



Ydinvoimalaitosyksikön  
rakentaminen Olkiluotoon

# Rakentamislupahakemus

Tammikuu 2004



Teollisuuden Voima Oy



Teollisuuden Voima Oy

## **Ydinvoimalaitosyksikön rakentaminen Olkiluotoon**

# **Rakentamislupahakemus**

**Tammikuu 2004**

Tämä monisteversio ei sisällä varsinaisen rakentamislupahakemuksen seuraavia liiteasiakirjoja

- Kaupparekisteriote, Teollisuuden Voima Oy (liite 1)
- Olkiluodon asemakaavakartta (liite 4.1)
- Olkiluodon ydinvoimalaitoksen laajentaminen (liite 9.1)  
kolmannella laitosyksiköllä, ympäristövaikutusten  
arviointiselostus
- Yhteysviranomaisen lausunto hankkeen "Olkiluodon ydin- (liite 9.2)  
voimalaitoksen laajentaminen kolmannella laitosyksiköllä"  
ympäristövaikutusten arviointiselostuksesta
- Teollisuuden Voima Oy, tilinpäätökset vuosilta 1998-2002 (liite 15)

Lisätietoja:

Teollisuuden Voima Oy  
27160 Olkiluoto

Puhelin (02) 83811  
Telefax (02) 838 2109  
Internet [www.tvoy.fi](http://www.tvoy.fi)

8.1.2004

## VALTIONEUVOSTOLLE

## YDINVOIMALAITOSYKSIKÖN RAKENTAMISLUPAHAKEMUS

## HAKEMUKSEN TAUSTAA

Teollisuuden Voima Oy (TVO) pyysi 15.11.2000 päivätyssä hakemuksessaan ydinenergialain (990/1987) 11 §:ssä tarkoitettua valtioneuvoston periaatepäätöstä siitä, että uuden ydinvoimalaitosyksikön rakentaminen on yhteiskunnan kokonaisedun mukaista. Hakemuksen kohteena oli lisäksi uuden ydinvoimalaitosyksikön toimintaan samalla laitospaikalla liittyvät ydinlaitokset, jotka tarvitaan tuoreen ydinpolttoaineen varastointiin, käytetyn ydinpolttoaineen välivarastointiin sekä vähä- ja keskiaktiivisten voimalaitosjätteiden käsittelyyn, varastointiin ja loppusijoittamiseen.

Valtioneuvosto teki 17.1.2002 hakemuksen kohteena olleen periaatepäätöksen. Eduskunta päätti 24.5.2002, että periaatepäätös jää sellaisenaan voimaan. TVO on jatkanut hankkeen valmistelua periaatepäätöshakemuksessa ja periaatepäätöksessä esitettyjen suuntaviivojen mukaisesti.

Tällä hakemuksella TVO hakee ydinenergialain 18 §:ssä tarkoitettua lupaa uuden ydinvoimalaitosyksikön (Olkiluoto 3) rakentamiselle Olkiluodon voimalaitospaikalle.

## HAKEMUSTIEDOT

Ydinenergia-asetuksen 31 §:n mukaisesti ilmoitamme seuraavaa:

Hakijayhtiön toiminimi ja kotipaikka

Hakija on Teollisuuden Voima Oy. Yhtiön kotipaikka on Helsinki.

TVO on Olkiluodon ydinvoimalaitoksen omistaja ja käyttäjä. Voimalaitoksen kahden laitoksen, Olkiluoto 1:n ja Olkiluoto 2:n, tuotanto kattaa nykyisin noin viidenneksen Suomessa tuotetusta sähköenergiasta.

TVO omistaa 60 prosenttia Posiva Oy:stä, jonka päätoimialana on käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittaminen. Loput 40 prosenttia Posiva Oy:stä omistaa Fortum Power and Heat Oy (FPH), joka on Loviisan ydinvoimalaitoksen omistaja ja käyttäjä.

8.1.2004

TVO:n palveluksessa olevalle henkilöstölle on Olkiluodon nykyisten laitosyksiköiden rakentamisen ja yli kaksikymmentä vuotta jatkuneen käytön aikana kertynyt merkittävä asiantuntemus ydinvoiman rakentamisesta ja käyttämisestä. Sitä ovat lisänneet laitosyksiköillä toteutetut ylläpito- ja kehitysinvestoinnit, joista merkittävin on ollut vuosina 1994-1998 toteutettu laitosyksiköiden modernisointi.

Tarkemmat selvitykset hakijasta ilmenevät hakemuksen liitteistä 1, 2, 10, 15 ja 16.

#### Sijaintipaikka

Hakemuksen kohteena oleva ydinvoimalaitosyksikkö rakennetaan Eurajoen kunnassa sijaitsevalle Olkiluodon ydinvoimalaitospaikalle, joka on TVO:n omistuksessa.

Tarkemmat selvitykset sijaintipaikasta esitetään hakemuksen liitteissä 3 ja 4.

#### Käyttötarkoitus ja toimintaperiaate

Hakemuksen kohteena olevaa ydinvoimalaitosyksikköä käytetään sähkön tuottamiseen. Laitosyksikkö varustetaan painevesireaktorilla.

Laitosyksikkö edustaa viimeisintä kevytvesireaktoritekniikan kehityksen tasoa turvallisuuteen ja taloudellisuuteen liittyvien ominaisuuksiensa puolesta. Laitosyksikön rakentaa kokonaistoimituksena konsortio, jonka muodostavat saksalainen Framatome ANP GmbH, ranskalainen Framatome ANP SAS ja saksalainen Siemens AG.

Tarkemmat selvitykset voimalaitosyksikön tyypistä ja teknisistä toimintaperiaatteista sekä sen keskeisten osien toimittajista esitetään hakemuksen liitteissä 5 ja 7.

Ydinvoimalaitosyksikköön sisältyvät tilat ja laitteet, jotka tarvitaan tuoreen ydinpolttoaineen varastointiin, käytetyn ydinpolttoaineen välivarastointiin muutaman vuoden ajaksi sekä vähä- ja keskiaktiivisten voimalaitosjätteiden käsittelyyn ja välivarastointiin.

Selvitykset ydinvoimalaitosyksiköllä tuotettavien, käsiteltävien, käytettävien tai varastoitavien ydinaineiden ja ydinjätteiden laadusta ja enimmäismääristä esitetään hakemuksen liitteessä 6.

8.1.2004

Nimellisteho ja toiminta-aika

Voimalaitosyksikön reaktorin lämpöteho on 4300 MW. Laitosyksikön nettosähköteho on noin 1600 MWe.

Vaikeasti vaihdettavien rakenteiden ja laitteiden suunnittelun lähtökohtana käytetään vähintään 60 vuoden käyttöikä. Muiden rakenteiden ja laitteiden osalta lähtökohtana on vähintään 30 vuoden käyttöikä. Uusimalla tarvittaessa viimeksi mainittuja rakenteita ja laitteita on mahdollista päästä vähintään 60 vuoden toiminta-aikaan.

Rakentamisen aikataulu

Aluetöiden valmistelu laitospaikalla on aloitettu vuoden 2003 lopulla. Varsinaiset rakennustyöt alkavat suunnitellun aikataulun mukaan vuoden 2005 alkupuolella. Sähköntuotanto laitosyksiköllä on suunniteltu aloitettavaksi vuoden 2009 alkupuolella. Hyvissä ajoin ennen sitä haetaan ydinenergialain 20 §:ssä tarkoitettua lupaa voimalaitosyksikön käyttämiseen.

Periaatepäätös

Valtioneuvosto teki 17.1.2002 periaatepäätöksen, jonka mukaan "Uuden ydinvoimalaitosyksikön rakentaminen ja sen toimintaan tarvittavien ydinlaitosten rakentaminen tai laajentaminen joko Loviisan tai Olkiluodon voimalaitospaikalle, sellaisina kuin hakemuksen kuvaus laitoksien keskeisiltä toimintaperiaatteiltaan ja turvallisuuden varmistamiseen liittyviltä ratkaisuiltaan esittää, on yhteiskunnan kokonaisedun mukaista." Eduskunta päätti 24.5.2002, että periaatepäätös jää sellaisenaan voimaan. Periaatepäätös raukeaa, mikäli lupaa uuden ydinvoimalaitosyksikön rakentamiseksi ei ole haettu 24.5.2007 mennessä.

## HAKEMUKSEN LIITTEET

Hakemukseen on liitetty ydinenergia-asetuksen 32 §:n mukaiset selvitykset. Niiden osalta tuomme esiin seuraavaa.

Turvallisuusperiaatteet

Ydinvoimalaitosyksikön suunnittelun, rakentamisen ja käytön lähtökohtana on ydinenergialain mukaisesti, että laitosyksikön on oltava turvallinen eikä siitä saa aiheutua vahinkoa ihmisille, ympäristölle tai omaisuudelle. Tämä toteutetaan ennaltaehkäisevinä toimenpiteinä laitosyksikön suunnittelussa ja rakentamisessa, laitosta suojaavina toimintoina

8.1.2004

häiriö- ja vauriutilanteissa sekä seurauksia rajoittavina toimintoina onnettomuustilanteissa.

Ydinvoimalaitosyksikkö täyttää Suomessa voimassa olevat turvallisuusvaatimukset, joiden yleisperiaatteet sisältyvät valtioneuvoston päätöksiin. Yksityiskohtaiset turvallisuusvaatimukset on esitetty Säteilyturvakeskuksen julkaisemissa YVL-ohjeissa. Hakemuksen liitteessä 8 esitetään, miten turvallisuusperiaatteita toteutetaan hankkeessa.

#### Ympäristövaikutukset

Ydinvoimalaitosyksiköstä aiheutuvat välittömät ja välilliset vaikutukset ihmisille, luonnolle ja rakennetulle ympäristölle on arvioitu ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annetun lain mukaisesti. Yhteysviranomaisen on katsonut esitetyn arviointiselostuksen riittäväksi. Arviointiselostuksesta annetuissa lausunnoissa esitettyihin näkökohtiin kiinnitetään asianmukaisesti huomiota hankkeen toteuttamisessa.

TVO:lla on standardin ISO 14001 sekä EMAS-asetuksen 761/2001 asettamat vaatimukset täyttävä ympäristöasioiden hallintajärjestelmä. Se on EMAS-rekisteröity tunnuksella FIN-000039. TVO:n ympäristöjärjestelmä sisältää ympäristönäkökohtien huomioon ottamisen koko ydinenergian tuottamisen elinkaaren osalta ja ympäristöasioiden hoidon jatkuvan parantamisen periaatteen.

Selvitys laitoksen ympäristövaikutuksista ja toimenpiteistä, joita noudatetaan ympäristövahinkojen välttämiseksi ja ympäristörasituksen rajoittamiseksi on hakemuksen liitteenä 9.

#### Ydinpolttoainehuolto

Ydinvoimalaitosyksikön polttoainehuolto on tarkoitus toteuttaa hajautetusti useasta hankintalähteestä vastaavin järjestelyin kuin Olkiluodon nykyisten ydinvoimalaitosyksiköiden tapauksessa. Selvitys suunnitelmista ydinpolttoainehuollon järjestämiseksi on hakemuksen liitteenä 11.

#### Ydinjätehuolto

Laitosyksikön ydinjätehuollossa on tarkoitus käyttää samoja suunnitelmia, menetelmiä ja jätehuollon laitoksia kuin Olkiluodon nykyisten ydinvoimalaitosyksiköiden tapauksessa. Laitospaikalla on käytössä vähä- ja keskiaktiivisten voimalaitosjätteiden loppusijoitustilat, jotka ovat laajennettavissa kattamaan myös uuden yksikön tarpeet. Laajennusta tarvitaan vasta usean vuoden kuluttua uuden laitoksen käynnistämisestä. Edellä mainittu periaatepäätös kattaa myös uuden laitoksen jätehuoltoon tarvittavat ydinlaitokset lukuunottamatta

8.1.2004

käytetyn polttoaineen loppusijoituslaitosta, josta on erillinen jäljempänä mainittu periaatepäätös.

Uuden laitoksen käytöstä poisto ja tästä syntyvän jätteen loppusijoitus toteutetaan soveltaen samoja menetelmiä, mitä on esitetty Olkiluodon nykyisten laitosten käytöstäpoistosuunnitelmissa. Käytöstäpoistojätteen loppusijoitus tapahtuu voimalaitosjätteen loppusijoitustilojen yhteyteen rakennettaviin tiloihin.

Käytetty polttoaine on tarkoitus loppusijoittaa Posiva Oy:n Olkiluotoon suunnitteleamalla loppusijoituslaitoksella. Sitä koskevissa Posiva Oy:n suunnitelmissa on otettu huomioon myös tässä hakemuksessa tarkoitettun uuden ydinvoimalaitoksen käytetty polttoaine. Posiva Oy:n perustamista koskevassa, 18.5.1995 päivätyssä sopimuksessa on varauduttu uuden ydinvoimalaitoksen käytetyn polttoaineen loppusijoitukseen Posiva Oy:n laitoksella. Kyseisen sopimuksen ehtojen tarkistamisessa noudatettavista periaatteista on tehty 14.11.2000 TVO:n ja FPH:n kesken sopimus, jonka Posiva Oy on hyväksynyt omalta osaltaan. Viimeksimainittua sopimusta on eräiltä osin tarkennettu TVO:n ja FPH:n välisellä sopimuksella 5.12.2003.

