olkiluodon ja Orjasaa- ren vesioikeudellisesta kylästä (51-428-876/1) noin 70 % ja Munakarin yhteisalueesta (51-876-13-0) noin 40 %.

SELVITYS YDINLAITOKSEN SUUNNITELLUN SIJAINNIN JA SEN LÄHIYMPÄRISTÖN ASUTUKSESTA JA MUISTA TOIMIN- NOISTA SEKÄ KAAVOITUSJÄRJESTELYISTÄ

SISÄLLYSLUETTELO

0. TÄYDENNYKSIÄ VUODEN 2010 PERIAATEPÄÄTÖKSEN AJANKOHTAAN
NÄHDEN
1. YLEISTÄ
2. ASUTUSTAAJAMAT
3. ASUTUS OLKILUODOSSA
4. MUUT TOIMINNOT
5. KAAVOITUS
 - 5.1. Maakuntakaava
 - 5.2. Yleiskaava
 - 5.3. Asemakaava
 - 5.4. Suojelualueet, Natura-alueet
 - 5.5. Selkämeren kansallispuisto

SELVITYS YDINLAITOKSEN SUUNNITELLUN SIJAINNIN JA SEN LÄHIYMPÄRISTÖN ASUTUKSESTA JA MUISTA TOIMINNOISTA SEKÄ KAAVOITUSJÄRJESTELYSTÄ

0. TÄYDENNYKSIÄ VUODEN 2010 PERIAATEPÄÄTÖKSEN AJANKOHTAAN NÄHDEN

OL4-ydinvoimalaitosyksikköä koskevan, vuonna 2010 voimaan jätetyn, myönteisen periaatepäätöksen jälkeen Olkiluodon kaavoitusprosessi on edennyt. Kaavoitusta koskevat tiedot on ajantasaistettu. Luettelo Eurajoen naapurikunnista on ajantasaistettu. Lisäksi luonnonsuojelualueiden kuvausta on selkeytetty. Sisäministeriön asetus liikkumis- ja oleskelurajoituksista on uudistettu.

1. YLEISTÄ

Ydinvoimalaitoksen sijaintipaikalle asetetaan vaatimuksia laitossuunnittelun ja ympäristön turvallisuuden varmistamiseksi. Olkiluoto täyttää ydinvoimalaitosyksikön sijoituspaikkana hyvin viranomaisten ja TVO:n sille asettamat vaatimukset.

Sijaintipaikan voimassa olevat kaavat mahdollistavat uuden ydinvoimalaitosyksikön rakentamisen. Kaavoissa osoitetaan alueet myös uudessa ydinvoimalaitosyksikössä syntyvän käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta varten. Kaava on sopusoinnissa maakunnallisen alueenkäytön suhteen.

2. ASUTUSTAAJAMAT

Kuva 10–1 Olkiluodon vaikutuspiirissä 5 km:n säteellä ei ole Säteilyturvakeskuksen ohjeen YVL A.2 tarkoittamia taajama-alueita.



Eurajoki on Pohjanlahden rannikkokunta, joka kuuluu Rauman talous- alueeseen. Eurajoen kunnassa on noin 6 000 asukasta. Kuntakeskus sijaitsee runsaan 10 kilometrin päässä Rauman keskustasta pohjoiseen ja vajaan 40 kilometrin päässä Porista etelään valtatie 8 varrella.

Eurajoen naapurikunnat ovat

- Rauma (noin 40 000 asukasta)
- Eura (noin 12 400 asukasta)
- Luvia (noin 3 300 asukasta)
- Nakkila (noin 5 700 asukasta).

Rauman talousalueella, jonka muodostavat Eura, Eurajoki ja Rauma, asuu noin 60 000 henkilöä. Porissa, joka sijaitsee noin 32 km:n päässä Olkiluodosta koilliseen, on asukkaita noin 83 000.

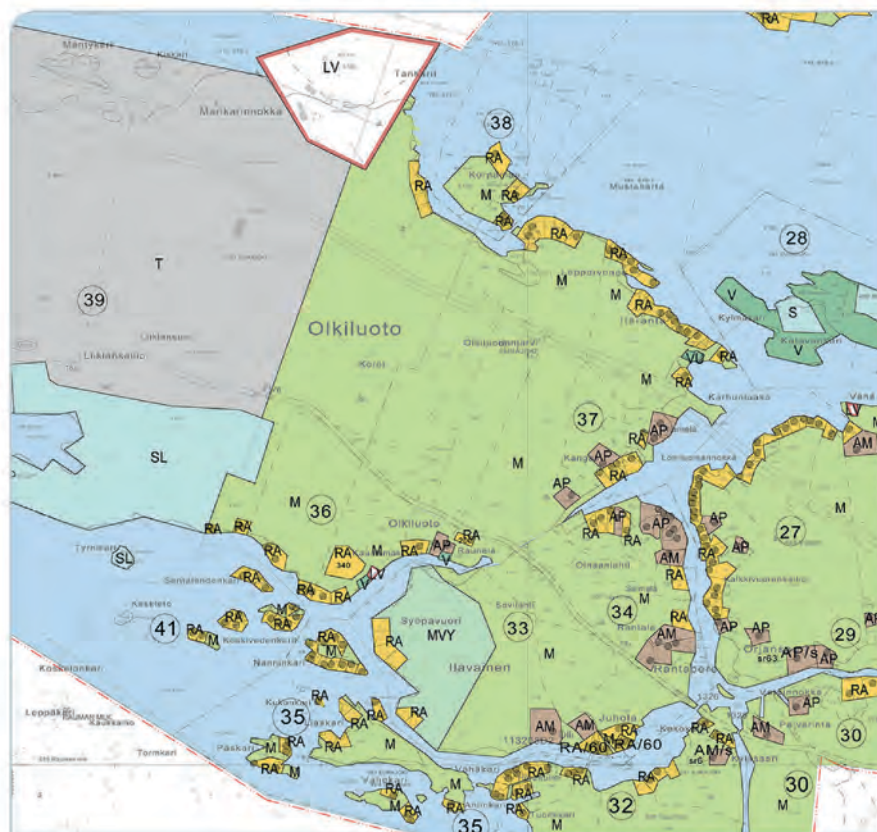
Eurajoen kunnan elinkeinorakenteessa palveluilla ja jalostuselinkeinolla sekä maa- ja metsätaloudella on merkittävä asema. TVO on kunnan suurin työnantaja. Ydinvoimalaitoksella on hakijan palveluksessa noin 900 henkilöä, minkä lisäksi runsaat 300 aliurakoitsijoiden henkilöä työskentelee Olkiluodossa. Vuosihuoltojen aikana voimalaitoksella työskentelee normaali- vahvuuden lisäksi yleensä noin 1 000 henkilöä.

3. ASUTUS OLKILUODOSSA

Lähimmät asuinrakennukset sijaitsevat noin kolmen kilometrin päässä voimalaitosalueelta. Pysyvään asumiseen tarkoitettuja asuntoja Olkiluodon saarella on neljä. Ilavaisten kylässä, joka sijoittuu Olkiluodon saaren itäpuolelle, on useita pysyvään asumiseen tarkoitettuja asuntoja.

Olkiluodon saarella yksityisessä omistuksessa oleva loma-asutus, yhteensä noin 30 lomakiinteistöä, sijoittuu saaren itäpäähän. Noin viiden kilometrin etäisyydellä voimalaitosalueesta on noin 550 lomakiinteistöä, jotka pääosin sijoittuvat Ilavaisten ja Orjasaaren kyliin.

Kuva 10–2 Rantaosayleiskaavan mukaista loma-asutusta Olkiluodon saaren itäpuolella.



4. MUUT TOIMINNOT

Voimalaitosalueen läheisyydessä Olkiluodossa harjoitetaan vähäisessä määrin pienimuotoista peltoviljelyä, lähinnä Olkiluodon saaren itäosassa. Lähivesillä harjoitetaan kalastusta sekä elinkeinona että harrastuksena.

Olkiluodon saaren pohjoisrannalla on hakijan omistamalla maalla sijaitseva yleisessä käytössä toimiva satama ja telakka, jonne johtaa 6 m syväyksen omaava liikenneviraston ylläpitämä laivaväylä.

Olkiluodon itäosassa sijaitsevalla loma-asutusalueella sijaitsee Raunelan vanha tila, jota TVO on entisöinyt ja kehittänyt perinnetilana edustamaan aikaa Olkiluodossa ennen ydinvoimalaitoksen tuloa saarelle.

Olkiluodossa on tällä hetkellä mahdollisuus järjestää tilapäistä majoitusta ydinvoimalaitoksen tarpeisiin noin 500 henkilölle ja majoituskapasiteettia voidaan tarvittaessa lisätä noin 500 majoitusyksiköllä.

Toiminnot Olkiluodon saaren itäpuolella sijaitsevilla Ilvaisten ja Orja-saaren kylissä (5 km sisällä) ja uuden laitospaikan vaikutukset niihin ovat vähäisiä. Kylien läpi kulkeva liikenne Olkiluotoon kuitenkin lisääntyy rakentamisen aikana.

Varsinaiselle voimalaitosalueelle sijoittuvia toimintoja käsitellään liitteessä 11.

5. KAAVOITUS

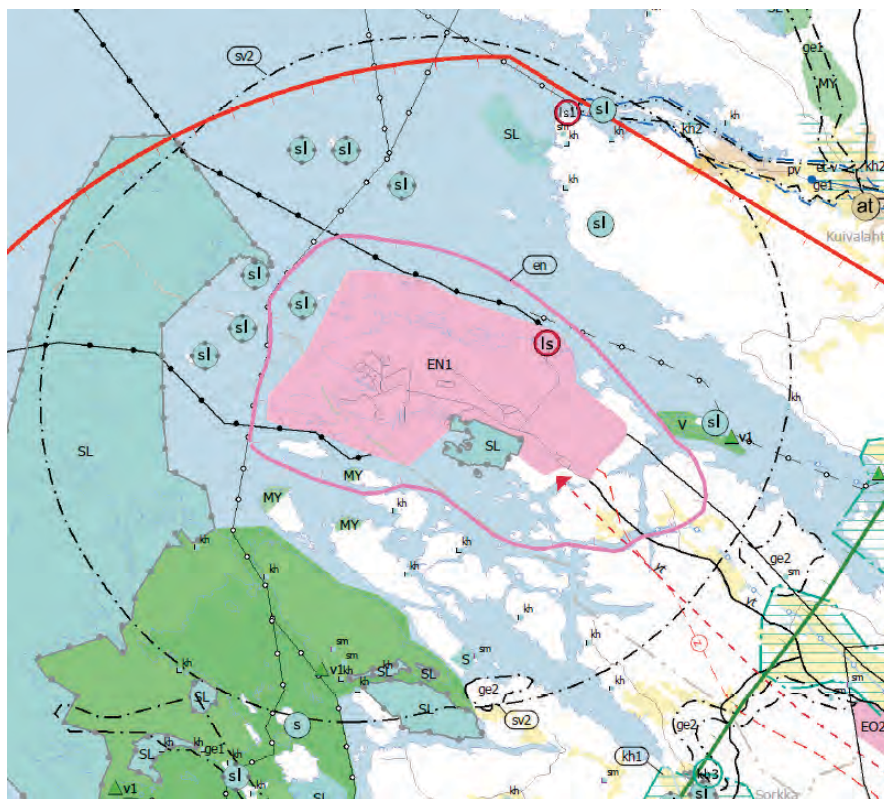
Uuden ydinvoimalaitosyksikön lupakäsittely ja rakentaminen ei edellytä muutoksia Olkiluodon voimassa oleviin kaavoihin. Voimassa olevat kaavat varmistavat edellytykset ydinvoimalaitosyksiköiden turvalliseen toiminnalle pitkällä tähtäyksellä Olkiluodossa.

Aiemmin Satakunnassa voimassa ollut seutukaava on korvattu Satakuntaliiton toimesta laaditulla maakuntakaavalla, jossa on otettu huomioon valtiollan Olkiluodon kaavoitukselle asettamat tavoitteet sekä ydinjätehuollon asettamat vaatimukset.

5.1. Maakuntakaava

Satakunnan maakuntakaavan alueiden käytön tavoitteet perustuvat hyväksytyihin valtakunnallisiin alueiden käyttötavoitteisiin, jotka tulivat lainvoimaisiksi 2001.

Kuva 10-3 Valtakunnalliset alueiden käyttötavoitteet Olkiluodon toiminnan osalta on huomioitu kuvan esittämässä maakuntakaavassa.



Ympäristöministeriö vahvisti Satakunnan maakuntakaavan 30.11.2011. Satakunnan maakuntakaavan laatiminen käynnistettiin Satakuntaliiton toi-

mesta vuoden 2003 helmikuussa. Tuolloin voimassa ollut seutukaava tarkistettiin ja ajantasaistettiin uuden maankäyttö- ja rakennuslain vaatimuksia vastaavaksi maakuntakaavaksi. Satakunnan maakuntakaava saatettiin ympäristöministeriön vahvistettavaksi 1.3.2010. Satakunnan maakuntakaava laadittiin kokonaismaakuntakaavana. Maakuntakaava tukee Olkiluodon voimalaitosrakentamista.

Maakuntakaavassa on otettu huomioon valtiovallan Olkiluodon kaavoitukselle asettamat tavoitteet sekä ydinjätehuollon asettamat vaatimukset. Maakuntakaavassa Olkiluodon voimalaitosalue on määritelty energiahuollon alueeksi (EN). Lisäksi kaavassa osoitetaan Olkiluodon alueelle energiahuollon alue (EN1), jolla osoitetaan ydinvoimaloiden laitosalue energiantuotantoa palvelevia laitoksia, rakennuksia tai rakenteita sekä käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta toteuttavia laitoksia ja rakennuksia varten. Laitosalueen ympärille on osoitettu energiahuollon kehittämisen kohdealue (en), johon energiahuollon toimintojen vuoksi kohdistuu alueiden käyttöön liittyviä kehittämistarpeita. Uloimpana kiertää suojavyöhyke (sv2), jolla osoitetaan ydinvoimalaitosten suojavyöhyke. Maakuntakaavassa osoitetaan myös alueelta lähtevät voimajohtoreitit, seututie, laiva- ja veneväylät sekä alueella olevat suojelualueet.