Valtioneuvosto teki 17.1.2002 periaatepäätöksen, jonka mukaan "Valtioneuvoston 21 päivänä joulukuuta 2000 tekemässä periaatepäätöksessä tarkoitettun, Eurajoen kunnan Olkiluotoon rakennettavan Suomessa tuotettun käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen rakentaminen siten laajennettuna, että laitoksessa voidaan käsitellä ja sinne loppusijoittaa Teollisuuden Voima Oy:n 15 päivänä marraskuuta 2000 jättämässä periaatepäätöshakemuksessa esitetyn ydinvoimalaitoksen toiminnassa syntyvä käytetty ydinpolttoaine, on yhteiskunnan kokonaisedun mukaista." Eduskunta päätti 24.5.2002, että periaatepäätös jää sellaisenaan voimaan.

Selvitys suunnitelmista laitoksen ydinjätehuollon järjestämiseksi on hakemuksen liitteenä 12.

#### Hankkeen liiketaloudellinen kannattavuus

Uusi ydinvoimalaitosyksikkö on perusvoiman lisäkapasiteetin rakentamisessa kysymykseen tulevista vaihtoehdoista tuotantokustannuksiltaan edullisin. Yksi kustannuksia alentava tekijä on se, että voimalaitosyksikkö rakennetaan käytössä olevien laitosten yhteyteen, jolloin voidaan hyödyntää olemassa olevia järjestelmiä, rakenteita, laitteita ja järjestelyjä.

Ydinvoiman erityisenä etuna on sähkön tuotantokustannusten vähäinen riippuvuus polttoaineen hinnoista ja valuuttakurssivaihteluista. Siitä seuraa tuotantokustannusten pitkäaikainen ennustettavuus.

8.1.2004

Tehdyt arviot osoittavat hankkeen taloudellisesti kannattavaksi. Investoinnin takaisinmaksuaika on huomattavasti laitousyksikön suunniteltua toiminta-aikaa lyhyempi. Laitousyksiköstä sähköä saavat 65 yhtiötä ovat omalta osaltaan arvioineet hankkeeseen osallistumisen liiketaloudellisesti kannattavaksi.

TVO:n taloudelliset tunnusluvut ja kyky huolehtia hankkeen rahoituksesta ovat rahoittajia tyydyttävällä tasolla.

Tarkempi selvitys hankkeen liiketaloudellisesta kannattavuudesta ja sen muista taloudellisista edellytyksistä on hakemuksen liitteenä 13.

#### Kustannusarvio ja rahoitus

Kokonaiskustannusarvio Olkiluodon ydinvoimalaitoksen laajentamisesta yhdellä lisäyksiköllä on noin 3,0 miljardia euroa vuoden 2003 rahassa.

Hanke rahoitetaan siten, että osakkaat sijoittavat TVO:hon noin 20 % uutta osakepääomaa ja noin 5 % osakaslainaa. Loppu noin 75 % katetaan ensisijaisesti lainoina rahoituslaitoksilta. Oman pääoman ehtoista rahoitusta koskevat merkintä- ja osakaslainasitoumukset sekä sitovat ulkoista rahoitusta koskevat rahoitussopimukset on allekirjoitettu. Hankkeen edetessä yhtiöllä on valmiudet korvata osa rahoituslaitoslainoista ostajaluotoilla tai pääomamarkkinoilta saaduilla luotoilla.

Rahoitussuunnitelmaa kuvataan lähemmin hakemuksen liitteessä 14.

#### Säteilyturvakeskukselle toimitettavat selvitykset

Ydinenergia-asetuksen 35 §:n mukaisesti toimitetaan Säteilyturvakeskukselle rakentamislupaa haettaessa hakemuksen liitteessä 17 luetellut selvitykset.



8.1.2004

HAKEMUS

Edellä esitetyn ja hakemuksen liitteinä olevien selvitysten perusteella haemme kunnioittaen ydinenergialain 18 §:ssä tarkoitettua lupaa ydinvoimalaitosyksikön rakentamiselle Olkiluodon ydinvoimalaitospaikalle. Laitosyksikön reaktori on painevesityyppinen ja lämpötehoaan 4300 MW.

Helsingissä 8. päivänä tammikuuta 2004

TEOLLISUUDEN VOIMA OY

*Mauri Peurle Antti Ranta*

8.1.2004

## LIITTEET

Ydinenergia-asetuksen 32§:n edellyttämät selvitykset:

1. Kaupparekisteriote
2. Jäljennös yhtiöjärjestyksestä ja osakasrekisteristä
3. Selvitys hakijan oikeudesta käyttää ydinlaitoksen suunniteltua sijaintipaikkaa
4. Selvitys ydinlaitoksen suunnitellun sijaintipaikan ja sen lähiympäristön asutuksesta ja muista toiminnoista sekä kaavoitusjärjestelyistä
5. Selvitys rakennettavan ydinlaitoksen tyypistä sekä keskeisten osien suunnitellut toimittajat
6. Selvitys ydinlaitoksessa valmistettavien, tuotettavien, käsiteltävien, käytettävien tai varastoitavien ydinainesten tai ydinjätteiden laadusta ja enimmäismäärästä
7. Pääpiirteinen selvitys teknisistä toimintaperiaatteista ja ratkaisuista sekä muista järjestelyistä, joilla ydinlaitoksen turvallisuus varmistetaan
8. Selvitys turvallisuusperiaatteista, joita hakija aikoo noudattaa, sekä arvio periaatteiden toteutumisesta
9. Selvitys ydinlaitoksen ympäristövaikutuksista sekä selvitys suunnitteluperusteista, joita hakija aikoo noudattaa ympäristövahinkojen välttämiseksi ja ympäristörasituksen rajoittamiseksi
10. Pääpiirteinen selvitys ydinlaitoksen suunnitellusta käyttöorganisaatiosta
11. Selvitys hakijan suunnitelmista ydinpolttoainehuollon järjestämiseksi
12. Selvitys hakijan suunnitelmista ja käytettävissä olevista menetelmistä ydinjätehuollon järjestämiseksi
13. Selvitys ydinlaitoshankkeen liiketaloudellisesta kannattavuudesta ja sen muista taloudellisista edellytyksistä
14. Ydinlaitoshankkeen kustannusarvio ja rahoitussuunnitelma

8.1.2004

15. Hakijan tilinpäätösasiakirjat viimeisten viiden vuoden ajalta
16. Selvitys hakijan käytettävissä olevasta asiantuntemuksesta ja ydinlaitoksen rakentamishankkeen toteutusorganisaatiosta
17. Luettelo Säteilyturvakeskukselle ydinenergia-asetuksen 35 §:n mukaisesti toimitettavista asiakirjoista



**Teollisuuden Voima Oy**

**Rakentamislupa-  
hakemus  
Olkiluoto 3**

Kaupparekisteriote	<b>Liite 1</b>
Jäljennös yhtiöjärjestyksestä ja osakasrekisteristä	<b>Liite 2</b>
Selvitys hakijan oikeudesta käyttää ydinlaitoksen suunniteltua sijaintipaikkaa	<b>Liite 3</b>
Selvitys ydinlaitoksen suunnitellun sijaintipaikan ja sen lähiympäristön asutuksesta ja muista toiminnoista sekä kaavoitusjärjestelyistä	<b>Liite 4</b>
Selvitys rakennettavan ydinlaitoksen tyyppistä sekä keskeisten osien suunnitellut toimittajat	<b>Liite 5</b>
Selvitys ydinlaitoksessa valmistettavien, tuotettavien, käsiteltävien, käytettävien tai varastoitavien ydinaineiden tai ydinjätteiden laadusta ja enimmäismäärästä	<b>Liite 6</b>
Pääpiirteinen selvitys teknisistä toimintaperiaatteista ja ratkaisuista sekä muista järjestelyistä, joilla ydinlaitoksen turvallisuus varmistetaan	<b>Liite 7</b>
Selvitys turvallisuusperiaatteista, joita hakija aikoo noudattaa, sekä arvio periaatteiden toteutumisesta	<b>Liite 8</b>
Selvitys ydinlaitoksen ympäristövaikutuksista sekä selvitys suunnitteluperusteista, joita hakija aikoo noudattaa ympäristövahinkojen välttämiseksi ja ympäristörasituksen rajoittamiseksi	<b>Liite 9</b>
Pääpiirteinen selvitys ydinlaitoksen suunnitellusta käyttöorganisaatiosta	<b>Liite 10</b>
Selvitys hakijan suunnitelmista ydinpolttoainehuollon järjestämiseksi	<b>Liite 11</b>
Selvitys hakijan suunnitelmista ja käytettävissä olevista menetelmistä ydinjätehuollon järjestämiseksi	<b>Liite 12</b>
Selvitys ydinlaitoshankkeen liiketaloudellisesta kannattavuudesta ja sen muista taloudellisista edellytyksistä	<b>Liite 13</b>
Ydinlaitoshankkeen kustannusarvio ja rahoitussuunnitelma	<b>Liite 14</b>
Hakijan tilinpäätösasiakirjat viimeisten viiden vuoden ajalta	<b>Liite 15</b>
Selvitys hakijan käytettävissä olevasta asiantuntemuksesta ja ydinlaitoksen rakentamishankkeen toteutusorganisaatiosta	<b>Liite 16</b>
Luettelo Säteilyturvakeskukselle ydinenergia-asetuksen 35 §:n mukaisesti toimitettavista asiakirjoista	<b>Liite 17</b>

**JÄLJENNÖS YHTIÖJÄRJESTYKSESTÄ JA OSAKASREKISTERISTÄ**

## TEOLLISUUDEN VOIMA OY

### YHTIÖJÄRJESTYS

#### 1 § Toiminimi ja kotipaikka

Yhtiön toiminimi on Teollisuuden Voima Oy, ruotsiksi Industrins Kraft Ab ja englanniksi Industrial Power Company Ltd. Yhtiön kotipaikka on Helsinki.

#### 2 § Toimiala

Yhtiön toimialana on voimalaitosten ja voimansiirtolaitteiden rakentaminen ja hankkiminen sekä sähkön tuottaminen, välittäminen ja siirtäminen ensi sijassa yhtiön osakkaille tässä yhtiöjärjestyksessä määrättävin ehdoin. Tämän pykälän muuttamiseen vaaditaan kaikkien osakkaiden yksimielinen päätös.

#### 3 § Osakepääoma ja osakkeet

Yhtiön osakepääoma on 121.428.234,10 euroa.

Yhtiössä on 714.283.730 osaketta, joista 680.000.000 osaketta kuuluu A-sarjaan ja 34.283.730 osaketta C-sarjaan. Lisäksi yhtiössä voi olla 680.000.000 B-sarjan osaketta.

Osakepääomaa korotettaessa osakkeenomistajilla on etuoikeus kaikkiin uusiin osakkeisiin siinä suhteessa kuin he ennestään omistavat yhtiön osakkeita. Erilajisia osakkeita voidaan antaa osakelajien keskinäisessä suhteessa, jolloin osakkeenomistajilla on omistamiensa osakkeiden suhteessa ensisijainen oikeus näiden kanssa samanlajisiin osakkeisiin ja toissijainen oikeus osakkeisiin, joita ei ole merkitty ensisijaisen oikeuden nojalla.

A-, B- ja C-sarjaan kuuluvat osakkeet poikkeavat toisistaan jäljempänä 4, 5, 14 ja 15 §:issä määrättyllä tavalla. Muilta osin kaikki osakkeet tuottavat samat oikeudet yhtiössä.

#### 4 § Oikeus sähkөөn ja vastuu vuosikustannuksista

Yhtiön A-sarjan osakkailla on oikeus saada yhtiön Olkiluoto 1 ja 2 -ydinvoimalaitosyksiköillä kulloinkin kehitettävissä olevaa tai yhtiön hankkimaa sähkөө omistamansa A-sarjan osakemäärän suhteessa A-sarjan osakkeiden kokonaismäärään ja kukin A-sarjan osakas vastaa yhtiötä kohtaan näiden laitosten jäljempänä määritellyistä vuosikustannuksista jäljempänä määrättyllä tavalla ja jäljempänä määrättyssä suhteessa niin, että vain yhtiöllä on oikeus vedota jäljempänä tässä pykälässä määrättyyn osakkaiden vastuuseen.

Kukin A-sarjan osakas vastaa siinä suhteessa kuin tämä on käyttänyt yhtiön Olkiluoto 1 ja 2 -ydinvoimalaitosyksiköillä kehittämää tai välittämää sähkөө seuraavista yhtiön niihin kohdistuvista muuttuvista vuosikustannuksista:

1) polttoaineen hankinta-, kuljetus-, kuljetusvakuutus-,

varastoimis- ja käsittelykustannukset  
2) energian tuotannosta riippuvat verot  
3) muut asianomaisen osakkaan käyttämisestä energiamääristä suoraan riippuvat yhtiölle aiheutuneet kustannukset.