Maakuntakaavassa on esitetty, että suunnittelussa tulee kiinnittää erityistä huomiota ympäristönsuojelukysymyksiin sekä järjestää radioaktiivisten jätteiden käsittely ja varastointi ehdottoman turvallisesti. Alueelle voidaan maakuntakaavan estämättä sijoittaa ydinvoimalaitosyksiköiden lisäksi myös muuta energiantuotantoa sekä alueen energiantuotantoon perustuvaa teollisuutta. Liiklankarin alue on maakuntakaavassa luonnonsuojelualuetta.

Lähiympäristön maankäyttöön kohdistuu rajoituksia. Sisäministeriön asetuksen (1104/2013) mukaisen liikumis- ja oleskelukieltoalueen sekä itse laitosalueen kulun ja kuljetusten valvontaan on varauduttu.

Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympärille on määritelty noin 20 kilometrin etäisyydelle ulottuva varautumisalue, jolle viranomaisten on laadittava yksityiskohtaiset pelastussuunnitelmat. Varautumisalueella ei saa sijaita sellaista väestömäärää eikä asutuskeskusta, joita koskevia pelastustoimenpiteitä ei voida toteuttaa tehokkaasti. Suojavyöhykkeille asetetut ehdot toteutuvat Olkiluodossa. Suojavyöhykkeellä vakituisesti asuvien määrä ei estä tehokkaita pelastustoimenpiteitä. Laitosta mahdollisesti vaarantavat toiminnot on siirretty riittävän etäälle.

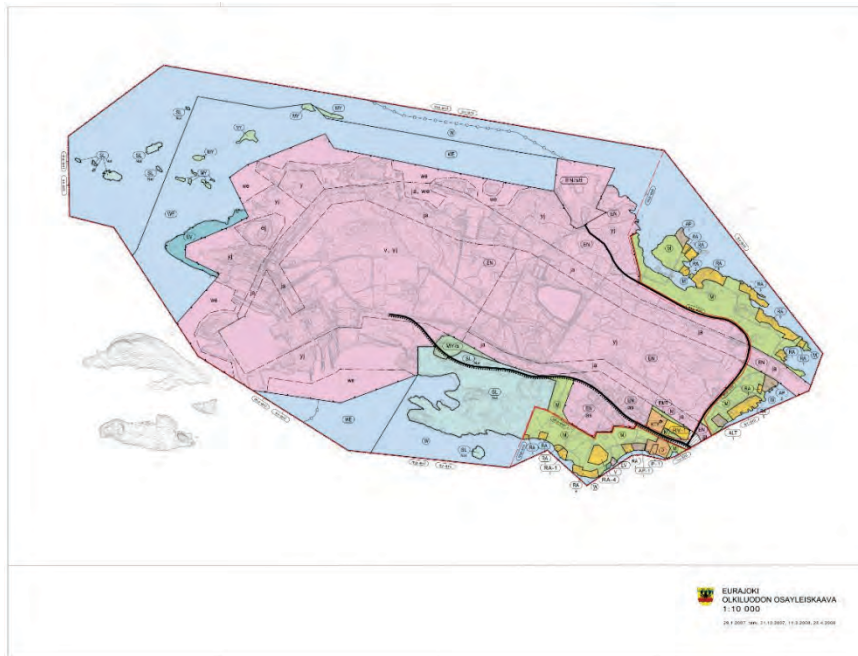
Voimalaitosaluetta ympäröivä suojavyöhyke ulottuu noin 5 kilometrin etäisyydelle laitoksesta. Suojavyöhykkeellä on voimassa maankäyttöön kohdistuvia rajoituksia, kuten rajoituksia sijoittaa tiheää asutusta, sairaaloita tai laitoksia, joissa käy tai oleskelee huomattavia ihmismääriä. Suojavyöhykkeelle ei myöskään tule sijoittaa sellaisia merkittäviä yhteiskunnallisia toimintoja, joihin ydinvoimalaitoksen onnettomuus voisi vaikuttaa. Pysyvien asukkaiden ja loma-asutuksen määrä tulisi YVL A.2 mukaan rajoittaa niin, että alueelle voidaan laatia evakuoinnin mahdollistava pelastussuunnitelma. Asutukseen voidaan vaikuttaa kaavoituksen avulla.

Säteilyturvakeskuksen ohjeessa YVL A.2 määritellään ydinvoimalaitoksen laitosaluetta ympäröivät suoja-alueet. Ydinvoimalaitoksen voimalaitosalue ulottuu paikalliset olosuhteet huomioiden noin kilometrin etäisyydelle laitoksesta. Voimalaitosalueella saa pääsääntöisesti olla vain ydinvoimalaitokseen liittyviä toimintoja. Luvanhaltijalla on oltava mahdollisuus määrätä kaikesta tällä alueella tapahtuvasta toiminnasta.

5.2. Yleiskaava

Olkiluodon alueella on vahvistettu Olkiluodon osayleiskaava ja Rauman pohjoisten rantojen osayleiskaava. Olkiluodon osayleiskaava on lainvoimainen.

Kuva 10-4 Olkiluodon osayleiskaava.



Kaavoituksen tärkeimpänä tavoitteena on ollut ylläpitää maankäytöllisiä edellytyksiä Suomen suurimmalla energiantuotantoalueella ja varata alueet käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen toteuttamiselle siten, että Suomen lainsäädännön ja toiminnan turvallisuudelle asettamat vaatimukset täyttyvät.

5.3. Asemakaava

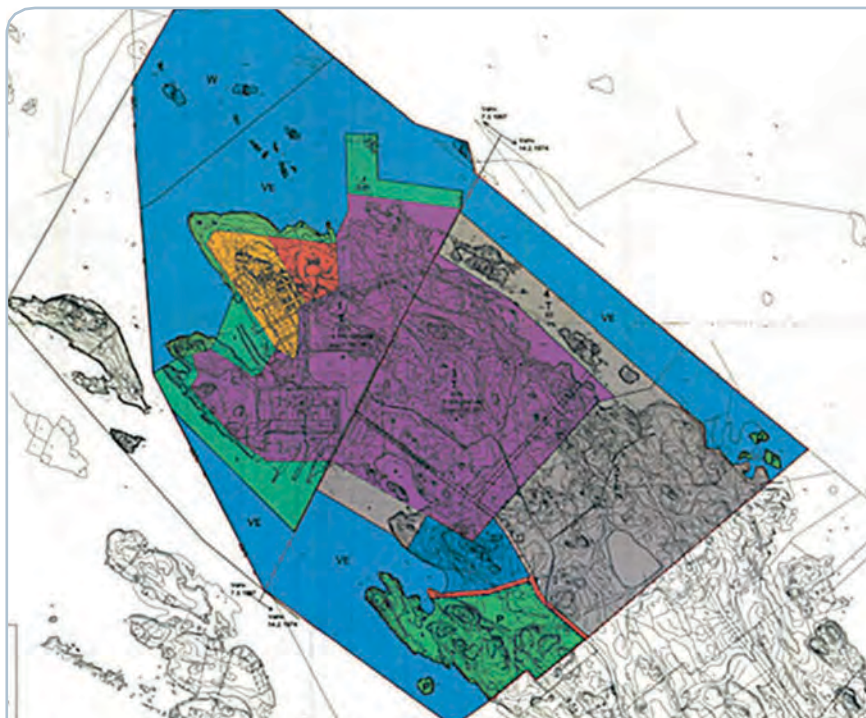
Nykyisten ydinvoimalaitosyksiköiden, rakenteilla olevan ja suunnitellun OL4-laitosyksikön alueella on voimassa asemakaavat, joiden ajantasaisuus on todettu vuonna 2014. Voimalaitosalue on merkitty teollisuus- ja varastorakennuksien korttelialueeksi, jolle saa rakentaa ydinvoimalaitoksia ja muita voimantuotantoon, -jakeluun ja -siirtoon tarkoitettuja laitoksia, laitteita sekä niihin liittyviä rakennuksia, rakennelmia ja laitteita ellei sitä muutoin ole rajoitettu.

Voimassa olevissa Olkiluodon asemakaavoissa on rakennusoikeutta ydinvoimalaitosalueeksi osoitetulla alueella 6,55 miljoonaa m³. Voimalaitosalue sijoittuu Olkiluodon saaren länsipäähän.

Pääosa asemakaavan tarkoittamista vesialueista on vahvistettu vesialueeksi, jota saa käyttää voimalaitosten tarkoituksiin ja jolle teollisuus- ja varastoalueiden kohdalla saa rakentaa voimalaitosten tarvitsemia laitureita ynnä muita rakennelmia ja laitteita. Asemakaavassa on myös osoitettu vesialueet, joilla sallitaan täyttämisen- ja pengertämistöitä.

Eurajoen kunnanvaltuusto hyväksyi käytetyn polttoaineen loppusijoituksen asemakaavan kesäkuussa 2010. Loppusijoitusalueen asemakaavalla osoitetaan alueet ja rakennusoikeus loppusijoituslaitoksen rakennuksia ja rakenteita varten. Asemakaava on lainvoimainen.

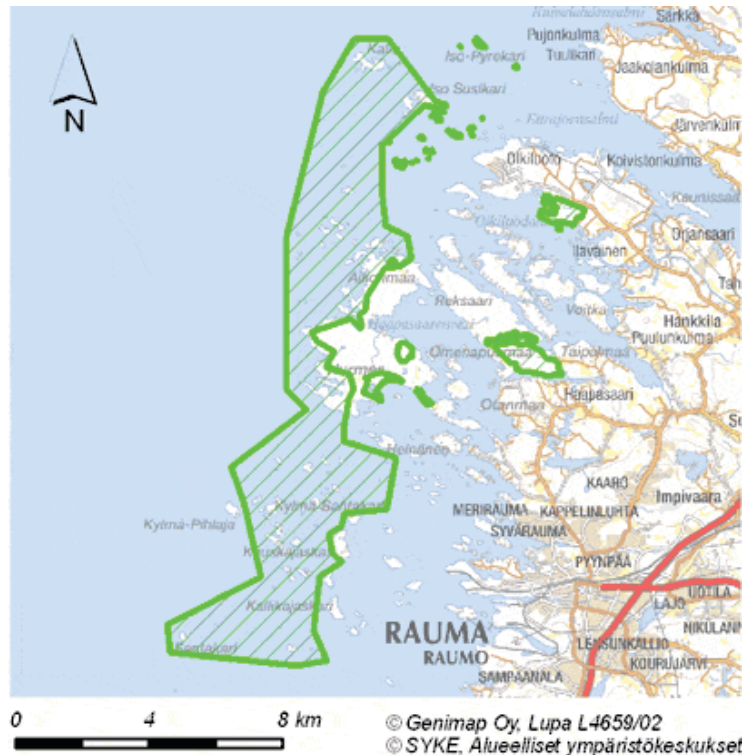
Kuva 10–5 Olkiluodossa voimassa olevat asemakaavat, jossa ydinvoimalaitosyksiköille tarkoitettu alue on merkitty violetin värillä.



Olkiluodon alueella on lisäksi 12.12.2005 hyväksytyt energiantuotantoa palvelevien asuntolarakennusten korttelialueiden kaavat sekä vahvistettu ja ranta-asemakaavoja Olkiluodon saaren itäpuolella.

5.4. Suojelualueet, Natura-alueet

Olkiluodon energiahuollon alueen välittömään läheisyyteen sijoittuu Natura-alueita sekä Olkiluodon saarella että sen edustan merialueilla. Liiklankarin suojelualue sijaitsee etelärannalla saaren keskiosassa. Merellä Natura-alue sijaitsee Olkiluodon länsipuolella lähimmillään noin 2 kilometrin etäisyydellä. Toteutetun Natura-arvioinnin perusteella ydinvoimalaitoksen neljän laitoksen yhteisvaikutuksena ei aiheudu merkittävää haittaa Natura-alueilla suojelluille luontotyypeille.

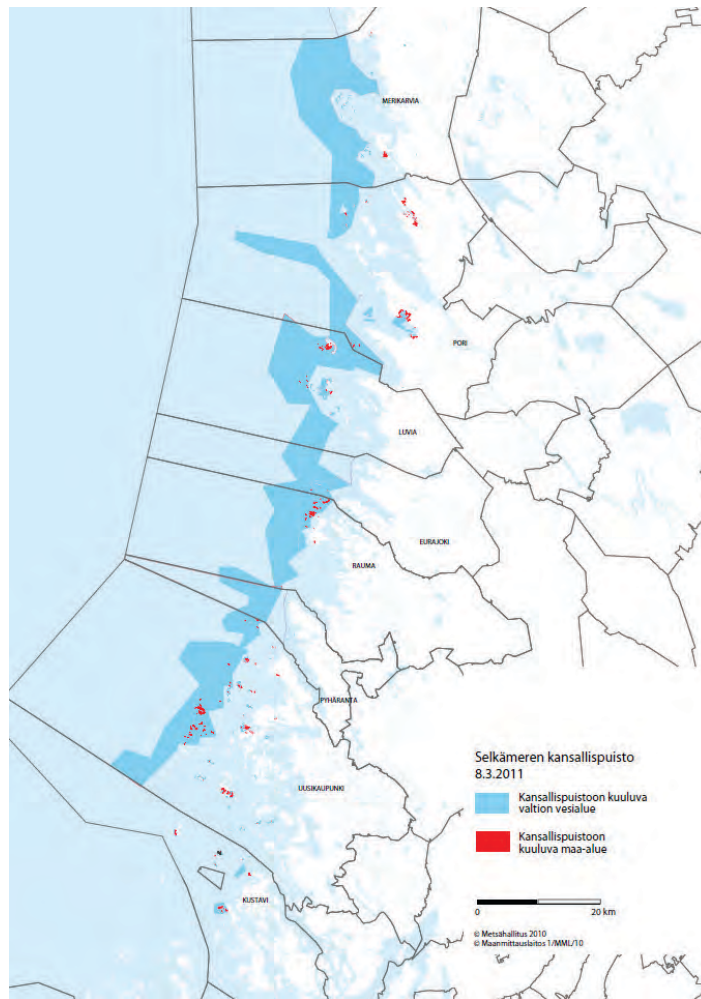
Kuva 10–6 Natura-alueet Olkiluodon alueella ja lähiympäristössä.