Kukin A-sarjan osakas vastaa, riippumatta siitä, onko tämä käyttänyt kyseessä olevaa sähkösuuttaan tai ei, omistamansa A-sarjan osakemäärän suhteessa A-sarjan osakkeiden kokonaismäärään Olkiluoto 1 ja 2 - ydinvoimalaitosyksiköihin kohdistuvista seuraavista yhtiön kiinteistä vuosikustannuksista:

- 1) tavanomaiset käyttö-, kunnossapito- ja hallintomenot
- 2) muut kuin energian tuotannosta riippuvat verot
- 3) vakuutuskustannukset
- 4) yhtiön lainasopimusten mukaiset vuosittain erääntyvät lainojen lyhennykset ja korot sekä muut yhtiön rahoituksesta tai sen järjestämisestä johtuvat kustannukset
- 5) poistot
- 6) yhtiön ydinjätehuollon ydinenergialain mukaiset kustannukset
- 7) muut energian tuotannosta riippumattomat yhtiön tavanomaiseen liiketoimintaan liittyvät ja yhtiön talousarvioon sisältyvät tai hallituksen hyväksymät kustannukset.

Yhtiön B-sarjan osakkailla on oikeus saada yhtiön Olkiluoto 3 -ydinvoimalaitosyksiköllä kulloinkin kehitettävissä olevaa tai yhtiön hankkimaa sähköä omistamansa B-sarjan osakemäärän suhteessa B-sarjan osakkeiden kokonaismäärään ja kukin B-sarjan osakas vastaa yhtiötä kohtaan tämän laitoksen jäljempänä määritellyistä vuosikustannuksista jäljempänä määrättyllä tavalla ja jäljempänä määrättyssä suhteessa niin, että vain yhtiöllä on oikeus vedota jäljempänä tässä pykälässä määrättyyn osakkaiden vastuuseen.

Kukin B-sarjan osakas vastaa siinä suhteessa kuin tämä on käyttänyt yhtiön Olkiluoto 3 -ydinvoimalaitosyksiköllä kehittämää tai välittämää sähköä seuraavista yhtiön siihen kohdistuvista muuttuvista vuosikustannuksista:

- 1) polttoaineen hankinta-, kuljetus-, kuljetusvakuutus-, varastoimis- ja käsittelykustannukset
- 2) energian tuotannosta riippuvat verot
- 3) muut asianomaisen osakkaan käyttämisestä energiamääristä suoraan riippuvat yhtiölle aiheutuneet kustannukset.

Kukin B-sarjan osakas vastaa, riippumatta siitä, onko tämä käyttänyt kyseessä olevaa sähkösuuttaan tai ei, omistamansa B-sarjan osakemäärän suhteessa B-sarjan osakkeiden kokonaismäärään Olkiluoto 3 - ydinvoimalaitosyksikköön kohdistuvista seuraavista yhtiön kiinteistä vuosikustannuksista:

- 1) tavanomaiset käyttö-, kunnossapito- ja hallintomenot
- 2) muut kuin energian tuotannosta riippuvat verot
- 3) vakuutuskustannukset

- 4) yhtiön lainasopimusten mukaiset vuosittain erääntyvät lainojen lyhennykset ja korot sekä muut yhtiön rahoituksesta tai sen järjestämisestä johtuvat kustannukset
- 5) poistot
- 6) yhtiön ydinjätehuollon ydinenergialain mukaiset kustannukset
- 7) muut energian tuotannosta riippumattomat yhtiön tavanomaiseen liiketoimintaan liittyvät ja yhtiön talousarvioon sisältyvät tai hallituksen hyväksymät kustannukset.

Yhtiön C-sarjan osakkailla on oikeus saada yhtiön osuudella Meri-Porin hiilivoimalaitoksesta kulloinkin kehitettävissä olevaa tai yhtiön hankkimaa sähköä omistamansa C-sarjan osakemäärän suhteessa C-sarjan osakkeiden kokonaismäärään ja kukin C-sarjan osakas vastaa yhtiötä kohtaan mainitun osuuden jäljempänä määritellyistä vuosikustannuksista jäljempänä määrättyllä tavalla ja jäljempänä määrättyssä suhteessa niin, että vain yhtiöllä on oikeus vedota jäljempänä tässä pykälässä määrättyyn osakkaiden vastuuseen.

Kukin C-sarjan osakas vastaa siinä suhteessa kuin tämä on käyttänyt yhtiön osuudella Meri-Porin hiilivoimalaitoksesta kehittämää tai välittämää sähköä seuraavista yhtiön siihen kohdistuvista muuttuvista vuosikustannuksista:

- 1) polttoaineen hankinta-, kuljetus-, kuljetusvakuutus-, varastoimis- ja käsittelykustannukset
- 2) energian tuotannosta riippuvat verot
- 3) muut asianomaisen osakkaan käyttämistä energiamääristä suoraan riippuvat yhtiölle aiheutuneet kustannukset.

Kukin C-sarjan osakas vastaa, riippumatta siitä, onko tämä käyttänyt kyseessä olevaa sähköosuuttaan tai ei, omistamansa C-sarjan osakemäärän suhteessa C-sarjan osakkeiden kokonaismäärään yhtiön osuuteen Meri-Porin hiilivoimalaitokseen kohdistuvista seuraavista yhtiön kiinteistä vuosikustannuksista:

- 1) tavanomaiset käyttö-, kunnossapito- ja hallintomenot
- 2) muut kuin energian tuotannosta riippuvat verot
- 3) vakuutus- ja vakuutusmaksut
- 4) yhtiön lainasopimusten mukaiset vuosittain erääntyvät lainojen lyhennykset ja korot sekä muut yhtiön rahoituksesta tai sen järjestämisestä johtuvat kustannukset
- 5) poistot
- 6) muut energian tuotannosta riippumattomat yhtiön tavanomaiseen liiketoimintaan liittyvät ja yhtiön talousarvioon sisältyvät tai hallituksen hyväksymät kustannukset.

Osakas ei vastaa muista kuin edellä mainituista yhtiön kustannuksista, ellei ole erikseen siihen kirjallisesti sitoutunut.

Osakkaan vastuuosuus vuosikustannuksista rajoittuu aina osakeomistuksen suhteellista osuutta kaikista saman sarjan



osakkeista vastaavaan määrään eikä toisen osakkaan laiminlyönti laajenna osakeomistukseen perustuvaa osakkaan vastuuta.

Osakkaan sähkönsaantioikeuden edellytyksenä kuitenkin on, että tämä on maksanut osalleen tulevat kiinteät kustannukset kuukausittain etukäteen viimeistään edellisen kuukauden 24 päivänä ja muuttuvat kustannukset viimeistään yhtiön ilmoittamana eräpäivänä. Mikäli osakas laiminlyö tämän maksuvelvollisuutensa, yhtiöllä on oikeus välittömästi katkaista sähköntoimitus osakkaalle ja myydä osakkaan sähköosuus eniten tarjoavalle, ensi sijassa yhtiön toiselle osakkaalle.

Hallitus päättää edellä mainittujen perusteiden mukaan osakkaiden vastattavien yhtiön vuosikustannusten jakamisesta A-, B- ja C-sarjan osakkaiden kiinteisiin ja muuttuviin kustannuksiin ja siitä, milloin ja millä tavoin osakkaiden on suoritettava edellä mainittujen vuosikustannusten peittämiseen tarvittavat maksut yhtiölle.

Sen estämättä, mitä edellä on sanottu, yhtiön osakkeen siirtyessä uudelle omistajalle tämä on siirtäjän ohella vastuussa kutakin siirtyvää osaketta kohti tulevan osan maksamisesta kaikista ennen siirtoa syntyneistä yhtiön siirtäjältä siirtohetkellä olevista saatavista, jotka perustuvat tämän pykälän määräyksiin tai yhtiön valtion ydinjätehuoltorahastolta lainaamien varojen edelleenlainaukseen. Kutakin A-, B- ja C-sarjan osaketta kohti tuleva osuus mainituista yhtiön saatavista lasketaan jakamalla yhtiön siirtäjältä olevien tässä tarkoitettujen saatavien kokonaismäärä siirtäjän siirtohetkellä omistamien yhtiön vastaavan osakesarjan osakkeiden kokonaismäärällä.

Siirronsaaja on oikeutettu saamaan osakkeelle tulevan sähköosuuden, kun osaketta kohti tuleva osa edellä tarkoitetuista yhtiön saatavista on kokonaan suoritettu tai sen suorittamisesta yhtiön hyväksymällä tavalla sovittu, jolloin siirtäjä vapautuu tässä tarkoitettusta vastuusta.

Tämän pykälän muuttamiseen vaaditaan kaikkien osakkaiden yksimielinen päätös. Tämä pykälä on merkittävä osakekirjoihin.

#### 5 § Lunastuslauseke

Jos osake saannolla millä tahansa siirtyy yhteisölle tai henkilölle, joka ei ennestään omista osakkeita samasta osakesarjasta, on luovuttajan tarjottava osake ensisijaisesti muiden saman sarjan osakkeita omistavien osakkaiden lunastettavaksi ilmoittamalla siitä kirjallisesti hallitukselle, jonka tulee viipymättä antaa tästä tieto kaikille osakkaille. Luovutettavan osakkeen kanssa samaan sarjaan kuuluvien osakkeiden omistajilla on ensisijainen lunastusoikeus kolmenkymmenen (30) päivän kuluessa hallitukselle tehdystä siirtoilmoituksesta lukien siirronsaajan rehellisesti tarjoamasta hinnasta, tahi mikäli kysymys on vastikkeettomasta saannosta taikka vaihdosta, osakkeiden todellisesta arvosta, mikä määrätään, ellei arvosta

päästä sopimukseen, välitysmenettelyteitse siten kuin tämän pykälän 6 momentissa on mainittu. Jos useammat lunastamiseen oikeutetut osakkaat haluavat käyttää lunastusoikeutta, on osakkeet jaettava mainittujen osakkaiden kesken heidän omistamiensa saman sarjan osakkeiden lukumäärän mukaisessa suhteessa ja siltä osin kuin tämä ei käy päinsä, arvalla.

Jos luovutettu osake kuuluu A-sarjaan, eivätkä osakkaat, jotka omistavat A-sarjan osakkeita, 1 momentin mukaisesti lunasta muulle kuin yhtiön osakkeenomistajalle siirtyvää osaketta, on B-sarjan osakkeiden omistajilla toissijainen lunastusoikeus osakkeeseen kolmenkymmenen (30) päivän kuluessa edellä 1 momentissa mainitun kolmenkymmenen (30) päivän määräajan päättymisestä.

Vastaavasti jos luovutettu osake kuuluu B-sarjaan, eivätkä osakkaat, jotka omistavat B-sarjan osakkeita, 1 momentin mukaisesti lunasta muulle kuin yhtiön osakkeenomistajalle siirtyvää osaketta, on A-sarjan osakkeiden omistajilla toissijainen lunastusoikeus osakkeeseen kolmenkymmenen (30) päivän kuluessa edellä 1 momentissa mainitun kolmenkymmenen (30) päivän määräajan päättymisestä.

Jos luovutettu osake kuuluu C-sarjaan, eivätkä osakkaat, jotka omistavat C-sarjan osakkeita, 1 momentin mukaisesti lunasta muulle kuin yhtiön osakkeenomistajalle siirtyvää osaketta, on B- ja A-sarjan osakkeiden omistajilla yhtäläinen toissijainen lunastusoikeus osakkeeseen kolmenkymmenen (30) päivän kuluessa edellä 1 momentissa mainitun kolmenkymmenen (30) päivän määräajan päättymisestä.

Toissijaisessa lunastamisessa noudatetaan soveltuvin osin 1 momentin määräyksiä.

Jollei lunastettavien osakkeiden arvosta sovita, on riita jätettävä välimiesten ratkaistavaksi. Välimiesoikeuden jäsenet asettaa Keskuskauppakamarin välityslautakunta. Yhden jäsenen on oltava Keskuskauppakamarin hyväksymä tilintarkastaja. Välimiesten on annettava päätöksensä kuuden (6) kuukauden kuluessa siitä, kun välimiesoikeus on asetettu. Lunastushinta on tässä tapauksessa suoritettava kolmenkymmenen (30) päivän kuluessa välimiesoikeuden päätöksestä.

Edellä 4 §:n mukaan osakkaille kuuluvat, osakkeisiin liittyvä oikeus saada sähköä ja velvollisuus vastata yhtiön kiinteistä ja muuttuvista kustannuksista, kuuluvat osakkeiden siirtymistapauksessa sille, jonka nimiin osakkeet on rekisteröity.

Tämä pykälä on merkittävä osakekirjoihin.

#### 6 § Hallitus

Yhtiön hallitukseen kuuluu vähintään seitsemän (7) ja enintään

kymmenen (10) jäsentä.

Sillä osakkeenomistajalla, joka tämän yhtiöjärjestyksen hyväksymispäivänä yhtiön osakasluettelon mukaisesti omistaa vähintään 20 % ja enintään 50 % yhtiön kaikista osakkeista, on oikeus nimetä hallitukseen kolme (3) jäsentä.

Hallituksen jäsenen toimikausi alkaa vaalin suorittaneen yhtiökokouksen päätyttyä ja päättyy uuden vaalin suorittavan yhtiökokouksen päättyessä.

Hallitus valitsee keskuudestaan puheenjohtajan ja varapuheenjohtajan.

Hallitus kokoontuu puheenjohtajan tai hänen estyneenä ollessaan varapuheenjohtajan kutsusta.

#### 7 § Toimitusjohtaja

Hallitus valitsee yhtiölle toimitusjohtajan ja muut mahdolliset tarvittavat johtajat ja määrää heidän palkkaetunsa, tehtävänsä ja valtuutensa.

#### 8 § Toiminimen kirjoittaminen ja prokurat

Yhtiön toiminimen kirjoittavat hallituksen jäsenet kaksi yhdessä tai toimitusjohtaja yhdessä hallituksen jonkun jäsenen kanssa.

Hallitus voi antaa toiminimen kirjoitusoikeuden yhtiön palveluksessa oleville tai muille henkilöille siten, että he kirjoittavat toiminimen kaksi yhdessä tai kukin erikseen yhdessä hallituksen jonkun jäsenen tai toimitusjohtajan kanssa.

Yhtiön prokuroista päättää hallitus. Prokura voidaan antaa ainoastaan siten, että prokuristit kirjoittavat toiminimen kaksi yhdessä tai kukin erikseen yhdessä hallituksen jonkun jäsenen tai toimitusjohtajan taikka henkilön kanssa, jolle hallitus on antanut toiminimen kirjoitusoikeuden.

#### 9 § Tilikausi

Yhtiön tilikausi on kalenterivuosi.

#### 10 Tilintarkastajat

Yhtiöllä on kaksi tilintarkastajaa, joiden tulee olla Keskuskauppakamarin hyväksymiä tilintarkastajia tai tilintarkastusyhteisöjä. Tilintarkastajan tehtävä päättyy vaalia seuraavan varsinaisen yhtiökokouksen päättyessä.

#### 11 § Varsinainen yhtiökokous

Varsinainen yhtiökokous pidetään vuosittain viimeistään toukokuussa. Yhtiökokoukset voidaan pitää Helsingissä, Espoossa, Raumalla, Eurajoella ja Loviisassa.

Varsinaisessa yhtiökokouksessa käsitellään seuraavat asiat:

- a) hallituksen vuosikertomus, tilinpäätös ja tilintarkastajien kertomus kuluneelta vuodelta;
- b) tilinpäätöksen vahvistaminen;
- c) vuosivoiton käyttäminen ja osingon maksuajan määrittäminen;
- d) vastuuvapauden myöntäminen hallitukselle ja toimitusjohtajalle;
- e) hallituksen jäsenten lukumäärän ja heidän palkkioidensa määrääminen;
- f) tilintarkastajien palkkioiden määrääminen;
- g) hallituksen jäsenten vaali; ja
- h) tilintarkastajien vaali.

#### 12 § Kokouskutsu

Kutsu yhtiökokoukseen on toimitettava aikaisintaan neljä viikkoa ja viimeistään kymmenen päivää ennen kokousta postiin jätetyillä kirjatuilla kirjeillä kullekin osakkaalle tämän osakeluetteloon ilmoittamallaan osoitteella.

#### 13 § Päätöksentekojärjestys yhtiökokouksessa

Yhtiökokouksessa tehtävät päätökset, jotka koskevat 14 §:ssä tarkoitettujen sitovien ohjeiden antamista, osakepääoman korottamista tai sellaisia asioita, jotka voimassa olevan osakeyhtiölain mukaan edellyttävät vähintään kahden kolmasosan (2/3) määräenemmistöä annetuista äänistä ja yhtiökokouksessa edustetuista osakkeista, on tehtävä kolmen neljäsosan (3/4) määräenemmistöllä yhtiökokouksessa edustetuista osakkeista ja annetuista äänistä.

Edellä 1 momentissa sanottu määräenemmistövaatimus ei koske niitä yhtiökokouspäätöksiä, jotka yhtiökokouksessa on tehtävä sen johdosta, että yhtiökokous on yksinkertaisella ääntenemmistöllä päättänyt uuden ydinvoimalaitosyksikön rakentamisesta ja jotka päätökset liittyvät välittömästi rakentamispäätöksen toteuttamiseen.

#### 14 § Yhtiökokouspäätökset sitovia ohjeita annettaessa

Yhtiökokouksessa on lisäksi tarvittaessa päätettävä sitovan ohjeen antamisesta hallitukselle Olkiluoto 1 ja 2 -ydinvoimalaitosyksiköiden, Olkiluoto 3 -ydinvoimalaitosyksikön ja Meri-Porin hiilivoimalaitoksen merkittävistä rakentamiseen, perusparannuksiin ja muihin investointeihin sekä niiden kunnossapitoon ja käyttöön liittyvistä asioista sekä muista sellaisista asioista, jotka mainittujen laitosten toiminnan laajuuden ja laadun huomioon ottaen ovat epätavallisia tai laajakantoisia taikka periaatteellisesti tärkeitä.

Päätettäessä edellä tässä pykälässä mainituista vain Olkiluoto 1 ja 2 -ydinvoimalaitosyksiköitä koskevista asioista on äänestyksissä kullakin A-sarjan osakkeella 20 ääntä ja kullakin B- ja C-sarjan osakkeella 1 ääni, päätettäessä vain Olkiluoto 3 -ydinvoimalaitosyksikköä koskevista asioista on äänestyksissä kullakin B-sarjan osakkeella 20 ääntä ja kullakin A- ja C-sarjan osakkeella 1 ääni ja päätettäessä vain Meri-Porin hiilivoimalaitosta koskevista asioista on äänestyksissä kullakin C-sarjan osakkeella 20 ääntä ja kullakin A- ja B-sarjan osakkeella 1 ääni.

#### 15 § Yhtiön purkaminen

Yhtiötä purettaessa jaetaan sen omistamat voimalaitokset ja voimalaitososuudet sekä niihin liittyvä omaisuus yhtiön osakkeenomistajille niin, että A-sarjan osakkeenomistajat saavat täydellä omistusoikeudella Olkiluoto 1 ja 2 -ydinvoimalaitosyksiköt ja ottavat vastattavakseen kaikista niihin kohdistuvista veloista ja vastuista samassa suhteessa kuin omistavat A-sarjan osakkeita, B-sarjan osakkeenomistajat saavat täydellä omistusoikeudella Olkiluoto 3 -ydinvoimalaitosyksikön ja ottavat vastattavakseen kaikista siihen kohdistuvista veloista ja vastuista samassa suhteessa kuin omistavat B-sarjan osakkeita ja C-sarjan osakkeenomistajat yhtiön osallistumisosuuden Meri-Porin hiilivoimalaitokseen ja ottavat vastattavakseen kaikista siihen kohdistuvista veloista ja vastuista samassa suhteessa kuin omistavat C-sarjan osakkeita.

Ellei jakoa voida tehdä edellä sanotulla tavalla, laitokset ja yhtiön muu omaisuus realisoidaan ja Olkiluoto 1 ja 2 -ydinvoimalaitosyksiköistä saadut varat, sen jälkeen kun niihin kohdistuvat velat ja vastuut on maksettu, jaetaan A-sarjan osakkaiden kesken osakeomistuksen suhteessa, Olkiluoto 3 -ydinvoimalaitosyksiköstä saadut varat, sen jälkeen kun siihen kohdistuvat velat ja vastuut on maksettu, jaetaan B-sarjan osakkaiden kesken osakeomistuksen suhteessa ja yhtiön osallistumisosuudesta Meri-Porin hiilivoimalaitokseen saadut varat, sen jälkeen kun siihen kohdistuvat velat ja vastuut on maksettu, jaetaan C-sarjan osakkaiden kesken osakeomistuksen suhteessa.

Edellä sanotun jälkeen yhtiölle mahdollisesti jäljelle jäävät nettovarot tai jäljelle jäävä velka- tai muut vastuut jaetaan kaikkien osakkeenomistajien kesken osakeomistuksen suhteessa.

## OSAKASLUETTELO 29.12.2003

	A-sarja**)		B-sarja *)		C-sarja **)		Yhteensä	
	kpl	%	kpl	%	kpl	%	kpl	%
<b>Etelä-Pohjanmaan Voima Oy</b>	44.562.213	6,5	1.012.783	6,5	2.246.704	6,5	47.821.700	6,6
<b>Fortum Power and Heat Oy</b>	180.763.677	26,6	3.864.782	25,0	9.113.608	26,6	193.742.067	26,5
<b>Grangine Energia Oy</b>	476.001	0,1	10.818	0,1	23.999	0,1	510.818	0,1
<b>Kemira Oyj</b>	12.641.133	1,9	287.300	1,9	637.331	1,9	13.565.764	1,9
<b>Oy Mankala Ab</b>	55.337.377	8,1	1.257.675	8,1	2.789.958	8,1	59.385.010	8,1
<b>Pohjolan Voima Oy</b>	386.219.599	56,8	8.777.766	56,8	19.472.130	56,8	414.469.495	56,8
<b>Outokumpu Oyj</b>			194.806	1,3			194.806	0,03
<b>Rautaruukki Oyj</b>			48.701	0,3			48.701	0,007
<b>Yhteensä</b>	680.000.000	100,0	15.454.631	100,0	34.283.730	100,0	729.738.361	100,0

Helsingissä 29.12.2003

Paavo Hyvönen

\*) merkitty yhtiökokouksessa 5.12.2003  
ei rekisteröity

\*\*) rekisteröity 19.12.2003

TEOLLISUUDEN VOIMA OY – OSAKASLUETTELO – Osoitetiedot

**Etelä-Pohjanmaan Voima Oy**

Frilundintie 7  
65170 VAASA

**Fortum Power and Heat Oy**

PL 1  
00048 FORTUM/  
Keilaniementie 1  
02150 ESPOO

**Graninge Energia Oy**

PL 7/Pajatie 65  
48600 KARHULA

**Kemira Oyj**

PL 330  
00101 HELSINKI/  
Porkkalankatu 3  
00180 HELSINKI

**Oy Mankala Ab**

00090 Helen

**Outokumpu Oyj**

PL 140/Riihitontuntie 7  
02200 ESPOO

**Pohjolan Voima Oy**

PL 40/Töölönkatu 4  
00100 HELSINKI

**Rautaruukki Oyj**

PL 860/Fredrikinkatu 51-53 B  
00100 HELSINKI

**SELVITYS HAKIJAN OIKEUDESTA KÄYTTÄÄ YDINLAITOKSEN SUUNNITELTUA  
SIJAINNIPAIKKA**

Ydinvoimalaitosyksikön suunniteltu sijaintipaikka on nykyisten ydinvoimalaitosyksikköjen Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2 länsipuolella Teollisuuden Voima Oy:n (TVO) omistamalla ja hallitseamalla Eskonmaa –nimisellä kiinteistöllä (rekisteritunnus 51-409-2-705) Eurajoen Olkiluodossa.

TVO omistaa ja hallitsee Olkiluodon saaren länsi- ja keskiosan. Se käsittää koko Olkiluodon saaren pinta-alasta noin kaksi kolmasosaa.