5.5. Selkämeren kansallispuisto

Laki Selkämeren kansallispuistosta tuli voimaan 1.7.2011.

Selkämeren kansallispuisto ulottuu Merikarvialta Kustaviin. Kansallispuiston päätarkoituksena on Selkämeren rannikkovyöhykkeen vedenalaisluonnon ja ekosysteemien turvaaminen sekä kalakannan säilyminen elinvoimaisena. Selkämeren kansallispuisto ei ulotu ydinvoimalaitoksen vesialueille. Olkiluoto 4 -hanketta koskeva ympäristövaikutusten arviointiselostus sekä raportti Natura-arvioinnista ovat olleet käytettävissä Selkämeren kansallispuistoa koskevassa lainsäädäntöprosessissa.

Kuva 10–7 Selkämeren kansallispuisto.



ARVIO SUUNNITELLUN SIJAINNIPAIKAN SOPIVUUDESTA TARKOITUKSEENSA OTTAEN HUOMIOON PAIKALLISTEN OLOSUHTEIDEN VAIKUTUS TURVALLISUUTEEN, TURVA- JA VALMIUSJÄRJESTELYT SEKÄ YDINLAITOKSEN VAIKUTUKSET LÄHIYMPÄRISTÖÖNSÄ

SISÄLLYSLUETTELO

0. TÄYDENNYKSIÄ VUODEN 2010 PERIAATEPÄÄTÖKSEN AJANKOHTAAN NÄHDEN
1. YLEISTÄ
2. SIIJOITUSPAIKAN SOPIVUUS
 - 2.1. Ulkoinen infrastruktuuri
 - 2.2. Sisäinen infrastruktuuri
 - 2.3. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus
3. TURVA- JA VALMIUSJÄRJESTELYT SEKÄ YDINLAITOKSEN VAIKUTUKSET LÄHIYMPÄRISTÖÖNSÄ

ARVIO SUUNNITELLUN SIJAINNIPAIKAN SOPIVUUDESTA TAR- KOITUKSEENSA OTTAEN HUOMIOON PAIKALLISTEN OLOSUH- TEIDEN VAIKUTUS TURVALLISUUTEEN, TURVA- JA VALMIUS- JÄRJESTELYT SEKÄ YDINLAITOKSEN VAIKUTUKSET LÄHIYMPÄRISTÖÖNSÄ

0. TÄYDENNYKSIÄ VUODEN 2010 PERIAATEPÄÄTÖKSEN AJANKOHTAAN NÄHDEN

OL4-ydinvoimalaitosyksikköä koskevan, vuonna 2010 voimaan jätetyn, myönteisen periaatepäätöksen jälkeen liitteessä esitetyt tietoja on ajan-tasaistettu vastaamaan nykyhetkeä.

1. YLEISTÄ

Eurajoen Olkiluoto täyttää laitospaikalle asetettavat vaatimukset. Alueiden kaavoituksessa on varauduttu ja tullaan varautumaan myös jatkossa voima-laitosyksiköiden lisärakentamiseen. Suuritehoisen laitosyksikön sijoitus-paikalta edellytetään myös riittävää jäähdytys- ja käyttöveden saantia ja hyviä liikenneyhteyksiä, riittävää alueellista kokoa sekä sopivia geologisia ja topografisia olosuhteita. Nämäkin edellytykset täyttyvät Olkiluodossa hyvin.

Olkiluodon alue on yli 35 vuoden ajan ollut ydinvoimalaitoskäytössä, ja se on osoittautunut hyvin tarkoitukseen soveltuvaksi sijaintipaikaksi. Uuden laitosyksikön sijaintipaikan maankäyttö on sopusoinnussa Olkiluodon saar-en muun maankäytön kanssa ja se tukeutuu hyvin olemassa olevaan jo rakennettuun Olkiluodon infrastruktuuriin. Uusi laitosyksikkö voi käyttää hyväkseen nykyisten laitosyksiköiden käyttöä tukevia toimintoja sekä niitä varten rakennettuja tiloja ja rakennelmia. Uusi laitosyksikkö ei aiheuta maankäytön rajoituksia nykyisistä laitosyksiköistä johtuvien rajoitusten lisäksi.

Vaikutukset ympäristöön ovat vähäisiä ja rajoittuvat lähinnä laitosyksiköiden tarvitseman jäähdytysveden aiheuttamaan meriveden alueelliseen läm-penemiseen ja muuttuneisiin virtausolosuhteisiin.

2. SIJOITUSPAIKAN SOPIVUUS

Uusi laitosyksikkö OL4 tulee sijaitsemaan käytössä olevien ydinvoima-laitosyksiköiden OL1 ja OL2 sekä rakenteilla olevan OL3:n välittömässä läheisyydessä. Voimalaitosalue on voimassa olevassa asemakaavassa osoi-tettu teollisuus- ja varastorakennusten korttelialueiksi, joille kaavamerkin-nän mukaan saa rakentaa ydinvoimalaitoksia sekä muita voimantuotantoon, voimanjakeluun ja voimansiirtoon tarkoitettuja laitoksia, laitteistoja ja lait-teita sekä niihin liittyviä rakennuksia, rakennelmia ja rakenteita, ellei sitä muutoin ole rajoitettu. Kaavassa on myös osoitettu vesialueet, joilla sallit-taan täyttämisen- ja pengertämistöitä ja joille saa rakentaa voimalaitoksen

tarvitsevia laitureita ynnä muita rakennelmia ja laitteita. Uuden voimalaitosyksikön rakentaminen ei edellytä muutoksia kaavoihin.

Olkiluodon nykyisellä voimalaitosalueella on entuudestaan ydinvoimatuotantoon tarvittava infrastruktuuri. Uusi laitosyksikkö tukeutuu pääosiltaan tähän infrastruktuuriin. Uuden voimalaitosyksikön rakentaminen aiheuttaa joitakin uudelleen järjestelyjä voimalaitosalueella, esimerkiksi alueen aitausten, kulkuyhteyksien ja jäähdytysveden oton ja purun osalta. Uusi yksikkö edellyttää myös uuden johtoalueen perustamista ja uuden voimajohdon rakentamista erilleen nykyisestä johtoalueesta Olkiluodossa ja Olkiluodon lähiympäristössä.

Olkiluodon saaren itäosassa on voimassa olevan rantayleiskaavan mukainen maa- ja metsätalousalue sekä saaren itärannalla loma-asutusta. Loma-asutustoiminta Olkiluodossa halutaan edelleen turvata tulevissa kaavoissa. Lomakiinteistöt sijoittuvat viheralueeseen, jossa muu rakentaminen ei ole sallittua. Saaren keski- ja itäosaan etäälle loma-asutusalueesta sijoittuu lähinnä käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitustilojen maanpäällisiä rakennelmia, kuten ilmastointikuiluja ja polttoaineen käsittelyn edellyttämiä rakenteita. Näiden vaikutus loma-asutukseen tulee olemaan etäisyydestä ja toiminnan luonteesta johtuen merkityksetön. Myöskään Olkiluodon länsiosaan sijoittuva voimalaitosyksikkö OL4 ei sellaisenaan aiheuta negatiivisia vaikutuksia loma-asutusalueelle. Lisärakentamisen myötä liikenne Olkiluotoon tulee jonkin verran lisääntymään.

OL4-laitosyksikön vaikutus alueen lähiympäristössä sijaitseviin Natura-alueisiin on tutkimuksin todettu vähäiseksi.

2.1. Ulkoinen infrastruktuuri

OL4-laitosyksikön tarvitsema ulkopuolinen infrastruktuuri muodostuu liikenneyhteyksistä, raakaveden johtamisesta ja sähkön siirrosta kantaverkkoon. Tämä infrastruktuuri on jo nyt pääosin olemassa.

Kuva 11–1 Olkiluodon nykyinen ulkoinen infrastruktuuri on myös OL4:n käytössä ja merkittäviä laajennuksia sekä muutoksia tarvitaan vain sähkön siirron osalta. Johtolinjan sijoitus on esitetty sinisellä katkoviivalla.

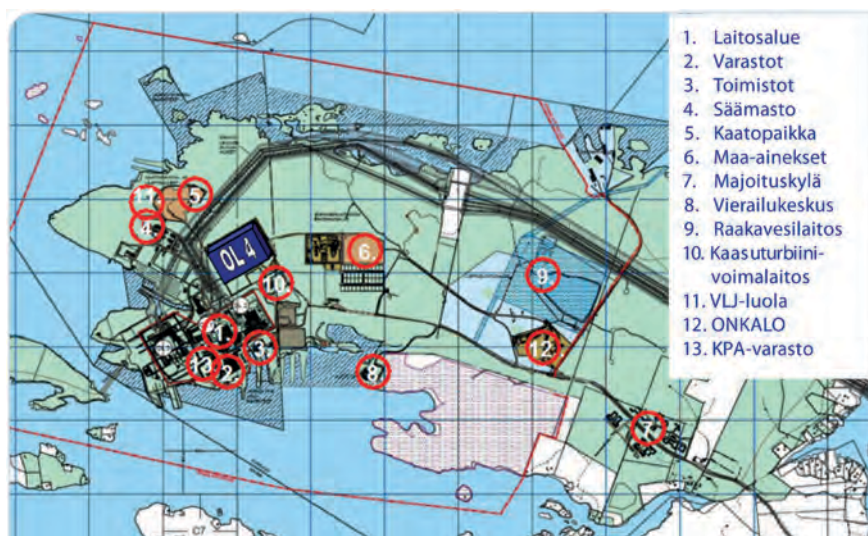


Uuden ydinvoimalaitosyksikön sähkönsiirtoa varten tullaan suunnittelemaan uusi johtoyhteys Olkiluodosta Raumalle saaren eteläosaan kautta erilleen nykyisistä johtoyhteyksistä.

Uuden johtoyhteyden sijainti on huomioitu maakuntakaavassa ja Olkiluodon asemakaavassa.

2.2. Sisäinen infrastruktuuri

Kuva 11–2 Olkiluodon sisäinen infrastruktuuri on helposti laajennettavissa palvelemaan OL4-laitosyksikön rakentamista ja käyttöä.



Uusi laitosyksikkö pystyy tehokkaasti hyödyntämään Olkiluodossa olevaa nykyisten laitosyksiköiden tarpeisiin rakennettua infrastruktuuria. Alueella sijaitsee mm. hallintorakennuksia, koulutuskeskus, vierailukeskus, varastoja, korjaamoja, varalämpölaite, raakavesiallas, raakaveden puhdistamo, suolanpoistolaitos, saniteettivesien puhdistuslaitos, kaatopaikka, urakoitsija-alue, majoituskylä ja kaasuturpiinilaitos.

TVO hoitaa ja vastaa Olkiluodossa kokonaisvaltaisesti kaikesta radioaktiivisten jätteiden käsittelystä ja varastoinnista. Jätehuoltoon tarkoitettuja rakennuksia ja tiloja ovat käytetyn polttoaineen välivarasto (KPA-varasto), matala- ja keskiaktiivisten voimalaitosjätteiden välivarastot (MAJ- ja KAJ-varastot), voimalaitosjätteen loppusijoitustila (VLJ-luola) sekä Posiva Oy:n toimesta rakennettavat käytetyn polttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitos sekä muut rakennukset ja rakenteet. Em. tiloja voidaan käyttää OL4:n ydinjätehuollon tarpeisiin joko sellaisenaan tai tietyin muutoksina.

Alueella on toimivat liikenneyhteydet satamiseen, teineen ja paikoitusalueeseen.

2.3. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus

Hakijan toiminnassa syntyvä käytetty ydinpolttoaine tullaan loppusijoittamaan Olkiluotoon. Olkiluodon saaren keskiosassa Korvensuon altaan eteläpuolella ja Liiklankarin suojelualueen pohjoispuolelle on suunniteltu ra-

kennettavan kapselointi- ja loppusijoituslaitos. Loppusijoitustilojen alue voi ulottua toteutuessaan suurelle osalle Olkiluodon saarta.

3. TURVA- JA VALMIUSJÄRJESTELYT SEKÄ YDINLAITOKSEN VAIKUTUKSET LÄHIYMPÄRISTÖÖNSÄ

OL4-laitosyksikköä koskevat turva- ja valmiusjärjestelyt toteutetaan nykyisten laitosyksiköiden menettelyiden mukaisesti.

Ydinvoimalaitoksen normaali käyttö tai odotettavissa olevat käyttöhäiriöt eivät aiheuta rajoituksia maankäytölle laitosalueen ulkopuolella. Ydinvoimalaitoksen ympäristössä varaudutaan kuitenkin vakavan onnettomuuden mahdollisuuteen laatimalla lähialueiden käyttöä ja väestön suojelua koskevia suunnitelmia.

Ydinvoimalaitoksen niin kutsuttu laitosalue määritellään Säteilyturvakeskuksen ohjeessa YVL A.2 alueeksi, jolla saa olla pääsääntöisesti vain voimalaitokseen liittyviä toimintoja. Laitosalueella, joka käsittää sekä maan- että vesialueita, voi kuitenkin harjoittaa kalastusta, retkeilyä ja muuta vapaa-ajan toimintaa siten, että ydinvoimalaitoksen käyttäjän on kyettävä valvomaan aluetta. Voimalaitosalue on pyritty ulottamaan noin yhden kilometrin etäisyydelle laitospaidasta, mutta arvo on ohjeellinen ja ratkaistaan erikseen kussakin erityistapauksessa.

Olkiluodon alueen turvallisuuteen on varauduttu sallimalla vain rajoitetusti jokamiehen oikeuksia Olkiluodon maa- ja lähivesialueilla. Edellä mainittuun ohjeen YVL A.2 mukaiseen laitosalueeseen kohdistuu kulku- rajoituksia erikseen haettavan sisäministeriön päätöksen mukaisesti. Saman ohjeen mukaan pysyvien asukkaiden ja loma-asutuksen määrä viiden kilometrin etäisyydelle laitoksesta tulisi rajoittaa niin, että kyseiselle alueelle voidaan laatia asianmukainen pelastussuunnitelma.