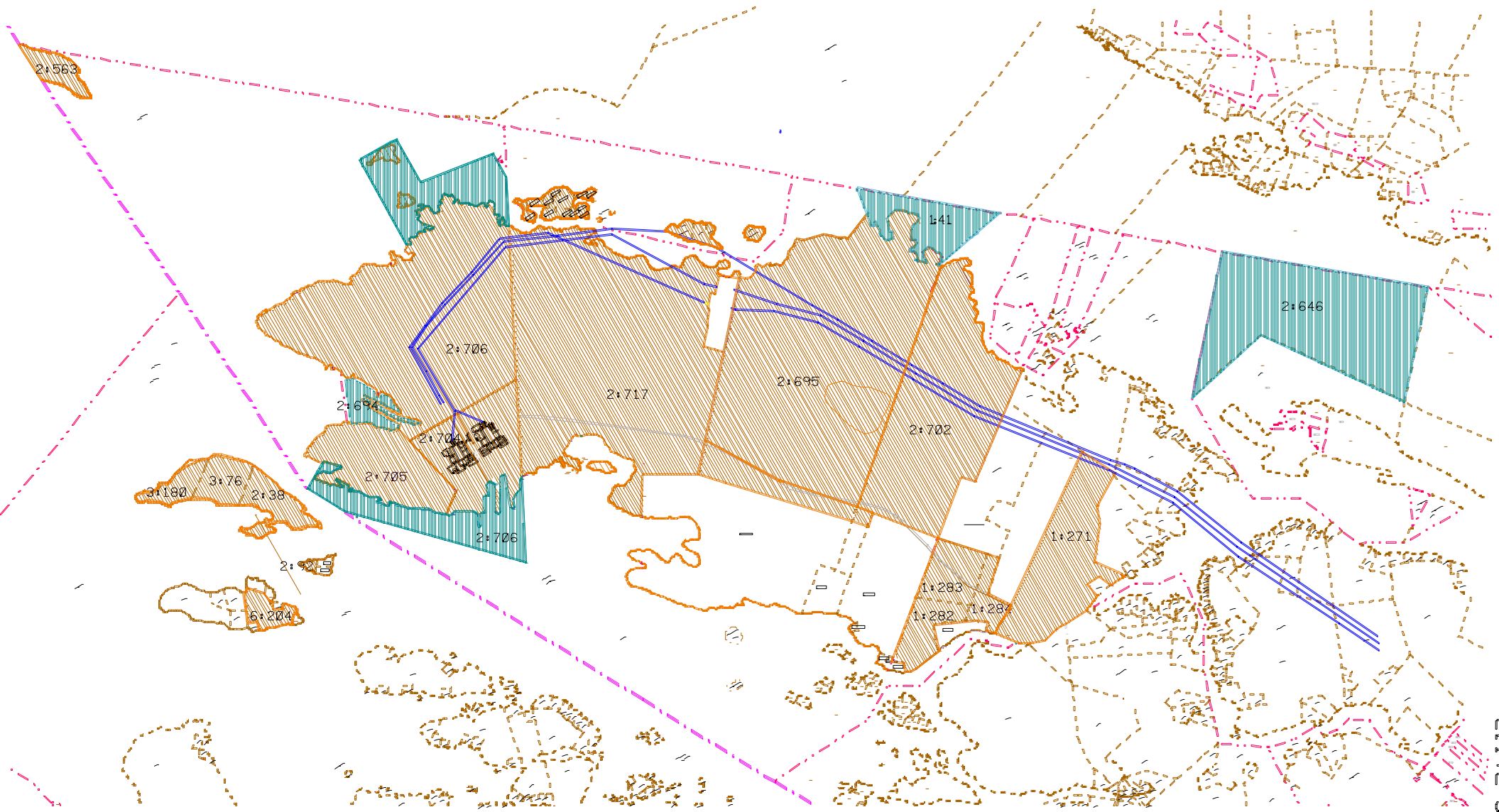
TVO omistaa myös Olkiluodon saaren länsipuolella olevan Kuusisenmaa –nimisen saaren sekä osia Lippo –nimisestä saaresta.

TVO omistaa ydinvoimalaitosyksikön suunnitellun sijaintipaikan välittömässä läheisyydessä olevan vesialueen sekä on osakkaana Olkiluodon-Orjasaaren vesialueessa (rekisteritunnus 51-428-876-1).

Liite 3.1 Kartta, jossa on osoitettu TVO:n omistamat maa- ja vesialueet Olkiluodossa ja sen läheisyydessä.

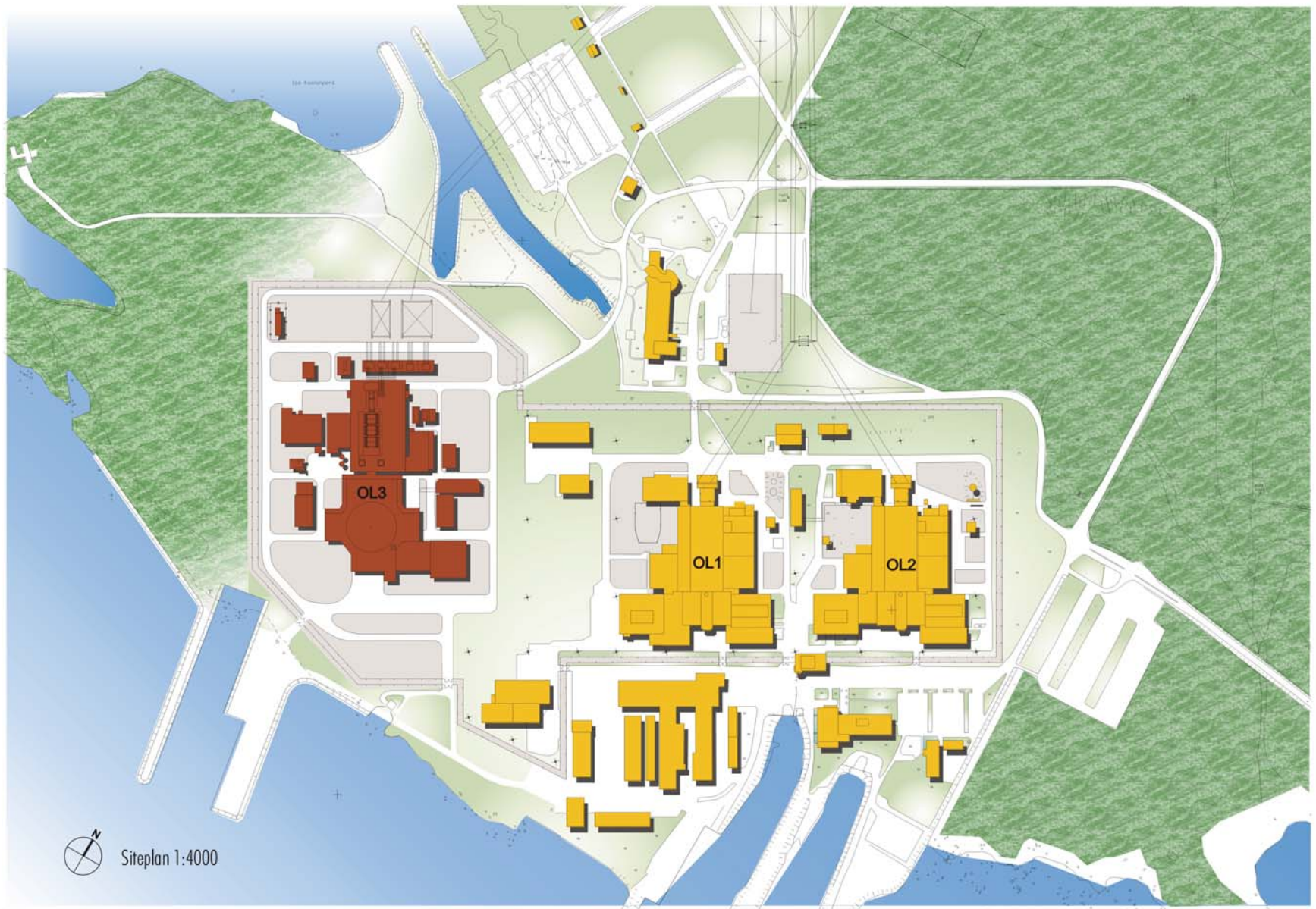
Liite 3.2 Kartta, jossa on osoitettu Olkiluoto 3:n suunniteltu sijainti laitosalueella.





**TVO:n maa-alueet**

**TVO:n vesialueet**



evata

EVATA FINLAND Eteläesplanadi 22C ,FIN-00130, HELSINKI  
tel +358 9 4130 300 fax +358 9 4130 3011  
www.evata.com e-mail: helsinki@evata.com

OLKILUOTO 3

**SELVITYS YDINLAITOKSEN SUUNNITELLUN SIJAINNIPAIKAN JA SEN  
LÄHIYMPÄRISTÖN ASUTUKSESTA JA MUISTA TOIMINNOISTA SEKÄ  
KAAVOITUSJÄRJESTELYISTÄ**

SISÄLLYSLUETTELO

- |   |                                       |
|---|---------------------------------------|
| 1 | YLEISTÄ                               |
| 2 | ASUTUS JA MUUT TOIMINNOT              |
| 3 | KAAVOITUS- JA MUUT JÄRJESTELYT        |
| 4 | LIITE                                 |
|   | Liite 4.1 Olkiluodon asemakaavakartta |

## 1 YLEISTÄ

Suuritehoisen lauhdutusvoimalaitoksen sijaintipaikalta edellytetään sijaintia sähkön kulutuskeskusten lähellä, riittävää jäähdytys- ja käyttöveden saantia, hyviä liikenneyhteyksiä, riittävää kokoa sekä sopivia geologisia ja topografisia olosuhteita. Ydinvoimalaitoksen sijaintipaikalle asetetaan lisäksi vaatimuksia laitoksen ja ympäristön asukkaiden turvallisuuden varmistamiseksi.

Uuden ydinvoimalaitosyksikön rakentamista koskeva periaatepäätös sisältää vaihtoehtoisina sijaintipaikkoina Loviisan ja Olkiluodon voimalaitospaikat. Olkiluoto on valittu sijaintipaikaksi.

Olkiluodon laitospaikan kaavoituksessa on varauduttu uuden ydinvoimalaitosyksikön rakentamiseen. Uusi laitosyksikkö voi käyttää hyväkseen Olkiluodon nykyisten laitosyksiköiden eräitä järjestelmiä, rakenteita, laitteita ja järjestelyjä.

## 2 ASUTUS JA MUUT TOIMINNOT

Teollisuuden Voima Oy:n (TVO) omistama Olkiluodon voimalaitosalue sijaitsee Eurajoen kunnassa Olkiluodon saaren länsipäässä. Voimalaitosalueella sijaitsevat vuosina 1973-1980 rakennetut ydinvoimalaitosyksiköt Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2. Kummankin laitosisyksikön nimellinen nettosähköteho on 840 MWe.

Voimalaitosalueella sijaitsee lisäksi muun muassa hallintorakennuksia, koulutus- ja vierailukeskus, varastoja, korjaamoja, varalämpölaite, raakaveden puhdistamo, suolanpoistolaitos, saniteettivesien puhdistuslaitos, majoituskylä, kaatopaikka sekä käytetyn polttoaineen välivarasto, matala- ja keskiaktiivisten voimalaitosjätteiden välivarastot ja voimalaitosjätteen loppusijoitustila.

Posiva Oy rakentaa suunnitelmien mukaan voimalaitosalueen läheisyyteen Olkiluodon saaren keskiosaan käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen. Siihen liittyvän tutkimuskuilun (Onkalo) rakentaminen alkaa vuonna 2004.

Uuden voimalaitosyksikön rakennusten ja apurakennusten vaatima pinta-ala on noin 4 hehtaaria.

Voimalaitosalueen läheisyydessä harjoitetaan maataloutta vain vähäisessä määrin. Lähivesillä harjoitetaan kalastusta sekä elinkeinona että harrastuksena. Olkiluodon saarella on myös satama ja telakka. Ulkopään niemessä on hakijan ylläpitämä ravunkasvatus- ja

tutkimuslaitos sekä eksoottisten kasvien koeviljelmä, jotka hyödyntävät voimalaitoksen lämmintä jäähdytysvettä.

Lähimmät asuintalot sijaitsevat noin kolmen kilometrin päässä voimalaitosalueelta. Ympärivuotisia asukkaita Olkiluodon saarella on noin kymmenen. Viiden kilometrin etäisyydellä voimalaitosalueesta on noin 550 kesämökkiä. Asutuksen jakautuminen voimalaitoksen ympärillä eri etäisyyksillä on esitetty kuvissa 1 – 3. Kuvat perustuvat tilastokeskuksen toimittamaan aineistoon, joka vastaa väestötilannetta 31.12.2002.

Rakentamislupahakemuksen liitteen 9 liitteenä olevan ympäristövaikutusten arviointiselostuksen (YVA-selostuksen) sivuilla 66-68 on selostettu tarkemmin asutus-, väestö- sekä elinkeino-olosuhteita.

Eurajoki on Pohjanlahden rannikkokunta, joka kuuluu Rauman talousalueeseen. Kuntakeskus sijaitsee runsaan 10 kilometrin päässä Rauman keskustasta pohjoiseen ja vajaan 40 kilometrin päässä Porista etelään valtatie 8 varrella.

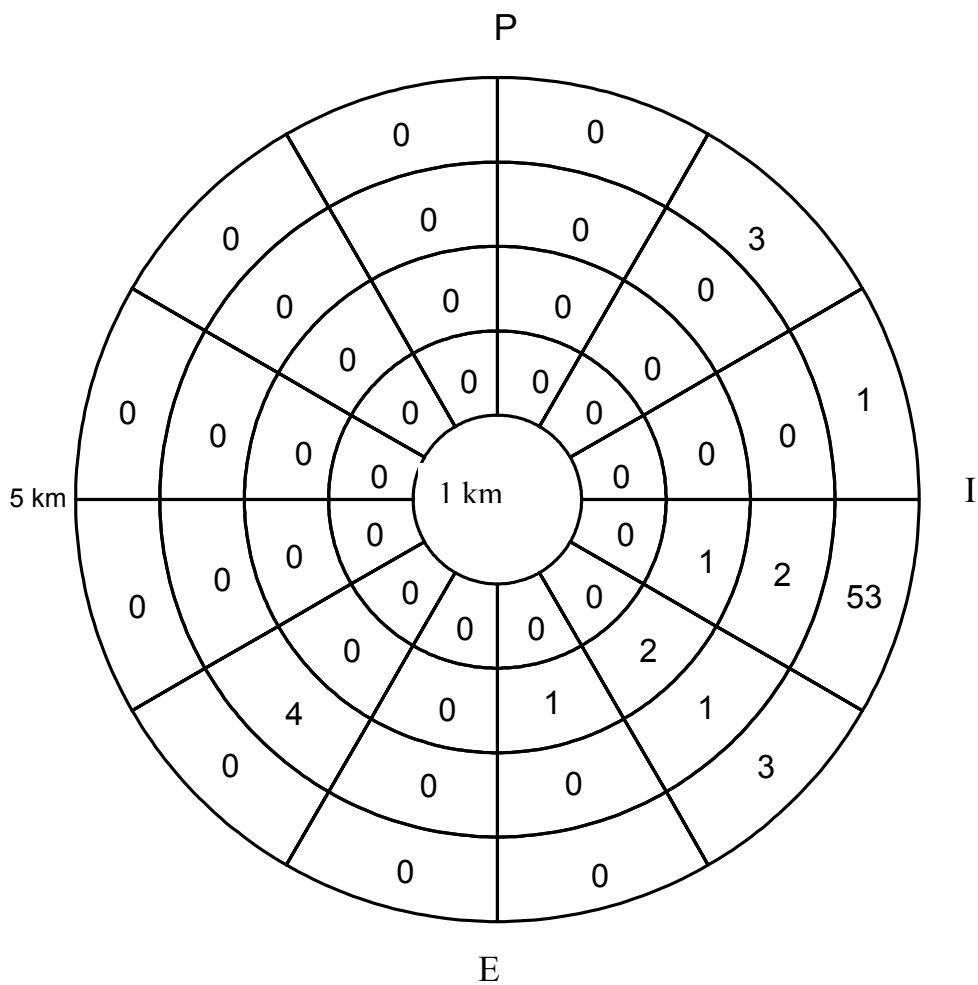
Eurajoen naapurikunnat ovat

- Rauma (noin 37000 asukasta),
- Lappi (noin 3300 asukasta),
- Eura (noin 9400 asukasta),
- Kiukainen (noin 3400 asukasta),
- Nakkila (noin 6000 asukasta) ja
- Luvia (noin 3300 asukasta).

Rauman talousalueella, jonka muodostavat Eura, Eurajoki, Kiukainen, Kodisjoki, Lappi ja Rauma, asuu noin 60 000 henkilöä.

Eurajoella on noin 5800 asukasta. Kunnan elinkeinorakenteessa palveluilla ja jalostuselinkeinolla sekä maa- ja metsätaloudella on merkittävä asema. Olkiluodon ydinvoimalaitos on kunnan suurin työllistäjä. Voimalaitoksella on TVO:n palveluksessa runsaat 500 henkilöä, minkä lisäksi voimalaitosalueella käy päivittäin työssä runsaat 100 muiden yhtiöiden palveluksessa olevaa henkilöä. Vuosihuoltojen aikana voimalaitoksella työskentelee lisäksi yleensä noin 1 000 TVO:n ulkopuolista henkilöä.

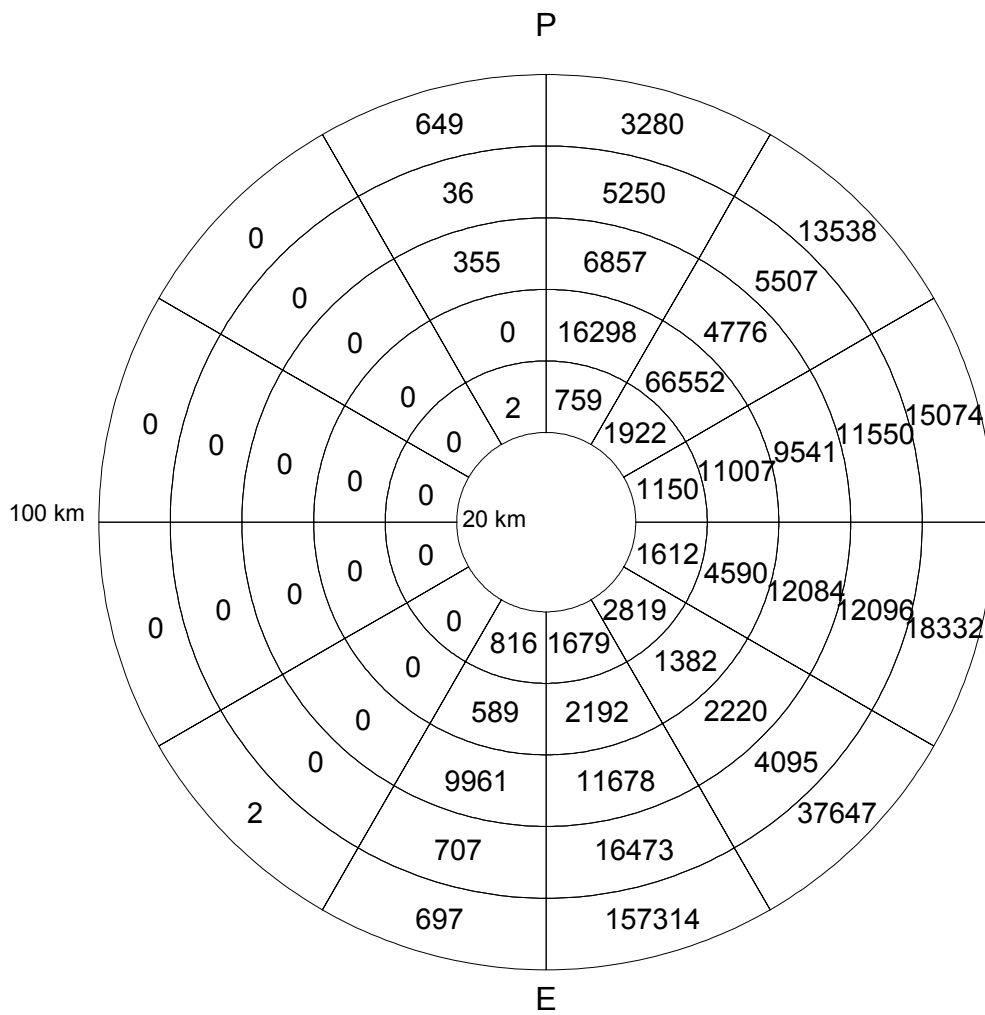
**Väestön jakautuma Olkiluodon voimalaitoksen  
ympärillä etäisyyksillä 0 - 5 km.**



Kuva 1



**Väestön jakautuma Olkiluodon voimalaitoksen  
ympärillä etäisyyksillä 20 - 100 km.**



Kuva 3



3

## KAAVOITUS- JA MUUT JÄRJESTELYT

Alaliitteenä 4.1 on Olkiluodon voimalaitosalueen voimassa olevan rakennuskaavan kaavakartta (Eurajoki, Kirkonkylä, rakennuskaavan muutos). Kaavoitusta on selostettu tarkemmin rakentamislupahakemuksen liitteen 9 liitteenä olevan YVA-selostuksen sivuilla 40-41.

Olkiluodon voimalaitosalueen korttelia 1 koskeva rakennuskaavan muutos on hyväksytty vuonna 1996 Eurajoen kunnanvaltuustossa ja vahvistettu Lounais-Suomen ympäristökeskuksessa 1997. Muilta osin alueella on voimassa vuonna 1974 vahvistettu rakennuskaava. Alue on osoitettu teollisuus- ja varastorakennusten korttelialueiksi, joille saa rakentaa ydinvoimalaitoksia sekä muita voimalaitustuotantoon, voimanjakeluun ja voimansiirtoon tarkoitettuja laitoksia, laitteistoja ja laitteita sekä niihin liittyviä rakennuksia, rakennelmia ja rakenteita, ellei sitä muutoin ole rajoitettu.

Rakennuslain nojalla voimaan tullut rakennuskaava on voimassa maankäyttö- ja rakennuslain siirtymäsäännöksen mukaisesti asemakaavana.

Pääosa rakennuskaavan tarkoittamista vesialueista on vahvistettu vesialueeksi, jota saa käyttää voimalaitosten tarkoituksiin ja jolle teollisuus- ja varastoalueiden kohdalla saa rakentaa voimalaitosten tarvitsemia laitureita ym. rakennelmia ja laitteita. Rakennuskaavassa on myös osoitettu vesialueet, joilla sallitaan täyttämistä ja pengertämistä.

Uuden ydinvoimalaitosyksikön toteuttaminen ei edellytä muutoksia rakennuskaavaan.

Olkiluodon alueella ei ole vahvistettuna yleiskaavaa, vaan Eurajoen kunnanvaltuuston vuonna 1988 hyväksymä yleiskaavallinen rakennesuunnitelma.

Eurajoen kunnanvaltuusto on kesäkuussa 1999 hyväksynyt Eurajoen merenrannat käsittävän rantayleiskaavan. Lounais-Suomen ympäristökeskus on lokakuussa 2000 vahvistanut rantayleiskaavan eräin muutoksin. Olkiluodon voimalaitosalueen merenrantojen käyttöä sääntelee rakennuskaava.

Eurajoella on voimassa Satakunnan seutukaava 5, joka on hyväksytty Satakuntaliiton liittovaltuustossa vuonna 1996 ja vahvistettu ympäristöministeriössä vuonna 1999. Olkiluodon voimalaitosalue on seutukaavassa yhdyskuntateknisen huollon aluetta. Aluetta koskevien erityismääräysten mukaan tulee alueen yksityiskohtaisessa kaavoituksessa ja suunnittelussa kiinnittää erityistä huomiota ympäris-

tönsuojelukysymyksiin sekä järjestää radioaktiivisten jätteiden käsittely ja varastointi ehdottoman turvallisesti. Lisäksi alueelle voidaan seutukaavan estämättä sijoittaa ydinvoimaloiden lisäksi myös muuta energiantuotantoa sekä alueen energiantuotantoon perustuvaa teollisuutta.

Liiklankarin vanha metsä on suojelualue. Seutukaavaan on merkitty ydinvoimalaitoksen kaukosuojavyöhyke, jossa on maankäyttörajoituksia. Vyöhyke ympäröi ydinvoimalaitosaluetta noin 5-7 kilometrin etäisyydellä ja sille ei tule yksityiskohtaisessa kaavoituksessa ja suunnittelussa sijoittaa suuria asuinalueita eikä laitoksia, joissa on paljon työpaikkoja tai hoitopaikkoja tai joiden toiminnalle mahdollinen ydinsaasteen vaikutus olisi erityisen haitallinen kuten elintarviketeollisuuslaitoksia eikä laitoksia tai laitteita, jotka voivat aiheuttaa vaaraa ydinvoimalaitokselle, kuten räjähdysainetehtaita tai -varastoja tai lentokenttiä.

Osa Rauman saaristoalueesta sekä yllä mainittu Liiklankarin alue kuuluvat Euroopan yhteisön Natura 2000 -verkoston Suomen ehdotukseen (Rauman saaristo, Natura-tunnus F10200073). Rakentamislupahakemuksen liitteen 9 liitteenä olevan YVA-selostuksen sivuilla 78-79 on selostettu tarkemmin voimalaitosalueen läheisyydessä olevat suojelukohteet.

**SELVITYS RAKENNETTAVAN YDINLAITOKSEN TYYPISTÄ SEKÄ KESKEISTEN OSIEN SUUNNITELLUT TOIMITTAJAT**

Voimalaitosyksikön tyyppinimi on EPR (European Pressurized water Reactor). Sen reaktori on painevesityyppinen ja lämpötehoaan 4300 MW. Laitosyksikön rakentaa kokonaistoimituksena konsortio, jonka muodostavat saksalainen Framatome ANP GmbH, ranskalainen Framatome ANP SAS ja saksalainen Siemens AG (seuraavassa Framatome ANP ja Siemens). Framatome ANP toimittaa lähinnä reaktorilaitoksen ja Siemens lähinnä turbiinilaitoksen. Laitosyksikön nettosähköteho on noin 1600 MW.

Framatome ANP ja sen edeltäjäyhtiöt ovat toimittaneet yhteensä 100 kevytvesireaktorilaitosyksikköä, joista 94 on painevesityyppisiä ja kuusi kiehutusvesityyppisiä. Viimeisimmät käyttöönotetut Framatome ANP:n toimittamat painevesireaktorilaitosyksiköt ovat Chivaux 1 ja 2 Ranskassa (käyttöönottovuodet 1997 ja 1999, Angra 2 Brasiliassa (käyttöönottovuosi 2002) sekä Lingao 1 ja 2 Kiinassa (käyttöönottovuosi 2002).

Siemens on yksi maailman johtavia voimalaitostoimittajia. Sen toimittamien voimalaitosten asennettu kapasiteetti on yhteensä yli 600 GW.