Laitosaluetta ympäröi maakuntakaavassa esitetty suojavyöhyke, joka ulottuu noin viiden kilometrin etäisyydelle laitoksesta. Suojavyöhykkeellä on voimassa maankäyttöön kohdistuvia rajoituksia. Vyöhykkeelle ei tulisi sijoittaa tiheää asutusta, sairaaloita tai yleensä laitoksia, joissa käy tai oleskelee huomattavia ihmismääriä. Suojavyöhykkeelle ei myöskään tule sijoittaa sellaisia yhteiskunnallisesti merkittäviä toimintoja, joihin ydinvoimalaitoksen onnettomuus voisi vaikuttaa.

YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTIMENETTELYSTÄ ANNETUN LAIN MUKAISESTI LAADITTU ARVIOINTISELOS- TUS JA YHTEYSVIRANOMAISEN LAUSUNTO ARVIOIN- TISELOSTUKSESTA SEKÄ SELVITYS SUUNNITTELUPE- RUSTEISTA, JOITA HAKIJA AIKOO NOUDATTAA YMPÄ- RISTÖVAHINKOJEN VALTTAMISEKSI JA YMPÄRISTÖRASI- TUKSEN RAJOITTAMISEKSI

SISÄLLYSLUETTELO

0. TÄYDENNYKSIÄ VUODEN 2010 PERIAATEPÄÄTÖKSEN AJANKOHTAAN
NÄHDEN
1. YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTI
2. RADIOAKTIIVISET AINEET
 - 2.1. Eristysperiaate
 - 2.2. Normaalikäytön ja käyttöhäiriöiden päästöt
 - 2.3. Onnettomuustilanteiden päästöt
 - 2.4. Ympäristövaikutusten analysointimenetelmät
 - 2.5. Toimenpiteet ympäristövaikutusten vähentämiseksi
 - 2.6. Tarkkailuohjelma
3. JÄÄHDYTYS- JA JÄTEVEDET
 - 3.1. Kuormitus
 - 3.2. Kuormituksen ympäristövaikutukset
 - 3.3. Ympäristövaikutusten analysointimenetelmät
 - 3.4. Toimenpiteet ympäristövaikutusten vähentämiseksi
 - 3.5. Tarkkailuohjelma
4. MUUT YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET
5. JOHTOPÄÄTÖKSET

LIITTEET

Liite 12.1. Olkiluodon ydinvoimalaitoksen laajentaminen neljännellä laitosyksiköllä,
Ympäristövaikutusten arviointiselostus, 23.1.2008.

Liite 12.2. Olkiluodon ydinvoimalaitoksen laajentaminen neljännellä laitosyksiköllä,
Yhteysviranomaisen lausunto ympäristövaikutusten arviointiselostuksesta,
19.6.2008.

YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTIMENETTELYSTÄ ANNETUN LAIN MUKAISESTI LAADITTU ARVIOINTISELOS- TUS JA YHTEYSVIRANOMAISEN LAUSUNTO ARVIOIN- TISELOSTUKSESTA SEKÄ SELVITYS SUUNNITTELUPE- RUSTEISTA, JOITA HAKIJA AIKOO NOUDATTAA YMPÄ- RISTÖVAHINKOJEN VALTTAMISEKSI JA YMPÄRISTÖRASI- TUKSEN RAJOITTAMISEKSI

0. TÄYDENNYKSIÄ VUODEN 2010 PERIAATEPÄÄTÖKSEN AJANKOHTAAN NÄHDEN

Suunnitellun uuden ydinvoimalaitoksen tehotasossa tai sen ympäristövaikutuksissa, Olkiluodon voimalaitoksen toiminnoissa tai Olkiluodon lähi-alueella ei ole tapahtunut tai toteutettu sellaisia muutoksia, joilla olisi vaikutusta toteutetun ympäristövaikutusten arvioinnin tuloksiin tai johtopäätöksiin. Olkiluoto 4 -hanketta koskeva ympäristövaikutusten arviointiselostus sekä raportti Natura-arvioinnista ovat olleet käytettävissä Selkämeren kansallispuistoa koskevassa lainsäädäntöprosessissa.

Myöskään YVA-lainsäädännössä tai Suomen sitovissa kansainvälisissä sopimuksissa (ns. Espoon sopimus, 1991) ei ole Olkiluoto 4-hanketta koskevan ympäristövaikutusten arviointimenettelyn jälkeen tapahtunut sellaisia muutoksia, joiden perusteella ympäristövaikutusten arviointiselostus olisi päivitettävä tai menettely toteutettava uudelleen.

Olkiluodon saaren ja Kuusisenmaa -nimisen saaren välille suunnitellulle penkereelle edellytetty ympäristölupa on lainvoimainen. Penkereen toteutusta ei ole käynnistetty.

TVO katsoo, ettei Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön rakentamista koskevan periaatepäätöksen täydennyslakemus edellytä YVA-lain mukaisen arvioinnin päivittämistä tai uudelleen toteutusta.

TVO on pyytänyt YVA-yhteysviranomaisena toimivalta työ- ja elinkeinoministeriöltä lausuntoa, onko uuden määräajan asettaminen Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitoksen rakentamislupahakemuksen jättämiselle sellainen YVA-lain 4 §:ssä tarkoitettu hankemuutos, josta Suomea velvoittavan kansainvälisen sopimuksen täytäntöön paneminen edellyttää osittain uudestaan tehtävää arviointia taikka, josta saattaa aiheutua merkittäviä haitallisia ympäristövaikutuksia Suomen luonnon ja muun ympäristön erityispiirteiden vuoksi.

1. YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTI

Ympäristövaikutusten arviointimenettely (YVA-menettely) on järjestelmällinen päätöksentekoa valmisteleva prosessi, jolla pyritään jo hankkeen alkuvaiheessa tuottamaan yhtenäinen ja kattava arvio hankkeen ja sen toteutusvaihtoehtojen vaikutuksista ympäristöön. YVA-menettelyn tavoitteena on myös lisätä kansalaisten tiedonsaantia ja mahdollisuuksia osallistua hankkeen suunnitteluun sekä ilmaista mielipiteensä hankkeesta.

Kattavilla ympäristöselvityksillä on jo pitkät perinteet Olkiluodon alueella. Kun ydinvoimalaitosyksikkö rakennetaan alueelle, jolla on jo ennestään toimivia ydinvoimalaitosyksiköitä, voidaan aikaisempia rakentamis- ja käyttökokemuksia soveltaa suoraan uuden laitoksen ympäristövaikutusten arviointiin.

Suunnitellusta uudesta ydinvoimalaitosyksiköstä on tehty YVA-lain mukainen ympäristövaikutusten arviointi Olkiluodon laitospaikalle.

Olkiluodon ydinvoimalaitoksen laajennushankkeen ympäristövaikutuksia arvioitaessa on selvitetty ensin ympäristön nykytila ja sen jälkeen arvioitu hankkeen aiheuttamia muutoksia ja niiden merkittävyyttä ottaen huomioon Olkiluodossa olevien toimintojen yhteisvaikutukset. Suunnitellun ydinvoimalaitosyksikön ympäristövaikutusten arviointi kattaa laitoksen koko elinkaaren. Arvioinnin tulokset on esitetty ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa. Ympäristövaikutusten arviointiselostus ja yhteisviranomaisen lausunto ympäristövaikutusten arviointiselostuksesta on sisällytetty täydennyshakemusaineistoon liitteinä 12.1 ja 12.2.

Tässä liitteessä 12 on kuvattu lyhyemmin uuden ydinvoimalaitosyksikön ympäristövaikutuksia sekä suunnitteluperusteita ympäristövahinkojen välttämiseksi ja ympäristörasituksen rajoittamiseksi. Ympäristövaikutuksia käsitellään yksityiskohtaisesti siinä vaiheessa kun uudelle laitokselle haetaan ympäristö lupaa.

TVO:ssa on käytössä ympäristöasioiden hallintajärjestelmä, joka on sertifioitu vastaamaan kansainvälisen ISO 14001:2004 -standardin vaatimuksia. Lisäksi Olkiluodon voimalaitoksella on EU-asetukseen perustuva EMAS-rekisteröinti. TVO:n ympäristöjärjestelmä sisältää ympäristönäkökohtien huomioon ottamisen koko ydinenergian tuottamisen elinkaaren osalta ja ympäristönsuojelun tason jatkuvan parantamisen periaatteen.

2. RADIOAKTIIVISET AINEET

2.1. Eristysperiaate

Ydinvoimalaitoksen lämmöntuotto prosessi perustuu uraaniytimien halkeamiseen, joka tapahtuu ydinreaktorin polttoaineessa. Tässä prosessissa syntyy radioaktiivisia aineita, jotka eristetään ympäristöstä monen sisäkkäisen suojakerroksen avulla.

Polttoaine on kaasutiiviisiin suojakuoriin suljettuna reaktorin paineastian sisällä. Polttoaineen suojakuori ja reaktorin paineastia siihen liittyvine jäähdytysveden kiertopiireineen muodostavat kaksi sisäkkäistä suojakerrosta polttoaineen ympärille. Reaktorin suojarakennus toimii kolmantena ja ulommaisena suojakerroksena polttoaineen sisältämän radioaktiivisuuden ja ympäristön välillä.

Ydinvoimalaitoksen käyttämän polttoaineen tilavuus verrattuna sen sisältämään energiamäärään on erittäin pieni. Lämpöä tuottava prosessi ei toimiakseen tarvitse yhteyttä ympäristöön. Tämä mahdollistaa edellä kuvattu-

jen suojakerrosten avulla toteutetun eristysperiaatteen. Sen mukaan polttoaineessa syntyvät radioaktiiviset aineet, jotka ovat hallitseva osa ydinvoimalaitosprosessissa kaikkiaan syntyvästä aktiivisuusmäärästä, pysyvät pienen tilavuuteen rajoitettuina laitoksen sisällä.

Polttoaineen radioaktiivisuuden verrattuna vähäinen määrä radioaktiivisia aineita syntyy reaktorin sisällä virtaavassa jäähdytysvedessä sen kulkiessa reaktorisydämen läpi. Reaktorin jäähdytysveteen joutuvat myös polttoaineen suojakuorissa mahdollisesti esiintyvien vuotojen kautta polttoaineesta vapautuvat aineet. Tämä aktiivisuus pysyy reaktorijärjestelmässä tai poistetaan siitä muihin suljettuihin järjestelmiin, esimerkiksi reaktoriveden puhdistusjärjestelmään, minkä jälkeen radioaktiiviset aineet käsitellään ydinjätehuollon menetelmin.

Samaa eristämisperiaatetta sovelletaan ydinvoimalaitoksen jätehuollossa. Radioaktiiviset jätteet varastoidaan pakattuina ja valvottuina siten, että niistä ei vapaudu päästöjä ympäristöön. Jätteet loppusijoitetaan kallioperään varmistamalla jätepakkausten ja niitä ympäröivien teknisten suojakerrosten avulla niiden pitkäaikainen eristäminen elollisesta ympäristöstä. Teknisten suojakerrosten menettäessä pitkän ajan kuluttua eheytensä, on jätteiden aktiivisuus alentunut murto-osaan alkuperäisestä ja niistä ympäristöön vapautuvat aktiivisuusmäärät ovat vähäisiä ympäristön säteilyrasituksen kannalta. Uuden laitoksen ydinjätehuoltoa on käsitelty hakemuksen liitteessä 14.

2.2. Normaalikäytön ja käyttöhäiriöiden päästöt

Käytön aikaisia radioaktiivisten aineiden päästöjä syntyy käsiteltäessä esimerkiksi reaktorin jäähdytysjärjestelmästä poistettua vettä tai kaasuja puhdistusjärjestelmissä. Kaasumaisten aineiden aktiivisuuden vähentäminen ennen niiden päästöä ympäristöön perustuu pääosin viivästämiseen, jolloin lyhytikäiset radionuklidit ehtivät menettää suuren osan aktiivisuudestaan ennen päästöä ympäristöön.

Vesipäästöjen aktiivisuuden rajoittamiseksi ympäristöön päästettävät vedet puhdistetaan suodattamalla tai haihduttamalla.

Kaikki radioaktiivisuutta sisältävät järjestelmät sijoitetaan säteilyvalvottuun alueeseen kuuluviin laitostiloihin. Valvottuun alueen vuoto- ja viemäri-vedet johdetaan keruusäiliöihin, joista ne voidaan ohjata puhdistettaviksi tai aktiivisuuden ollessa riittävän alhainen, päästettäväksi ympäristöön. Valvottu alue pidetään ilmastointijärjestelmän avulla alipaineisena ulkoilmaan verrattuna. Ilmastoinnin poistovirtaus suodatetaan tarvittaessa ja ohjataan laitoksen ilmastointipiippuun, jossa poistoilman aktiivisuustasoa valvotaan.

Radioaktiivisten aineiden käsittely- ja puhdistusjärjestelyt toteutetaan siten, että normaalin käytön ja odotettavissa olevien käyttöhäiriöiden aiheuttamat päästöt voidaan pitää niin alhaisina, että päästöistä ympäristön asukkaille aiheutuva säteilyannos jää murto-osaan ydinvoimalaitosten turvallisuutta koskevista yleisistä määräyksistä annetussa valtioneuvoston asetuksessa

(VNA 717/2013) määritellyistä raja-arvoista. Normaalikäytön päästöille raja-arvo on 0,1 millisievertiä vuodessa. Odotettavissa olevia käyttöhäiriöitä koskeva raja-arvo on samoin 0,1 millisievertiä vuodessa. Samalla laitospaikalla sijaitsevien laitosesiköiden sallitut radioaktiivisten aineiden päästörajat määritetään siten, että päästöt eivät yhteensä aiheuta raja-arvoa ylittävää annosta.

Suunnitellun voimalaitosesikön normaalikäytön päästöistä aiheutuvan säteilyannoksen lähiympäristön asukkaalle arvioidaan olevan alle 0,001 millisievertiä vuodessa eli samaa suuruusluokkaa kuin nykyisten esiköiden aiheuttama annos. Tämä annos on alle 1 % raja-arvosta ja alle 0,03 % suomalaisten muista säteilylähteistä vuodessa saamasta keskimääräisestä säteilyannoksesta. Suomalaiset saavat vuosittain keskimäärin noin 3,7 millisievertin suuruisen säteilyannoksen. Suurin osa tästä aiheutuu luonnon säteilylähteistä, joista merkittävin on huoneilmaan maaperästä erittyvä radioaktiivinen radonkaasu. Muu altistus tulee pääosin avaruudesta ja maaperästä tulevasta taustasäteilystä, ravinnosta, rakennusmateriaaleista ja terveydenhuollon toimenpiteistä. Luonnon taustasäteilyn aiheuttaman säteilyannoksen suuruus vaihtelee alueittain. Esimerkiksi maaperästä ja rakennuksista peräisin olevan ulkoisen säteilyn aiheuttama annos Suomen eri paikkakunnilla vaihtelee välillä 0,17–1,0 millisievertiä.

Uuden laitosesikön ympäristön asukkaille aiheuttamasta vuotuisesta alle 0,001 millisievertin suuruista säteilyannoksesta seuraa teoreettinen syöpäriski, joka on merkityksetön luonnollisen säteilyn keskimäärin noin 3 millisievertin vuotuisen annoksen aiheuttamaan riskitasoon ja sen alueellisiin vaihteluihin verrattuna.

Yhteenvetona voidaan todeta, että uudelta voimalaitosesiköltä ympäristöön normaalikäytön aikana päästettävien radioaktiivisten aineiden määrät ovat niin pieniä, ettei niillä ole ihmisen terveyden kannalta merkitystä.

2.3. Onnettomuustilanteiden päästöt

Onnettomuuksien ehkäisemiseksi ja niiden seurausten rajoittamiseksi noudatetaan laitosesikön suunnittelussa, rakentamisessa ja käytössä turvallisuusperiaatteita ja -määräyksiä, joita on selvitetty hakemuksen liitteessä 8.

Laitosesikön suunnittelun perustana olevissa oletetuissa onnettomuuksissa tarkastellaan muun muassa tilanteita, joissa reaktorin jäähdytysjärjestelmään syntyy vuoto ja turvallisuusjärjestelmät toimivat suunnitellulla tavalla. Näissä onnettomuustilanteissa ympäristössä ei tarvitse ryhtyä oleskelua ja elintarvikkeiden käyttöä koskeviin tai muihin rajoituksiin. Ympäristön asukkaalle aiheutuva säteilyannos ei saa ylittää VNA 717/2013 oletetulle onnettomuudelle määriteltyä raja-arvoa 5 millisievert sekä oletetun onnettomuuden laajenukselle määritettyä raja-arvoa 20 millisievert. Raja-arvot koskevat yksilölle onnettomuutta seuraavan vuoden pituisen jakson aikana aiheutuvia annoksia. Kyseinen oletetulle onnettomuudelle asetettu annosraja vastaa keskimääräisen suomalaisen runsaan vuoden aikana muista säteilylähteistä saamaa annosta. Jos keskimääräinen suomalainen kerran elinaikanaan saa oletetun onnettomuuden raja-arvoa vastaavan annoksen, hänen elinikäinen säteilyrasituksensa nousee noin 2 %:lla. Muutos on pieni

verrattuna esimerkiksi luonnollisen radioaktiivisuuden aiheuttaman elinikäisen annoksen vaihteluun eri alueilla Suomessa.

Vakavan reaktorionnettomuuden tapauksessa oletetaan, että laitoksen turvallisuusjärjestelmät eivät toimi reaktorijärjestelmän vuodon tai muun vaurion synnyttämässä tilanteessa. Tällöin voi olla seurauksena reaktorisydämen vakava vaurioituminen, jolloin suuri osa polttoaineen sisältämistä radioaktiivisista aineista vapautuu suojarakennukseen. Suunnitteluvaatimusten mukaan suojarakennuksen on rajoitettava ympäristöön pääsevän radioaktiivisuuden määrä VNA 717/2013:ssa määritellyn raja-arvon alapuolelle. Vakavan reaktorionnettomuuden päästölle asetettu raja-arvo on sellainen, että tällaisessakaan tapauksessa ei aiheutuisi välittömiä terveyshaittoja ympäristön väestölle eikä pitkäaikaisia rajoituksia laajojen maa-alueiden käytölle.

Rakentamis- ja käyttöluvapahakemusvaiheissa osoitetaan yksityiskohtaisten analyysien avulla, että laitos täyttää VNA 717/2013:ssa onnettomuustilanteille asetetut vaatimukset. Tähän sisältyy myös sen seikan osoittaminen, että mahdollisuus vakavaa reaktorionnettomuutta koskevan raja-arvon ylitymiseen on erittäin pieni.

2.4. Ympäristövaikutusten analysointimenetelmät

Radioaktiivisten aineiden kulkeutumisen arvioimiseen vesiympäristössä, ilmakehässä, ravintoketjuissa jne. on käytettävissä vakiintuneita laskentamalleja. Niiden avulla voidaan ympäristön säteilyannokset laskea mitattujen ja ennakoitujen päästömäärien avulla. Mallit ottavat huomioon kaikki tärkeät reitit, joiden kautta päästöjen radioaktiiviset aineet voivat vaikuttaa ihmiseen. Malleissa tarvittavat ympäristöä ja asukkaiden elintapoja koskevat tiedot on selvitetty voimalaitosta ympäröivän alueen paikallisilla tutkimuksilla. Ilmassa tapahtuvan kulkeutumisen laskemiseen on laitospaikalla käytettävissä säämaston laitteilla jatkuvasti rekisteröidyt meteorologiset tiedot.

Ympäristöä ja sen hyväksikäyttöä koskevien muuttujien suuren vaihtelevuuden takia ei annoslaskumallilla ole mahdollisuutta päästä suureen tarkkuuteen. Tämä korvataan valitsemalla mallien muuttujille sellaisia numeroarvoja, jotka vaikuttavat päästöistä laskettua säteilyannosta suurentavasti. Tämän annoksia yliarvioivan eli niin sanotusti konservatiivisen lähestymistavan avulla pyritään varmistamaan se, että todelliset ihmisille aiheutuvat annokset ovat aina laskettuja arvoja pienemmät.

2.5. Toimenpiteet ympäristövaikutusten vähentämiseksi

Radioaktiivisuuspäästöjen ympäristövaikutusten pitäminen pieninä perustuu edellä kuvatun eristysperiaatteen mukaiseen päästöjen minimoimiseen. Laitoksen vesienkäsittely- ja poistokaasujärjestelmät suunnitellaan tätä silmällä pitäen.

Ympäristöön päästettävät vedet ja kaasut puhdistetaan tehokkaasti erottamalla niiden sisältämä radioaktiivisuus esimerkiksi suodattimiin, jotka säi-

lytetään kiinteinä ydinjätteinä ympäristöstä eristettyinä. Käytön aikana ympäristöön päästetään niin vähän aktiivisuutta, että sen vaikutus ympäristön säteilyannoksena on merkityksetön.

Laitoksen turvallisuusjärjestelmillä pyritään takaamaan se, että päästöt ovat hallittavissa myös onnettomuustilanteissa. Silti varaudutaan myös toimenpiteisiin, jotka onnettomuustilanteessa voidaan käynnistää väestön tarpeetoman säteilyrasituksen välttämiseksi. Voimalaitoksen käyttäjän oma valmiusorganisaatio varautuu suorittamaan onnettomuustilanteissa tarvittavat säteilymittaukset laitosalueella ja sen läheisyydessä, antamaan tarvittavat hälytykset lähialueelle ja viranomaisille sekä arvioimaan onnettomuudesta mahdollisesti aiheutuvien päästöjen vaikutukset ympäristön säteilyannoksina. Viranomaisten pelastuspalveluorganisaatio vastaa onnettomuustilanteessa mahdollisesti tarpeelliseksi katsottavista väestön suojaustoimenpiteistä.

2.6. Tarkkailuohjelma

Ydinvoimalaitoksen radioaktiivisten aineiden päästöt tapahtuvat valvottujen päästöreittien kautta. Päästöjen kokonaisaktiivisuus ja nuklidikoostumus mitataan. Päästöjen aiheuttamien annosten suoranainen mittaaminen ympäristössä on mahdotonta johtuen niiden pienuudesta verrattuna luonnossa vallitsevaan taustasäteilyyn ja sen vaihteluihin. Päästöjen aiheuttamia radioaktiivisuuspitoisuuksia valvotaan ympäristön säteilytarkkailuohjelmalla, johon liittyen muun muassa määritetään vuosittain yli 300 ympäristönäytteen aktiivisuuspitoisuus.

3. JÄÄHDYTYS- JA JÄTEVEDET

3.1. Kuormitus

Ydinvoimalaitosyksiköltä mereen johdettavan lämpökuorman suuruus riippuu laitosyksikön tehosta ja hyötysuhteesta. Sähköteholtaan 1 000 – 1 800 MW:n ydinvoimalaitos tarvitsee jäähdytysvettä noin 40–60 m³/s. Vesi kulkee putkistossa turpiinin lauhduttimen läpi ja palautuu mereen noin 12°C lämmenneenä. Uuden laitosyksikön kokonaishyötysuhde on noin 35–40 %.

Voimalaitosalueella syntyviä jätevesiä ovat raakaveden käsittelylaitoksen ja suolanpoistolaitoksen vedet, nestemäisten jätteiden käsittelylaitoksen vedet, ketjukorisuodattimien huuhteluvedet, saniteettijätevedet ja pesuloiden jätevedet. Jätevesijakeet käsitellään asianmukaisesti joko mekaanisin, kemiallisin tai biologisin keinoin tai näiden yhdistelmillä ennen niiden johdattamista mereen. Jätevedet aiheuttavat merialueelle vähäistä typen, fosforin ja happea kuluttavan aineen kuormitusta.

Kuva 12–1 Valokuviasovite Olkiluodon alueesta. Etualalla vasemmalla näkyy OL3-laitosyksikkö. OL4 sijoittuu nykyisten laitosyksiköiden OL1 ja OL2 taakse ja on sijoitettu kuvassa ensisijaiselle laitospaikkavaihtoehdolle. Jäähdytysvesi on kuvassa esitetty otettavan Olkiluodon saaren eteläpuolelta nykyisten laitosyksiköiden ottojen oikealta puolelta ja purettavan nykyiseen purkupaikkaan saaren länsipuolelle.



3.2. Kuormituksen ympäristövaikutukset

Laitospaikkaa ympäröivät vesialueet mahdollistavat uuden laitosyksikön edellyttämän jäähdytysveden riittävän saannin ja jäähdytysveden purkamisen takaisin mereen. OL4:n myötä jäähdytysvesimäärä lisääntyy, jolloin lämmenneen merialueen ja talvella sulana pysyvän alueen koko kasvaa suunnilleen suoraan verrannollisena mereen menevään lämpötehoon.

Jäähdytysvesien aiheuttama meriveden lämpötilan nousu ja lämmenneen alueen koko vaihtelevat säätilan, vuodenajan ja voimalaitoksen käyttöasteen mukaan. Neljän laitosyksikön yhteisvaikutuksena aiheutuva veden lämpötilan enintään 1 °C nousu voidaan havaita pintavesissä noin 10 kilometrin etäisyydellä purkupaikasta. Merkittävä lämpötilan nousu rajoittuu purkupaikan lähialueen vesiin. Huomattavimmin jäähdytysvedet vaikuttavat talvella laitospaikan ympäristön jäätilanteeseen.

Jäähdytysvesien vaikutukset meriveden muihin ominaisuuksiin jäävät saatujen kokemusten mukaan lieviksi. Olkiluodon edustan merialueella happitilanne on lähes poikkeuksetta ollut pohjan läheisyydessäkin hyvä, eikä tilanteen arvioida oleellisesti muuttuvan lisääntyvän lämpökuorman takia. Lämpökuorman aiheuttamat biologiset vaikutukset näkyvät laajentuneen jäättömänä pysyvän alueen pidentyneenä kasvukautena ja lisääntyvänä kokonaistuotantona.

Jäähdytysvesien aiheuttamien vaikutusten alueen kalakantoihin arvioidaan säilyvän nykyisen kaltaisina. Kalastuksen kannalta jäähdytysvesien merkittävin vaikutus ajoittuu talvikauteen, jolloin Olkiluodon edustan sulan ja heikon jään alue rajoittaa jäältä tapahtuvaa kalastusta. Jäähdytysvesien ei

arvioida kokonaisuutena aiheuttavan merkittäviä tai laaja-alaisia haittoja alueen kalakannoille. Kalojen käyttökelpoisuuteen jäähdytysvesillä ja niiden seurannaisvaikutuksilla ei arvioida olevan vaikutusta.

Lisääntyvän jätevesikuormituksen arvioidaan jäävän niin pieneksi, ettei siitä aiheutuvia vaikutuksia todennäköisesti voida erottaa alueen muusta ravinne- ja kiintoainekuormituksesta.

3.3. Ympäristövaikutusten analysointimenetelmät

Mallilaskelmat jäähdytysvesien leviämisestä sekä arvio lämpökuorman vaikutuksista purkualueen ympäristön lämpötiloihin ja jäätilanteeseen on laadittu Suomen Ympäristövaikutusten Arviointikeskus Oy:ssä (YVA Oy) kehitetyllä kolmiulotteisella virtausmallilla. Mallinnuksella on tarkasteltu eri otto- ja purkupaikkavaihtoehtojen välisiä eroja. Tuloksena on saatu perusteelliset leviämislaskelmat vaikutusarvioiden pohjaksi. Tarkastelu on kattanut nykyisten laitossyöksiköiden jäähdytysvedet, rakenteilla olevan OL3:n jäähdytysvedet ja suunnitellun OL4-laitossyöksikön jäähdytysvedet.