Laitosyksikön toimittaja hankkii laitokseen tulevia rakenteita, järjestelmiä ja laitteita tarjouskilpailun kautta. Muun muassa rakennusten suunnittelun ja toteutuksen osalta voivat suomalaiset yritykset tulla kysymykseen alihankkijoina.

Reaktoripaineastian, sen sisäosien ja muiden primääripiirin paineastioiden toimittaja on Framatome ANP:n Chalon Saint Marcel -tehdas, joka käyttää edelleen alihankkijoinaan kokeneita japanilaisia ja eurooppalaisia materiaalinvalmistajia ja konepajoja. Reaktorin pääkiertopumppujen sekä säätösauvakoneistojen todennäköinen toimittaja on ranskalainen Framatome ANP:n tytäryhtiö Jeumont SA.

Muitten mekaanisten laitteiden alihankkijoina tullaan pääsääntöisesti käyttämään tunnettuja valmistajia ja heidän alihankkijoitaan.

Automaatiojärjestelmät tulevat pohjautumaan Framatome ANP:n TELEPERM XS -järjestelmään ja Siemensin TELEPERM XP -järjestelmään. Sähköjärjestelmät tulevat perustumaan pääosin Siemensin tekniikkaan.

Reaktorinsydämen alkulatauksen polttoaineen valmistaa saksalainen Framatome ANP GmbH.

**SELVITYS YDINLAITOKSESSA VALMISTETTAVIEN, TUOTETTAVIEN,  
KÄSITELTÄVIEN, KÄYTETTÄVIEN TAI VARASTOITAVIEN YDINAINIEN TAI  
YDINJÄTTEIDEN LAADUSTA JA ENIMMÄISMÄÄRISTÄ**

## SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO
2	TUORE YDINPOLTTOAINE
3	YDINJÄTTEET
	3.1 Käytetty polttoaine
	3.2 Käytetyt reaktorin sisäosat
	3.3 Voimalaitosjätteet
	3.4 Purkujätteet

## 1. JOHDANTO

Tässä liitteessä selvitetään ydinvoimalaitosyksiköllä Olkiluoto 3 tuotettavien, käsiteltävien, käytettävien tai varastoitavien ydinaineiden ja ydinjätteiden laatu ja kertyvät määrät. Myös jätteiden käsittelystä kerrotaan siinä määrin kuin jätteiden laadun ja määrien selvittämiseksi on tarpeen. Olkiluoto 3:lta kertyvien purku- ja voimalaitosjätteiden määriä on arvioitu Olkiluodon nykyisiä laitosyksiköitä koskevien suunnitelmien perusteella. Olkiluoto 3:lle laaditaan vastaavat suunnitelmat myöhemmin. Olkiluoto 3:n toiminta-ajaksi oletetaan 60 vuotta.

Ydinvoimalaitosyksiköiden lisäksi Olkiluodon voimalaitosalueella sijaitsee käytetyn polttoaineen välivarasto (KPA-varasto), keskiaktiivisen jätteen välivarasto (KAJ-varasto) ja vähäaktiivisen jätteen välivarasto (MAJ-varasto) sekä voimalaitosjätteen loppusijoituslaitos (VLJ-luola). Kaikkien laitospaikan ydinlaitosten muodostamaa kokonaisuutta kutsutaan tässä liitteessä Olkiluodon ydinvoimalaitokseksi tai lyhyesti vain voimalaitokseksi.

Ydinaineilla tarkoitetaan ydinenergian aikaansaamiseen soveltuvia erityisiä halkeamiskelpoisia aineita ja lähtöaineita, kuten uraania, toriumia ja plutoniumia. Olkiluoto 3:lla näitä aineita on vain tuoreessa ja käytetyssä ydinpolttoaineessa (liitteen kohdat 2 ja 3.1).

Ydinjätteillä tarkoitetaan ydinenergian käytön yhteydessä tai seurauksena syntyneitä radioaktiivisia jätteitä sekä sellaisia radioaktiivisiksi muuttuneita aineita, esineitä ja rakenteita, jotka on poistettu käytöstä ja joiden radioaktiivisuudesta aiheutuvan vaaran vuoksi tarvitaan erityisiä toimenpiteitä. Olkiluoto 3:n ydinjätteet jaetaan kahteen pääluokkaan: 1) voimalaitoksen käytön aikana kertyvät käyttövaiheen jätteet ja 2) purkamisen yhteydessä syntyvät purkujätteet. Ensimmäinen luokka sisältää käytetyn ydinpolttoaineen, käytetyt reaktorin sisäosat ja voimalaitosjätteen. Toinen luokka sisältää aktivoituneen purkujätteen, kontaminoituneen purkujätteen ja hyvin vähäaktiivisen purkujätteen. Käytetty polttoaine on runsasaktiivista ja muut jätteet keski- ja vähäaktiivisia.

## 2. TUORE YDINPOLTTOAINE

Rakennettavan voimalaitosyksikön reaktorisydän koostuu 241 polttoainepipusta ja sisältää kaikkiaan noin 128 tonnia uraania. Tästä määrästä vaihdetaan kutakin vuoden käyttöjaksoa kohti noin neljännes tuoreeseen polttoaineeseen. Vaihdeavien nippujen määrä vaihtelee riippuen käyttöjaksosten aikana tuotettavasta energiamäärästä ja sallitusta suurimmasta nippukohtaisesta keskimääräisestä poistopalamasta. Polttoaineen kulutus on noin 60 nippua vuodessa, mikä vastaa noin 32 tonnia uraania.

Yhdessä polttoainepipussa on 265 polttoainesauvaa ja noin 530 kg uraania. Uraani sijaitsee sauvosten sisällä sintrattuina uraanidioksiditabletteina. Uraanin väkevöintiaste  $U_{235}$ -isotoopin suhteen vaihtelee sauvakohtaisesti. Reaktorin alkulataus koostuu sellaisista polttoainepipuista, josten keskimääräinen  $U_{235}$  -pitoisuus vaihtelee välillä 1,9 - 3,3%. Vaihtolatauserien nippukohtaiset keskimääräiset  $U_{235}$  -pitoisuudet vaihtelevat välillä 3 - 5%.

Tuoretta polttoainetta varastoidaan laitosyksiköllä tuoreen polttoaineen kuivavarastossa ja vesitäytteisessä polttoainealtaassa. Kuivavarastossa on tilaa 110 nipulle, mikä vastaa noin 58 tonnia uraania eli lähes kahta vuotuista vaihtolatauserää. Polttoainealtaassa on tilaa kaikkiaan 864 nipulle, mikä vastaa noin 458 tonnia uraania. Tuoreitten polttoainepippujen enimmäismäärä laitosyksiköllä on siten kuivavaraston ja polttoaineinealtaan yhteenlaskettu kapasiteetti 974, mikä vastaa noin 516 tonnia uraania.

Teollisuuden Voima Oy:n periaatteena on pitää kullakin laitosyksiköllä tuoreen polttoaineen varastoa, joka vastaa vajaan vuoden latausmäärää.

### 3. YDINJÄTTEET

#### 3.1. Käytetty polttoaine

Ydinreaktioiden seurauksena on reaktorista poistettaviin polttoainenippuihin muodostunut uusia alkuaineita ja radioaktiivisia isotooppeja. Tuore polttoaine on uraanidioksidia  $UO_2$ . Käytetyssä polttoaineessa osa uraanista on muuttunut fissiotuotteiksi, plutoniumiksi ja pieneksi määräksi muita aktinideja. Polttoaineen rikastusasteesta riippuen käytetyssä polttoaineessa on jäljellä uraania 94 – 96 %, fissiotuotteita 3 – 5 % ja plutoniumia ja muita aktinideja yhteensä noin 1 %.

Radioaktiivisuuden takia käytetty polttoaine tuottaa lämpöä reaktorista poistettaessa. Polttoaineen aktiivisuus ja lämmöntuotto riippuvat palamasta. Käytetyn polttoaineen aktiivisuus ja lämmön tuotto pienenee reaktorista poistamisen jälkeen. Alla olevassa taulukossa on esitetty aktiivisuus ja lämmön tuotto eri jäähtymisajoilla, kun polttoaineen palama on 45 GWd/tU ja tuoreen polttoaineen uraanin U-235-pitoisuus 3,8 % :

Jäähtymisaika	Aktiivisuus	Lämmön tuotto
1 v	85 MBq/tU	10 kW/tU
10 v	19 MBq/tU	1,8 kW/tU
100 v	2 MBq/tU	0,4 kW/tU
1000 v	0,09 MBq/tU	0,07 kW/tU
10 000 v	0,02 MBq/tU	0,02 kW/tU
100 000 v	0,003 MBq/tU	0,002 kW/tU
1 000 000 v	0,001 MBq/tU	0,0005 kW/tU

Käytettyjä polttoainenippuja varastoidaan vesialtaissa, aluksi voimalaitosyksikön polttoainealtaassa, josta ne siirretään kuljetussäiliössä kaikkien Olkiluodon laitosyksiköiden yhteisen käytetyn polttoaineen välivaraston (KPA-varasto) altaisiin. Voimalaitosyksikön polttoainealtaan kapasiteetti on 864 nippua, mikä vastaa noin 458 tonnia uraania. Tämä on samalla suurin käytetyn polttoaineen määrä, joka Olkiluoto 3:lla voidaan varastoida.

Käytetyn polttoaineen kokonaismääräksi on arvioitu kertyvän laitosyksikön 60 käyttövuoden ajalta noin 3600 nippua, mikä vastaa noin 1920 tonnia uraania. Tämä arvio perustuu polttoaineen keskimääräiseen palamaan 45 MWd/kgU. Ranskassa ja Saksassa samanlaista polttoainetta käytetään jo nykyään 10 – 30 % suurempiin palamiin, joten tulevaisuudessa käytetyn polttoaineen määrä voi olla edellä arvioitua pienempi, kun kokemusten lisäännyttyä sallittua palamaa mahdollisesti



nostetaan myös Suomessa. Suomessa nykyään sallittu nippukohtainen palama on 45 MWd/kgU.

### 3.2. Käytetyt reaktorin sisäosat

Käytetyillä reaktorin sisäosilla tarkoitetaan voimalaitoksen käytön aikana kertyviä käytöstä poistettuja säätösauvoja, sydäninstrumentteja ym. reaktorin paineastian sisältä kertyviä neutronisäteilyn aktiivisia reaktorin osia (lukuunottamatta käytettyjä polttoainenuippuja tai nippujen osia). Käytettyihin reaktorin sisäosiin luetaan myös voimalaitoksen käytön päättyessä reaktorissa olevat vastaavat osat.

Käytettyjä reaktorin sisäosia säilytetään laitoksen polttoainealtaassa, kunnes ne pakataan loppusijoitusta varten laitoksen purkamisen yhteydessä tai tarvittaessa jo käytön aikana.

Olkiluodon nykyisten voimalaitosyksiköiden 40 vuoden toiminnan aikana käytettyjä reaktorin sisäosia arvioidaan kertyvän yhteensä noin 430 t. Loppusijoituspakkauksineen niiden tilavuus on noin 1910 m<sup>3</sup>. Näiden käytettyjen reaktorin sisäosien aktiivisuuden arvioidaan olevan vuonna 2055 eli loppusijoituksen toteutusvaiheessa 2,0x10<sup>16</sup> Bq. Olkiluoto 3:n toiminnan aikana reaktorin sisäosista kertyvän jätteen määrä ja aktiivisuus on pienempi tai samaa suuruusluokkaa.

### 3.3. Voimalaitosjätteet

Radioaktiivisuuden suhteen voimalaitosjätteet voidaan jakaa vähäaktiivisiin ja keskiaktiivisiin jätteisiin. Olkiluodossa vähäaktiiviset jätteet loppusijoitetaan VLJ-luolan vähäaktiivisen jätteen siiloon (MAJ-siiloon) ja keskiaktiiviset jätteet vastaavasti keskiaktiivisen jätteen siiloon (KAJ-siiloon). Tulevaisuudessa VLJ-luolaa laajennetaan tarpeen mukaan.

Huoltojätteet muodostuvat pääosin huolto- ja korjaustöiden yhteydessä kertyvistä sekalaisista pakkaus-, teline-, suojaruste-, eriste- ja puhdistusmateriaaleista. Ryhmään luetaan lisäksi kontaminoitunut metalliromu (paitsi käytettyjä reaktorin sisäosia) ja muita kontaminoituneita komponentteja, kuten erilaiset suodattimet. Huomattava osa huoltojätteestä on niin vähäaktiivista, että se voidaan vapauttaa säteilyvalvonnasta ja viedä valvotun alueen ulkopuoliselle kaatopaikalle Olkiluodon voimalaitosalueella tai luovutetaan uusiokäyttöön. Aktiivisuutta alentavan varastoinnin ja dekontamoinnin jälkeen metalliromusta suurin osa voidaan aikanaan vapauttaa säteilyvalvonnan alaisuudesta.