3.4. Toimenpiteet ympäristövaikutusten vähentämiseksi

Nykyisten laitossyöksiköiden käytöstä saatujen kokemusten ja yllä mainitun virtausmallin antamien tulosten perusteella Olkiluoto on soveltuva paikka uudelle laitossyöksikölle. Kun jäähdytysvesi puretaan kohti avomerta, saadaan aikaan tehokas sekoittuminen, mikä auttaa pitämään lämmenneen merialueen mahdollisimman pienenä. Olkiluodossa tämä on toteutettavissa lyhyillä jäähdytysvesiteillä, jolloin niiden rakentamisesta ja veden pumppaukseen kuluva energia aiheuttavat haitat ovat mahdollisimman pienet. Uuden laitossyöksikön jäähdytysvesitiet voidaan sijoittaa lähelle nykyisten laitossyöksiköiden jäähdytysvesiteitä, jolloin minimoidaan luonnontilansa menettävän alueen laajuus. Uusi laitossyöksikkö ei nosta mereen menevän jäähdytysveden lämpötilaa nykyiseen nähden. Jäähdytysvesitiet sijoitetaan siten, että lämpimän purkuveden takaisin kierto jäähdytysveden ottopuolelle jää mahdollisimman vähäiseksi. Jäähdytysvesijärjestelyjä tarkastellaan yksityiskohtaisemmin uuden laitossyöksikön ympäristölupamenettelyssä.

Syntyvien jätevesien määrä minimoidaan veden käytön suunnittelulla ja kierrätyksellä. Jätevesien käsittelyn kapasiteetti kattaa myös uuden laitossyöksikön rakentamisen ajan, jolloin muodostuvien jätevesien määrä on käytävää suurempi.

3.5. Tarkkailuohjelma

Uuden voimalaitossyöksikön toiminnalle haetaan ympäristönsuojelulain mukainen ympäristölupa, samoin kun voimalaitoksella käytettävien vesien ottamiselle vesistöstä haetaan vesilain mukainen lupa. Lupamääräysten perusteella laaditaan yksityiskohtaiset ympäristövaikutusten tarkkailuohjelmat.

Vesistöön kohdistuvan kuormituksen vaikutuksia seurataan lupaviranomaisen hyväksymän ohjelman mukaisesti. Tarkkailuohjelmaan kuuluvat

lämpötilamittaukset, veden fysikaalis-kemiallinen tarkkailu, veden biologisen tilan tarkkailu sekä kalakantojen ja kalastusolosuhteiden seuranta. Talvella tarkkaillaan lisäksi jääolosuhteita ja varoitetaan alueella liikkuvia heikentyneistä jäistä. Jätevedenpuhdistamon toimintaa valvotaan puhdistustehoa seuraamalla.

4. MUUT YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Uusi voimalaitosyksikkö sijoittuu Olkiluodon voimalaitosalueelle ja hyödyntää siellä olemassa olevaa infrastruktuuria. Maisemakuvassa uuden yksikön rakentaminen lisää yhden nykyisiä laitosisyksiköitä muistuttavan uuden rakennuksen voimalaitoskokonaisuuteen.

Kuva 12–2 Valokuvavasovite Olkiluodon saaresta mereltä päin katsottuna. Kuvassa vasemmalla OL4, keskellä yksiköt OL1 ja OL2, ja oikealla OL3.



Uuden laitosisyksikön voimansiirtolinjojen ympäristövaikutuksia Olkiluodon alueella on arvioitu liitteenä olevassa ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa. Fingrid Oyj on toteuttanut ydinvoimalaitosisyksikön verkkoliityntää tukevien voimajohtojen ja laitospaikan liityntäjohtojen ympäristövaikutusten arvioinnit vuosien 2011–2013 aikana.

Rakennusaikana laitospaikalle johtavan tien liikenne lisääntyy, jonka johdosta liikenneonnettomuusriski kasvaa ja liikenteen melusta aiheutuva viihtyvyyshaitta tien varrella lisääntyy. Uuden laitosisyksikön käytön aiheuttama liikenteen lisäys on niin pieni, että siitä aiheutuvat haitat ovat vähäiset.

Uuden laitosisyksikön ja Olkiluodon olemassa olevien toimintojen yhteisvaikutuksena aiheutuva melu ei ylitä valtioneuvoston melulle asettamia ohjearvoja lähimmässä häiriintyvässä kohteessa.

Uudella laitosisyksiköllä syntyvät matala- ja keskiaktiiviset sekä tavanomaiset jätteet käsitellään samoin kuin nykyisillä laitosisyksiköillä. Matala- ja keskiaktiiviset jätteet sijoitetaan alueella sijaitsevaan voimalaitosjätteiden loppusijoitustilaan (VLJ-luola). Tavanomaiset jätteet lajitellaan ja toimitetaan hyötykäyttöön. Hyötykäyttöön kelpaamaton osa sijoitetaan alueen omalle kaatopaikalle. Jätteistä ei asianmukaisesti käsiteltynä aiheudu haitallisia ympäristövaikutuksia.

5. JOHTOPÄÄTÖKSET

Lainsäädännön vaatimusten pohjalta on suoritettu kattava ydinvoimalaitoshankkeen ympäristövaikutusten arviointi. Ympäristövaikutusten arvioinnissa ydinvoimalaitosyksikön rakentamisesta tai käytöstä ei todettu aiheutuvan mitään niin merkittäviä kielteisiä ympäristövaikutuksia, että niitä ei voisi hyväksyä tai lieventää hyväksyttävälle tasolle. Eristys-periaatteen huolellisesta noudattamisesta johtuen ydinvoimalaitoksen käytön aikaiset radioaktiivisuuspäästöt ovat niin vähäisiä, että niillä ei ole vaikutusta ympäristöön tai ympäristön asukkaisiin. Myös onnettomuustilanteissa päästöt jäävät niin pieniksi, että ympäristövaikutukset jäävät vähäisiksi eivätkä estä ympäristön normaalia käyttöä. Tehtyjen selvitysten perusteella uuden voimalaitosyksikön jäähdytysvesien ei katsota aiheuttavan kohtuutonta haittaa alueen vesistölle.

PÄÄPIIRTEINEN SUUNNITELMA YDINPOLTTOAINEHUOLLOSTA

SISÄLLYSLUETTELO

0. TÄYDENNYKSIÄ VUODEN 2010 PERIAATEPÄÄTÖKSEN AJANKOHTAAN NÄHDEN
1. YLEISTÄ
2. TARVITTAVAT MÄÄRÄT
3. RAAKAURANIN SAATAVUUS JA TUOTANTOLÄHTEET
4. RAAKAURANIN HANKINTA
5. KONVERSION, VÄKEVÖINNIN JA POLTTOAINEEN VALMISTUKSEN HANKINTA
6. URAANIN JA POLTTOAINEEN KULJETUKSET JA VARASTOINTI
7. POLTTOAINEKUSTANNUKSET

PÄÄPIIRTEINEN SUUNNITELMA YDINPOLTTOAINEHUOLLOSTA

0. TÄYDENNYKSIÄ VUODEN 2010 PERIAATEPÄÄTÖKSEN AJANKOHTAAN NÄHDEN

OL4-ydinvoimalaitosyksikköä koskevan, vuonna 2010 voimaan jätetyn, myönteisen periaatepäätöksen jälkeen polttoainehuollon osalta ei ole tapahtunut merkittäviä muutoksia.

1. YLEISTÄ

Tässä liitteessä kuvataan miten uuden laitosesikön ydinpolttoainehuolto on järjestettävissä. Käytetyn polttoaineen huolto kuvataan liitteessä 14.

Ydinpolttoaineen hankinnan vaiheet ovat raakauraanin tuottaminen, puhdistus ja konversio, uraanin väkevöinti sekä valmistus polttoaineelementeiksi eli polttoainepiukuiksi.

Polttoaineen valmistus hankitaan yleensä joka yksikölle erikseen. Hankintoja voidaan kuitenkin tehdä samaan aikaan kuin niitä tehdään muille laitosesiköille. Samoin väkevointiä, konversiota ja raakauraaia voidaan hankkia ja kilpailuttaa yhdessä.

2. TARVITTAVAT MÄÄRÄT

TVO:n nykyiset voimalaitosyksiköt OL1 ja OL2 käyttävät kumpikin noin 20 tonnia väkevöityä uraania vuodessa, minkä tuottamiseen tarvitaan noin 130 tonnia raakauraaia ja noin 110 tonnia väkevointityötä.

Rakenteilla oleva laitosesikö OL3 käyttää runsaat 30 tonnia väkevöityä uraania vuodessa. Väkevointiin tarvitaan noin 210 tonnia raakauraaia ja 180 tonnia väkevointityötä. Raakauraanin ja väkevointityön tarve on OL3 osalta tuotettua kilowattituntia kohden noin 15 % pienempi kuin OL1:n ja OL2:n tarve. Tämä johtuu erityisesti turbogeneraattorin paremmasta hyötysuhteesta, mutta myös uuden reaktorin paremmasta neutronitaloudesta. Myös OL1:n ja OL2:n uraanitarve on vähentynyt jo hyvin paljon vuosien kuluessa, polttoaineiden kehittämisen myötä.

Kun uuden laitosesikön koko on 1 000–1 800 MW, niin sen arvioitu polttoaineen tarve on OL3:n kulutuksen perusteella vuosittain luokkaa 20–32 tonnia uraania ja raakauraanitarve on luokkaa 120–220 tonnia.

3. RAAKAURAAININ SAATAVUUS JA TUOTANTOLÄHTEET

Uraanin riittävyys ei aseta estettä ydinvoiman tuotannolle seuraavien 70–100 vuoden kuluessa. Maailman uraanitarve on vuosittain noin 70 000 tonnia luonnonuraania, raakauraaia. Tunnetut (identified) ja todennäköiset (inferred) uraanivarat, joiden tuotannon kustannus on alle 130 \$/kg, olivat vuonna 2005 noin 5 miljoonaa tonnia ja todennäköisesti löydettävät tämän

kategorian lisävarat noin 10 miljoonaa tonnia. Nämä varat riittävät nykyisellä kulutuksella 70 vuotta ja todennäköisesti löydettävät varat mukaan lukien yli 200 vuotta.

Suurimmat tunnetut uraanivarat ovat Australiassa, Pohjois-Amerikassa, Kazakstanissa, Venäjällä, Etelä-Afrikassa, Nigerissä ja Namibiassa. Uusimmat löydetty uraani esiintymät erityisesti Kanadassa ja Australiassa ovat olleet rikkaita esiintymiä, joista uraania saadaan tuotetuksi kohtuullisilla kustannuksilla.

4. RAAKAURANIN HANKINTA

TVO on ostanut alkulatausuraanin yhtenä eränä, mutta muutoin TVO hajuttaa sekä uraanin että muut polttoaineen hankintaan liittyvät toimitukset usealle eri toimittajalle toimitusvarmuuden takia.

TVO:n hankintastrategiaan kuuluu raakaauranin pitäminen varastossa toimitusvarmuuden ja myös markkinoiden vaihtelun takia niin, että vältetään ostot hintahuippujen aikaan. Varastoidut määrät ovat pieniä ja usean vuodenkin varastoon sitoutuu verraten pieni määrä pääomaa. Valmis polttoaine on tarkoitus tuoda maahan varmuusvarastoon yleensä useita kuukausia ennen tarvetta.

5. KONVERSION, VÄKEVÖINNIN JA POLTTOAINEEN VALMISTUKSEN HANKINTA

Uraanin suuria puhdistus- ja konversiolaitoksia on länsimaissa kolmella yhtiöllä. TVO ostaa konversion toistaiseksi Kanadan ja Ranskan toimittajilta. Lisämääriä ostetaan uraanin rikastuksen yhteydessä Venäjältä. Nämä ja lisäksi USA:n suuri konversiolaitos ovat myös lähitulevaisuudessa tärkeimmät konversiotoimittajat.

Uraanin väkevöinti ostetaan TVO:lle nykyään Ranskasta AREVAlta ja Venäjältä Techsnabexportilta sekä Urencolta, jolla on tuotantolaitokset kolmessa EU-maassa. Mainitut yritykset ovat todennäköisimmät väkevöinnin toimittajat tulevaisuudessakin. Ne väkevöivät uraanin sentrifugeilla.

Polttoaineen valmistusta ostetaan nykyään Ruotsista, Saksasta ja Espanjasta. Voimalaitoksen tyypistä riippuen jokin muukin maa voi tulla kysymykseen, yleensä ainakin voimalaitoksen toimittava yhtiö. Yhtiöillä on tehtaita edellä mainittujen maiden lisäksi mm. Ranskassa, Venäjällä, USA:ssa, Japanissa ja Koreassa.

6. URAANIN JA POLTTOAINEEN KULJETUKSET JA VARASTOINTI

Polttoaineen hankintavaiheiden väliset ydinmateriaalikuljetukset ja valmiin polttoaineen kuljetukset voimalaitospaikoille tapahtuvat valvottuina kuljetuksina tavanomaisella kuljetuskalustolla. Kuljetuspakkauksia ja kuljetusjärjestelyjä säätelevät EU:n säädökset sekä eri maiden kansalliset määräyk-

set, joiden lähtökohtana ovat Kansainvälisen atomienergia- järjestön IAEA:n suositukset. Kuljetettavat määrät ovat pieniä ja kuljetusten osuus polttoainekustannuksista on pieni.

Polttoaine tuodaan Suomeen laivalla ja edelleen satamasta kuorma-autoilla voimalaitokselle, ja naapurimaista se voidaan tuoda myös maa- kuljetuksena. Tyypillisesti kuljetuksia tarvitaan viisi tai kuusi täysperä- vaunullista kuorma-autolastia vuodessa yhtä reaktoria varten.

Polttoaineen maahantuontia varten haetaan Säteilyturvakeskukselta luvat ja hyväksynät, jotka koskevat maahantuontia, kuljetusreittejä, kalustoa ja pakkauksia sekä kuljetusjärjestelyjä valmius- ja turvasuunnitelmiseen. Kuljetukset kuuluvat ydinvastuuvakuutusten piiriin.

Raakauraani kuljetetaan konversiolaitokselle uraanikonsentraattina teräksisissä 200 litran teollisuustynnyreissä, jotka pakataan edelleen maa- ja merikuljetuksia varten kuljetuskontteihin. Yhdessä tynnyrissä on noin 400 kg uraania ja yhteen konttiin pakataan tyypillisesti 44 tynnyriä. Raakauraania myös varastoidaan tällaisissa 200 litran tynnyreissä.

Konversiolaitos puhdistaa raakauraanin ”luonnonuraaniksi” ja muuttaa sen suolaksi, heksafluoridiksi, joka väkevöintilaitoksella muuttuu kaasuksi alipaineessa ja korkeissa lämpötiloissa. Sen takia tämä uraanisuola pakataan painesäiliöihin. Uraanisuolet kuljetetaan väkevöintilaitokselle noin 8 uraanitonnin säiliöissä ja väkevöity uraani noin 1,5 uraanitonnin säiliöissä sieltä polttoainetehtaalalle. Kuljetusta varten väkevöidyn uraanin säiliö pakataan lisäksi suojapakkaukseen, joka mitoitetaan suojaamaan säiliötä muun muassa liikenneonnettomuuksien ja tulipalon varalta.

Väkevöityä uraania kuljetetaan valmistustehtaille autoilla, laivoilla ja junilla. Uraanisuolet muutetaan tehtaalalla uraanioksidiksi ja edelleen poltto- aine-tableteiksi, jotka kapseloidaan polttoainesauvoiksi. Valmiit sauvaniput eli polttoaine-elementit tuodaan laivalla esimerkiksi Rauman satamaan ja sieltä edelleen kuorma-autoilla Olkiluotoon. Polttoainekuljetuksia on tyypillisesti kerran vuodessa, yleensä 5–6 rekkakuormaa laitousyksikköä kohden. Alkulatausta varten kuljetuksia on jonkin verran enemmän.

Tuoreen uraanin ja ydinpolttoaineen säteily on vähäistä. Pakkausten suunnittelun perusteisiin kuuluu estää kuljetuksen merkittävin vaara- tekijä, kriittisyys odottamattomissa tilanteissa. Käytännössä kuljetusten pääasiallinen riski on tavallinen liikenneonnettomuus.

Polttoainetta varastoidaan voimalaitoksella pääasiassa laitousyksikön kuiva- varastossa. Kuivavarastot kuuluvat laitousyksikön normaalin turvallisuus- valvonnan piiriin.

7. POLTTOAINEKUSTANNUKSET

Ydinvoimalaitoksen polttoaineen osuus sähköntuotannon kokonaiskustannuksista on pieni. Polttoaineen hinnan ja valuuttakurssien vaikutus on sähkön tuotantokustannuksiin vähäinen.

PÄÄPIIRTEINEN SELVITYS HAKIJAN SUUNNITELMISTA JA KÄYTETTÄVISSÄ OLEVISTA MENETELMISTÄ YDINJÄTEHUOL- LON JÄRJESTÄMISEKSI

SISÄLLYSLUETTELO

0. TÄYDENNYKSIÄ VUODEN 2010 PERIAATEPÄÄTÖKSEN AJANKOHTAAN
NÄHDEN
1. YLEISTÄ
2. YDINJÄTEHUOLTOON LIITTYVÄT MÄÄRÄYKSET JA VALVONTA
3. YDINJÄTETYYPIT JA HUOLTOTOIMENPITEET
 - 3.1. Käytetty ydinpolttoaine
 - 3.2. Voimalaitosjätteet
 - 3.3. Käytöstäpoistojätteet
4. YDINJÄTEHUOLLON KUSTANNUKSET
5. JOHTOPÄÄTÖKSET

PÄÄPIIRTEINEN SELVITYS HAKIJAN SUUNNITELMISTA JA KÄYTETTÄVISSÄ OLEVISTA MENETELMISTÄ YDINJÄTEHUOLLON JÄRJESTÄMISEKSI

0. TÄYDENNYKSIÄ VUODEN 2010 PERIAATEPÄÄTÖKSEN AJANKOHTAAN NÄHDEN

OL4-ydinvoimalaitosyksikköä koskevan, vuonna 2010 voimaan jätetyn, myönteisen periaatepäätöksen jälkeen Posiva Oy on jättänyt 28.12.2012 hakemuksen valtioneuvostolle, jossa se pyytää ydinenergialain 18 §:ssä tarkoitettua rakentamislupaa käytetyn ydinpolttoaineen ja muiden ydinjätteiden kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen muodostaman laitoskokonaisuuden rakentamiseksi Eurajoen kunnan Olkiluotoon suunnitellulle sijaintipaikalle. Laitoskokonaisuus koskee myös Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikössä syntyvän käytetyn polttoaineen käsittelyä.

1. YLEISTÄ

Ydinvoimalaitosta käytettäessä syntyy ydinjätteitä. Tuotettuun energiamäärään nähden niiden määrä ja tilantarve on vähäinen. Erityyppisten ydinjätteiden huolto vaatii erilaista tekniikkaa ja eri toteutusaikataulut. Osa jätehuollosta on tarkoituksenmukainen tai mahdollista toteuttaa vasta voimalaitoksen käyttövaiheen jälkeen.

Ydinjätehuollon periaatteena on eristää jätteet elollisesta luonnosta. Ydinjätteiden loppusijoitus suunnitellaan lisäksi siten, että loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuus ei edellytä valvontaa.

Ydinvoimalaitoksen luvanhaltija vastaa laitoksen ydinjätehuollon toteutuksesta ja kustannuksista. TVO:n käytössä ja suunnitteilla olevat tai niitä vastaavat ydinjätehuoltojärjestelyt soveltuvat myös uuden voimalaitosyksikön ydinjätehuoltoon. Yhtiön käytössä ja suunnitteilla olevilla järjestelyillä voidaan huolehtia kaikista nykyisten ja tulevien laitosyksiköiden ydinjätteistä.

2. YDINJÄTEHUOLTOON LIITTYVÄT MÄÄRÄYKSET JA VALVONTA

Keskeiset periaatteet ydinjätehuollon järjestämiseksi Suomessa on esitetty ydinenergialaissa, ydinenergia-asetuksessa, valtioneuvoston periaatepäätöksessä ydinjätehuollon tutkimus-, selvitys- ja suunnittelutyön tavoitteista 10.11.1983, kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksissä 19.3.1991 (7/815/91 KTM) ja 26.9.1995 (11/815/95 KTM) ydinvoimalaitosten ydinjätehuollossa noudatettavista periaatteista ja nykyisten ydinvoimalaitosten käyttöluvuissa. Lisäksi on KTM:n päätös 23.10.2003 9/815/2003, jossa rakentamislupahakemuksen aikataulua siirrettiin vuodesta 2010 vuoteen 2012. Näiden mukaisesti vastuu ydinjätehuollon toimenpiteistä ja niiden kustannuksista kuuluu ydinjätteiden tuottajalle. Ydinenergialain mukaan jätteiden tuottaja on velvoitettu varautumaan tuleviin ydinjätehuollon kus-

tannuksiin maksamalla vuosittain Valtion ydinjätehuoltorahastoon työ- ja elinkeinoministeriön vahvistamat maksut ja luovuttamalla kokonaiskustannusten ja rahastoitujen varojen erotuksen kattavat vakuudet. Tällä varmistetaan se, että ydinvoiman käyttäjät maksavat myös myöhemmin ajankohtaisiksi tulevien ydinjätehuollon toimenpiteiden kustannukset.

Edellä mainituissa KTM:n päätöksissä on esitetty käytetyn ydinpolttoaineen, voimalaitosjätteen ja ydinvoimalaitosten käytöstäpoiston yhteydessä muodostuvan jätteen huollon periaatteet, suunnittelun lähtökohdat ja aikataulut.

TEM on ydinenergialain mukaan myös ydinjätehuollon osalta ylin valvova viranomainen. Ydinjätehuollon turvallisuusvalvontaa suorittaa Säteilyturvakeskus, joka tarkastaa yksityiskohtaisesti etukäteen kaikki ydinjätehuollon suunnitelmat ja valvoo suunnitelmien toteutumista.

Ydinjätteiden loppusijoituksessa sovellettavat turvallisuusvaatimukset on määritelty valtioneuvoston asetuksessa ydinjätteiden loppusijoituksen turvallisuudesta (736/2008).

3. YDINJÄTETYYPIT JA HUOLTOTOIMENPITEET

Ydinvoimalaitoksissa syntyviä ydinjätteitä ovat:

- käytetty ydinpolttoaine
- matala- ja keskiaktiiviset voimalaitosjätteet
- voimalaitosten käytöstäpoistojätteet.

3.1. Käytetty ydinpolttoaine

Reaktorista poistamisen jälkeen käytettyä ydinpolttoainetta varastoidaan voimalaitoksen vesialtaissa 3–10 vuotta. Vesi huolehtii ydinpolttoaineen jäähtymisestä ja suojaa ydinpolttoaineesta lähtevältä säteilyltä. Varastointia jatketaan käytetyn polttoaineen välivarastossa, jollainen on käytössä Eurajoen Olkiluodossa. Tarvittaessa nykyistä välivarastoa voidaan laajentaa tai rakentaa uusi varasto uuden ydinvoimalaitosyksikön tarpeita varten. Nykyistä käytetyn polttoaineen välivarastoa on laajennettu vuosina 2010 - 2014. Laajennus mahdollistaa myöhemmät lisälaajennukset.

Varastoinnin aikana ydinpolttoaineen aktiivisuus ja lämmönkehitys vähenyvät. Esimerkiksi 20 vuoden välivarastoinnin jälkeen ydinpolttoaineen aktiivisuudesta on jäljellä muutama tuhannesosa siitä mitä se oli reaktorista poistettaessa.

Varastointivaiheen jälkeen käytetty ydinpolttoaine voitaisiin periaatteessa jälleenkäsittää, jolloin tehtäväksi jäisi jälleenkäsittelyjätteiden loppusijoittaminen, tai loppusijoittaa ilman jälleenkäsittelyä. Ydinenergialaki edellyttää kuitenkin, että kaikki ydinjätteet käsitellään ja loppusijoitetaan Suomessa. Koska Suomessa ei ole käytössä eikä suunnitteilla jälleenkäsittelylaitoksia, tässä hakemuksessa lähtökohdaksi on otettu ydinpolttoaineen loppusijoittaminen ilman jälleenkäsittelyä.

Ydinpolttoaineen loppusijoitusta varten TVO yhdessä silloisen Imatran Voima Oy:n kanssa perusti erillisen yhtiön Posiva Oy:n, jonka tehtävänä on kehittää Olkiluodon ja Loviisan ydinvoimalaitosten käytetyn polttoaineen loppusijoituksessa tarvittava tekniikka, suorittaa loppusijoituksen toteuttamiseen tarvittavat turvallisuus- ja paikkatutkimukset sekä aikanaan huolehtia omistajiensa Suomessa olevien ja Suomeen mahdollisesti rakennettavien ydinvoimalaitosyksiköiden käytetyn polttoaineen loppusijoituksen käytännön toteutuksesta. Posiva on toteuttanut loppusijoituslaitokselle ympäristövaikutusten arvioinnista annetun lain mukaisen menettelyn 12 000 tonnin käytetyn polttoaineen määrälle. Olkiluoto 4 - ydinvoimalaitosyksikössä syntyvän käytetyn polttoaineen TVO on esittänyt loppusijoitettavaksi Posiva Oy:n suunnittelemaan loppusijoituslaitokseen.

OL1-, OL2-, LO1- ja LO2-laitosyksiköiden käytetyn polttoaineen loppusijoittamista koskevan ydinenergialain mukaisen valtioneuvoston periaatepäätöksen eduskunta vahvisti vuonna 2001, OL3:n käytetyn polttoaineen loppusijoittamista koskevan periaatepäätöksen vuonna 2002 ja OL4:n käytetyn polttoaineen loppusijoittamisesta koskevan periaatepäätöksen 6.5.2010 (M 3/2010 vp), jonka eduskunta jätti voimaan 1.7.2010. Posiva Oy jättää erillisen hakemuksen valtioneuvostolle periaatepäätöksen M 3/2010 vp täydentämiseksi.

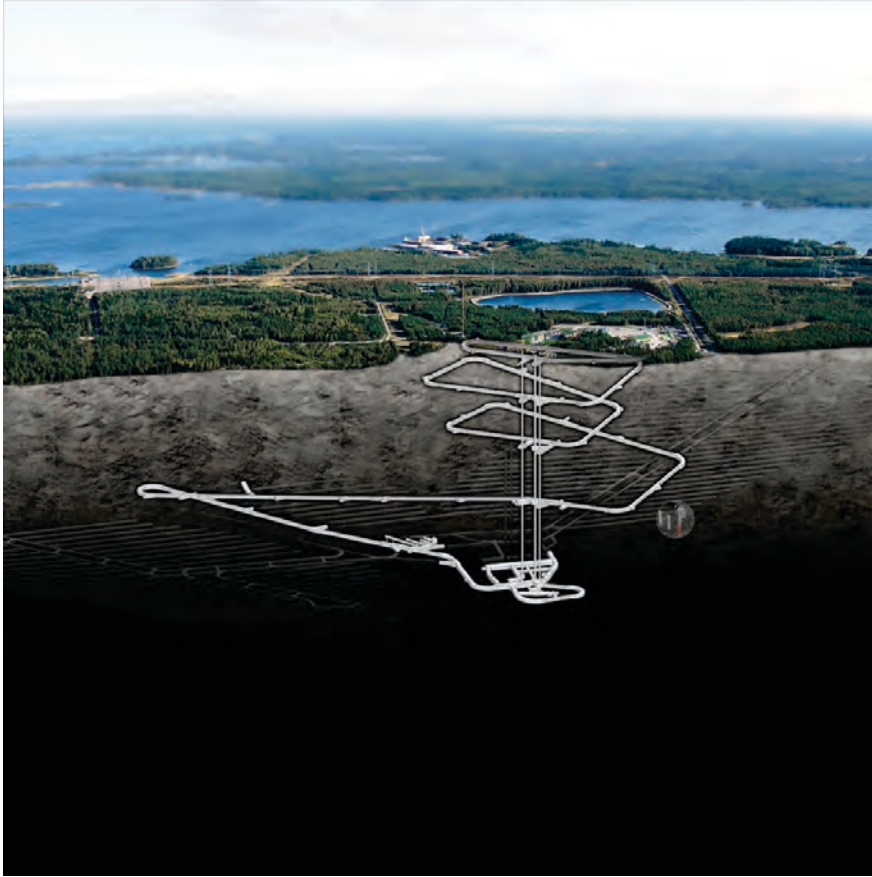
Posiva Oy on jättänyt 28.12.2012 hakemuksen valtioneuvostolle, jossa se pyytää ydinenergialain 18 §:ssä tarkoitettua rakentamislupaa käytetyn ydinpolttoaineen ja muiden ydinjätteiden kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen muodostaman laitospakettisuuden rakentamiseksi Eurajoen kunnan Olkiluotoon suunnitellulle sijaintipaikalle. Rakentamislupahakemus kattaa OL1-, OL2-, LO1-, LO2, OL3 ja OL4-laitosyksiköiden käytetyn polttoaineen loppusijoittamisen.

Loppusijoitusta varten käytetty ydinpolttoaine pakataan (eli kapseloidaan) tiiviisiin metallisäiliöihin ja metallisäiliöt sijoitetaan syvälle, noin 400 metrin syvyyteen Suomen kallioperään. Loppusijoituslaitos muodostuu maan päällisestä kapselointilaitoksesta ja sen alla kalliassa olevista loppusijoitus-tiloista (kuva 14–1).

Loppusijoituksen turvallisuus perustuu niin kutsuttuun moniesteperiaatteen, jonka mukaan käytetty polttoaine eristetään elollisesta luonnosta useiden, toisistaan mahdollisimman riippumattomien vapautumisesteiden sisään siten, että mahdolliset virheet tai puutteet jossakin vapautumisesteessä eivät olennaisesti heikennä koko järjestelmän eristyskykyä. Vapautumisesteitä ovat itse polttoainematriisi, polttoaineen suojakuori, polttoaineenippujen säiliö (kapseli), säiliötä ympäröivä bentoniittisavi ja peruskallio.

Loppusijoituslaitoksen sijaintipaikka on Eurajoen Olkiluoto. Paikalle ollaan parhaillaan rakentamassa tutkimustilaa (ONKALO), jossa tehtävin tutkimuksin varmistetaan lopullisesti paikan soveltuvuus loppusijoitus-toimintaan, kuva 14–2.

Kuva 14–1 Posivan suunnitelma käytetyn ydinpolttoaineen kapselointilaitokseksi ja loppusijoitustilaksi.



Kuva 14–2 Käytetyn polttoaineen loppusijoituksen tutkimustilaan (ONKALO) vievän tunnelin suuaukko (keskellä kuvaa) ja koko ONKALO-alue Olkiluodossa.



Käytetty ydinpolttoaine siirretään Olkiluodon voimalaitosalueella reaktori-rakennuksista välivarastoon ja välivarastosta edelleen loppusijoituslaitokselle. Olkiluodon alueella kaikki polttoaineen siirrot tapahtuvat suljetulla laitosalueella eikä polttoainetta ole tarpeen kuljettaa yleisillä teillä.

Posiva on tehnyt käytetyn polttoaineen kuljetuksille, loppusijoituslaitoksen käytölle ja loppusijoitusratkaisun pitkäaikaiselle eristyskyvyllä turvallisuusanalyysit. Niiden mukaan loppusijoituksesta kokonaisuudessaan aiheutuva säteilyrasitus ihmisille ja elävälle luonnolle jää merkityksettömän pieneksi. Loppusijoitusratkaisu täyttää sekä käytönaikaiselta että pitkäaikais-turvallisuudeltaan valtioneuvoston asetuksessa ydinjätteiden loppusijoituksen turvallisuudesta (736/2008) esitetyt turvallisuusvaatimukset.

3.2. Voimalaitosjätteet

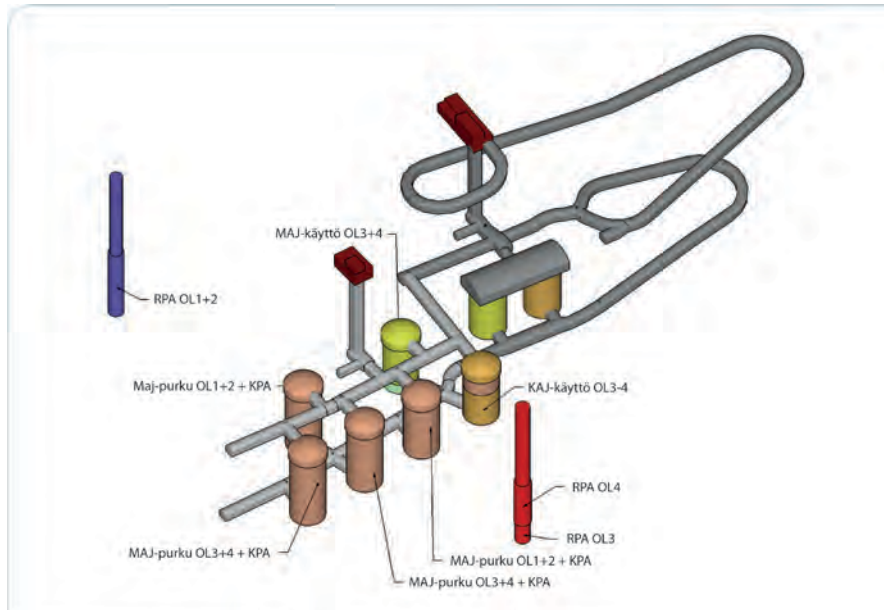
Voimalaitosjätteillä tarkoitetaan ydinvoimalaitoksen toiminnan yhteydessä syntyviä matala- ja keskiaktiivisia jätteitä kuten prosessivesien puhdistukseen käytettyjä ioninvaihtomassoja, aktiivisia jätevesiä ja huoltotöistä kertyviä sekalaisia kuivia jätteitä. Voimalaitosjätteiden huollon lähtökohtana on, että kaikki jätteet käsitellään, varastoidaan ja loppusijoitetaan Suomessa ja kaikista jätteen käsittelyn, varastoinnin ja loppusijoituksen kustannuksista vastaa jätteen tuottaja.

Olkiluodon voimalaitosjätteistä pääosa pakataan heti käsittelyä, varastointia ja loppusijoitusta varten. Prosessivesien puhdistukseen käytetyt keskiaktiiviset ioninvaihtohartsit kiinteitetään bitumiin ja seos valetaan terästynnyreihin. Osa matala-aktiivisista jätteistä (kokoonpuristuva sekalainen huoltojäte) tiivistetään terästynnyreihin hydraulisella puristimella ja osa (metalliromu ja suodatinsauvat) pakataan sellaisenaan teräs- ja betonilaatikoihin sekä terästynnyreihin. Kokoonpuristuvaa jätettä sisältävät tynnyrit puristetaan kokoon siten, että tynnyreiden lopullinen korkeus on noin puolet alkuperäisestä korkeudesta ja halkaisija ei muutu. Myös metalliromua voidaan tiivistää ennen pakkaamista. Sekalaiset nestemäiset jätteet ja lietteet kiinteitetään sekoittamalla jätettä ja sideainetta toisiinsa tynnyrissä, joka jää kiinteystuotteen pakkaukseksi.

Kaikelle voimalaitosjätteelle on olemassa ja suunnitteilla paikka Olkiluodon voimalaitosalueella. Olkiluodon voimalaitosjätteiden loppusijoituslaitos (VLJ-luola) otettiin käyttöön 1992. Näihin tiloihin loppusijoitetaan voimalaitoksen käytön aikana kertyvät voimalaitosjätteet. Hyvin matala-aktiiviset jätteet vapautetaan valvonnasta ja viedään kaatopaikalle tai luovutetaan muualle esimerkiksi käsiteltäviksi uusiokäyttöä varten.

Uuden laitossyksikön voimalaitosjätteiden huolto ja loppusijoitus voidaan hoitaa samoja periaatteita noudattaen. Loppusijoitusta varten louhitaan lisätilaa nykyisten tilojen läheisyydestä samaan tapaan kuin on jo suunniteltu tehtäväksi käytöstäpoistojätteitä varten. Periaatekuva Olkiluodon neljän ydinvoimalaitossyksikön voimalaitos- ja käytöstäpoistojätteen tarvitsemista tiloista on esitetty kuvassa 14-3.

Kuva 14–3 Voimalaitosjätteen ja myöhemmin toteutettava voimalan purkujätteen loppusijoitustilat Eurajoen Olkiluodossa. Kuvassa oikealla näkyvät valvomoraken-
nus, siitä alas johtava kuilu ja ajotunneli sekä kaksi siiloa ovat nykyisin olemassa
olevia VLJ-luolan osia. OL3:n ja OL4:n käytön aikana tehtävässä laajennuksessa li-
sättävät osat ovat kuvassa keskellä näkyvät kaksi siiloa. Kun voimalaitosyksiköitä
poistetaan käytöstä, voimalaitosjätteen loppusijoituslaitosta laajennetaan lisää ra-
kentamalla kuvassa vasemmalla näkyvät neljä uutta siiloa purkujätteille, prosessi-
rakennus, siitä alas johtava kuilu ja ajotunneli sekä kaksi erillistä pystykuilua reaktio-
ripaineastioiden loppusijoittamista varten.



3.3. Käytöstäpoistojätteet

Ydinvoimalaitoksen käytön päättyessä jää rakenteisiin, järjestelmiin ja laitteisiin radioaktiivisia aineita joko kontaminoitumisen tai aktivoitumisen seurauksena. Voimalaitoksen käytön päätyttyä laitos voidaan joko saattaa valvottuun säilytyskuuntoon tai aloittaa sen purkaminen saman tien. Valvottu säilytys kestäisi muutaman vuosikymmenen, minkä jälkeen radioaktiiviset osat puretaan ja loppusijoitetaan. Valvottu säilytys helpottaa purkutöitä ja pienentää loppusijoitettavan jätteen määrää aktiivisuuden laskiessa. Tarvittaessa ydinvoimalaitoksen aktiiviset osat voidaan purkaa lyhyemmänkin, esimerkiksi vuoden säilytysajan kuluttua.

Suomen nykyiset voimalaitosyksiköt voidaan purkaa nykytekniikkaa käyttäen ja käytöstäpoistojätteet loppusijoittaa turvallisesti laitospaikkojen kaliopeeraan yhdessä voimalaitosjätteiden kanssa. Merkittävä osa purkutyöstä vastaa toimenpiteiden ja säteilysuojelun osalta vuosittaisia huoltoseisokkeja. Käytöstäpoistosuunnitelmia kehitetään jatkuvasti, ja suunnitelmat päivitetään säännöllisesti. Viimeisimmät päivitykset valmistuvat ja toimitetaan viranomaisille vuoden 2014 aikana.

Uuden ydinvoimalaitosyksikön käytöstäpoistossa noudatetaan samoja viranomaisten hyväksymiä periaatteita, joita on käytetty nykyisten laitosyksiköiden käytöstäpoistosuunnitelmissa. Voimalaitosalueelle rakennettavia voimalaitosjätteiden loppusijoitustiloja laajennetaan siten, että myös uuden

ydinvoimalaitosyksikön purkujätteet voidaan loppusijoittaa niihin. Myös purkujätteiden loppusijoituksen turvallisuus on selvitetty vastaavilla turvallisuusanalyysillä kuin käytetyn ydinpolttoaineen ja voimalaitosjätteiden loppusijoituksen turvallisuus.

4. YDINJÄTEHUOLLON KUSTANNUKSET

Ydinenergiain perusteella varaudutaan ydinjätehuollon kustannuksiin myös uuden ydinvoimalaitoshankkeen osalta. Periaatteet ovat samat kuin nykyisten ydinvoimalaitosyksiköiden kohdalla.

TVO:n maksamat ydinjätehuoltomaksut perustuvat vuosittain tehtäviin vastuumäärän arviointeihin, jotka esitetään TEMin hyväksyttäväksi. Laskelmat pohjautuvat yhtiöiden päivitettyihin jätehuoltosuunnitelmiin ja tuotettuihin jätemääriin.

Vastuumäärä kattaa ydinvoimalaitoksen ydinjätehuollosta tulevaisuudessa aiheutuvat kustannukset. Käytetyn ydinpolttoaineen huollon kustannuksiin kuuluvat käytetyn ydinpolttoaineen siirroista, välivarastoinnista, kapseloinnista ja loppusijoittamisesta aiheutuvat kustannukset. Vastuumäärä kattaa myös voimalaitosjätteen loppusijoituksen, voimalaitoksen käytöstäpoiston ja käytöstäpoistojätteen loppusijoituksen kustannukset.

Ydinenergiain mukainen varautuminen ydinjätehuollon kustannuksiin perustuu senhetkiseen ydinjättemäärään ja tulevien toimien kustannuksiin. Ydinenergiainlaki ei salli tulevien kustannusten diskonttausta, vaan ne on laskettava ja rahastoitava täysimääräisinä päivän todellisen arvon suuruisina. Varojen rahastointi voidaan jaksottaa määrävuosille. Rahastoimatta oleva osuus on katettava vakuuksilla.

Uuden ydinvoimalaitosyksikön rakentaminen lisää ydinjätteiden määrää, jolloin kokonaiskustannukset nousevat, mutta yksikkökustannukset pienenevät. Ydinjätehuollon teknologia ja tarvittavat toimenpiteet pysyvät samoina kuin nykyisillä laitossyksiköillä.

TVO on merkittävin rahoittaja kansallisessa ydinjätehuollon tutkimusohjelmassa. Ohjelma rahoitetaan lakisääteisellä jätehuoltovelvollisilta kerättävällä maksulla ja sen tarkoituksena on varmistaa, että viranomaisilla on käytettävissä tarvittava asiantuntemus, jos uusia kysymyksiä ilmenee. TVO:n vuosittaiset maksut ohjelmaan ovat noin miljoona euroa.

5. JOHTOPÄÄTÖKSET

Hakijan käytettävissä on turvalliset menetelmät, tarvittavat paikat loppusijoitustiloille ja rahoitus uuden ydinvoimalaitosyksikön koko ydinjätehuollon järjestämiseksi. Suunnitellut järjestelyt vastaavat Suomen ydinvoimalaitoksilla nykyisin sovellettavia periaatteita ja suunnitelmia. Uuden ydinvoimalaitosyksikön ydinjätehuolto voidaan toteuttaa olemassa olevaa teknologiaa hyödyntäen.



www.tvo.fi



Olkiluoto

27160 EURAJOKI
Puhelin 02 83 811
Faksi 02 8381 2109

Helsinki

Töölönkatu 4
00100 HELSINKI
Puhelin 09 61 801
Faksi 09 6180 2570

Bryssel

4 rue de la Presse
1000 Brussel, Belgium
Puhelin +32 2 227 1122
Faksi +32 2 218 3141