Kuivan vähäaktiivisen huoltojätteen kokoonpuristuva osa pakataan sellaisenaan tai paloitettaen ja pakataan 200 litran terästynnyreihin, jotka voidaan edelleen puristaa puoleen alkuperäisestä tilavuudestaan. Kontaminoitunut metalliromu tarvittaessa paloitettaen, puristetaan ja

## LIITE 6

pakataan loppusijoituspakkauksiin. Kuivat jätteet varastoidaan aluksi laitosyksikön jätevarastossa, tai ne siirretään aktiivisuutensa mukaan joko vähä-aktiivisen jätteen välivarastoon (MAJ-varasto) tai keskiaktiivisen jätteen välivarastoon (KAJ-varasto). Aktiivisuusmäärittelyn jälkeen jätteet kuljetetaan loppusijoitettaviksi VLJ-luolaan.

Olkiluoto 3:lla alkuperältään märät jätteet kiinteytetään tai kuivataan. Tällaisia jätteitä ovat ioninvaihtohartsit, kontaminoituneiden vesien haihdutusjäännökset, lietteet ja liuottimet. Osa niistä on vähäaktiivisia ja osa keskiaktiivisia. Jäteöljyt ovat vähäaktiivisia ja ne voidaan vapauttaa säteilyvalvonnasta ja luovuttaa uusiokäyttöä varten.

Ioninvaihtohartsit joko kuivataan tynnyreihin (in-drum drying menetelmä) tai kiinteytetään betonoimalla tai bitumoimalla. Kontaminoituneiden vesien haihdutusjäännökset, liuottimet ja lietteet kuivataan tynnyreihin tai kiinteytetään betonilla tai muilla kiinteytysaineilla, joiden valinta ja käyttö perustuu nykyisillä laitosyksiköillä saatuihin kokemuksiin. Käsittelyn ja aktiivisuusmäärittelyn jälkeen pakkauksia säilytetään laitosyksikön jätevarastossa ennen siirtoa laitosalueen muihin jätevarastoihin mahdollista lisäkäsittelyä tai jatkovarastointia varten tai VLJ-luolaan loppusijoitukseen. Käsittely- ja pakkausmenetelmä vaikuttaa voimakkaasti jätteen loppusijoitustilavuuteen. Edellä kuvattujen menetelmien käyttö optimoidaan laitosyksikön käytön aikana saatavien kokemusten perusteella.

Olkiluoto 3:lta arvioidaan kertyvän voimalaitosjätettä pakkauksineen keskimäärin noin 50 – 100 m<sup>3</sup>/v. Vuosittainen jätteen määrä vaihtelee riippuen siitä, millaisia huolto-, korjaus- ja muutostöitä kulloinkin tehdään. Laitosyksikön 60 vuoden käyttöänsä aikana kertyvän voimalaitosjätteen kokonaismääräksi arvioidaan 3000 – 6000 m<sup>3</sup>. Näitä lukuja voidaan verrata Olkiluodon nykyisiltä voimalaitosyksiköiltä kertyvän jätteen määrään. Vuosina 1993 – 2002 voimalaitosjätteen pakkaustilavuus vaihteli välillä 73 – 174 m<sup>3</sup>/v ja oli keskimäärin 122 m<sup>3</sup>/v. Vuoden 2002 loppuun mennessä oli VLJ-luolan MAJ-siiloon loppusijoitetun jätteen määrä 2527 m<sup>3</sup> ja KAJ-siiloon loppusijoitetun jätteen määrä 1307 m<sup>3</sup>.

Olkiluoto 3:n tynnyrivaraston tilavuus on noin 500 m<sup>3</sup>. Käsittelemättömien huoltojätteiden varaston kapasiteetti on noin 350 m<sup>3</sup>. Jätteiden käsittelytiloissa tapahtuu myös jossain määrin varastointia. Laitosyksiköllä on lisäksi useita muita huonetiloja, joissa voidaan varastoida huolto- ja korjaustöiden aikana huoltojätteitä ja pitempiaikaisesti vaihdettuja komponentteja. Jätevarastojen kapasiteetit täsmentyvät rakennusten yksityiskohtaisen suunnittelun yhteydessä.

Voimalaitosjätteiden sisältämät radioaktiiviset aineet ovat pääasiassa neutronisäteilyn synnyttämiä aktivoitumistuotteita. Polttoainevuotojen seurauksena jätteisiin voi joutua myös fissiotuotteita ja pieniä määriä aktinideja.

VLJ-luolan MAJ-siilon sisältämän jätteen kokonaisaktiivisuus vuonna 2055, jolloin siilo on suunniteltu suljettavan, on enintään  $2,9 \times 10^{11}$  Bq. Vastaava KAJ-siilon enimmäisaktiivisuus on  $2,4 \times 10^{14}$  Bq. Olkiluoto 3:lta sen käyttöiän aikana kertyvien voimalaitosjätteiden enimmäisaktiivisuuksien arvioidaan olevan samaa suuruusluokkaa.

#### 3.4. Purkujätteet

Olkiluoto 3:n käytöstäpoiston yhteydessä syntyvä purkujäte koostuu aktivoituneesta ja kontaminoituneesta metalli-, betoni- ym. jätteestä. Osa purkujätteestä on hyvin vähäaktiivista. Yli 99 % purkujätteen aktiivisuudesta on reaktoripaineastian aktivoituneissa sisäosissa. Purkujätteen tilavuudesta vie puolestaan valtaosan kontaminoitunut purkujäte (putket, venttiilit, pumput ym.) ja hyvin vähäaktiivinen purkujäte (esim. betonisen biologisen suojan ulkokerros).

Aktivoitunutta purkujätettä ovat lähinnä reaktoripaineastia sisäosineen ja lämpöeristelevyistöineen sekä biologisen suojan sisäkerros. Reaktoripaineastia aktivoituu neutronisäteilyssä reaktorisydäntä lähinnä olevalta osaltaan. Eniten aktivoituvat reaktoripaineastian sisäosat. Olkiluodon nykyisten voimalaitosyksiköiden aktivoituneen purkujätteen massaksi on arvioitu yhteensä noin 2450 t ja tilavuudeksi pakattuna noin 3620 m<sup>3</sup>. Olkiluoto 3:n vastaava jätemäärä on vähän pienempi.

Kontaminoitunut purkujäte on pääasiassa prosessijärjestelmien purkamisesta syntyvää jätettä: putkia, pumppuja, venttiilejä ym. Jätteen aktiivisuus riippuu suuresti kyseisen järjestelmän tehtävästä ja toiminnasta. Olkiluodon nykyisten voimalaitosyksiköiden tällaisen jätteen massa on yhteensä noin 5550 t ja tilavuus pakattuna (pakkaamattomat ulkomittojen mukaan) noin 20820 m<sup>3</sup>. Olkiluoto 3:n vastaava jätemäärä on vähän pienempi.

Hyvin vähäaktiiviseksi luokiteltu biologisen suojan ulkokerros tuottaa jätettä Olkiluodon nykyisiltä laitosyksiköiltä noin 2640 t ja sen tilavuus pakattuna on noin 3210 m<sup>3</sup>. Olkiluoto 3:n vastaavan jätemäärän arvioidaan olevan pienempi.

Pieni määrä aktiivisinta purkujätettä loppusijoitetaan käytetyn polttoaineen kanssa.

Yllä esitetyistä luvuista saadaan Olkiluodon nykyisiltä laitosyksiköiltä kertyvän purkujätteen määräksi yhteensä noin 11000 t ja 28000 m<sup>3</sup>. Laitostoimittajan arvion mukaan Olkiluoto 3:n loppusijoitettavan purkujätteen määrä olisi noin 6000 t ja 7000 m<sup>3</sup>. Arvio perustuu Saksassa käytettäviin menetelmiin, joilla tavoitteena on mahdollisimman pieni tilavuus. Tilavuuden minimoiminen ei vaikuta jätteen aktiivisuusmäärään.

Suomessa pitkälle viety tilavuuden minimointi ei ole välttämättä tarkoituksenmukaista, vaan yksinkertaisemmilla menetelmillä saatetaan päästä edullisempaan lopputulokseen.

Olkiluodon nykyisten laitosten purkujätteen kokonaisaktiivisuuden arvioidaan olevan vuonna 2055 noin  $9 \times 10^{15}$  Bq. Olkiluoto 3:n vastaavan kokonaisaktiivisuuden arvioidaan olevan samaa suuruusluokkaa.

**PÄÄPIIRTEINEN SELVITYS TEKNISISTÄ TOIMINTAPERIAATTEISTA JA  
RATKAISUISTA SEKÄ MUISTA JÄRJESTELYISTÄ, JOILLA YDINLAITOKSEN  
TURVALLISUUS VARMISTETAAN**

SISÄLLYSLUETTELO

- |   |                            |
|---|----------------------------|
| 1 | VOIMALAITOSPROSESSI        |
| 2 | TEKNISET TIEDOT            |
| 3 | PÄÄPIIRTEINEN LAITOSKUVAUS |
| 4 | MUUT JÄRJESTELYT           |

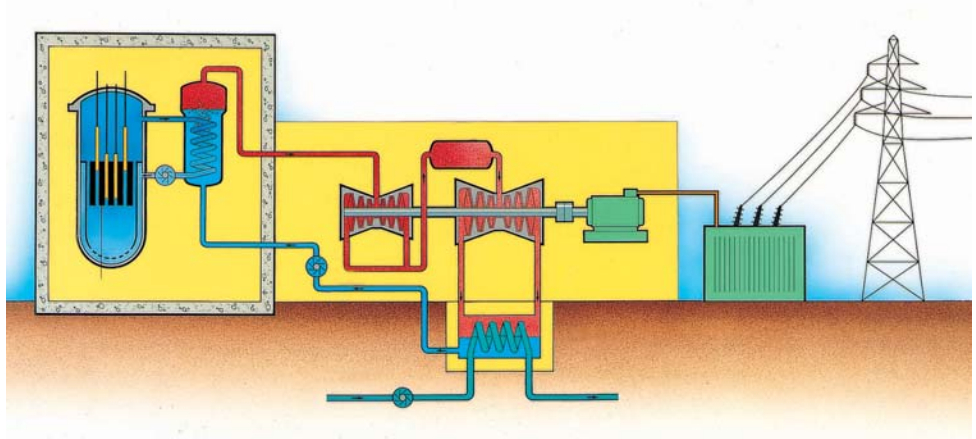
# 1 VOIMALAITOSPROSESSI

Voimalaitosyksikön tyyppinimi on EPR (European Pressurized water Reactor). Se on toimintaperiaatteeltaan painevesireaktorilaitos PWR (Pressurised Water Reactor). Siinä uraanipolttoaine kuumentaa primääripiirissä pumppujen avulla kierrätettävää vettä (kuva 1). Paineistettu vesi kehittää höyryä erillisissä primääripiiriin kuuluvissa höyrystimissä. Höyry kiertää sekundääripiirissä pyörittäen turbiinia ja generaattoria. Tältä perusperiaatteeltaan ydinvoimalaitos on höyryvoimalaitos samoin kuin esimerkiksi hiilivoimalaitos.

Reaktorissa polttoaine on pieninä, läpimitaltaan 8,1 mm suuruisina nappeina, jotka on suljettu runsaan neljän metrin pituisiin kaasutiiviisiin polttoainesauvoihin. Polttoainesauvan aktiivisen osan pituus on 4200 mm. Polttoainesauvat on koottu 17x17-rakenteen omaaviksi polttoainenuipiksi, joita reaktorissa on 241 kappaletta. Uraanipolttoaineen määrä reaktorissa on noin 128 tonnia.

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

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



Kuva 1. Painevesireaktorilaitoksen periaatteellinen toimintakaavio.

## 2 TEKNISET TIEDOT

Oheisessa taulukossa on esitetty uuden voimalaitosyksikön teknisiä tietoja.

Taulukko 1. Laitosyksikön teknisiä tietoja

Suure	Lukuarvo ja yksikkö
Sähköteho, netto	noin 1600 MW
Reaktorin lämpöteho	4300 MW
Kokonaishyötysuhde	noin 37 %
Polttoaine	uraanidioksidi, UO <sub>2</sub>
Polttoaineen kulutus	noin 32 t/vuodessa
Polttoaineen keskimääräinen rikastusaste	3-5 % U-235
Uraanin määrä reaktorissa	noin 128 t
Vuotuinen sähköntuotanto	noin 13 TWh
Jäähdytysvesivirtaus	57 m <sup>3</sup> /s

Vaikeasti vaihdettavien rakenteiden ja laitteiden suunnittelun lähtökohtana käytetään vähintään 60 vuoden käyttöikä. Muiden rakenteiden ja laitteiden osalta lähtökohtana on vähintään 30 vuoden käyttöikä. Uusimalla tarvittaessa viimeksi mainittuja rakenteita ja laitteita on mahdollista päästä vähintään 60 vuoden toiminta-aikaan.

### 3 PÄÄPIIRTEINEN LAITOSKUVAUS

#### 3.1

##### Perustiedot

Ranskalais-saksalaisen Framatome ANP:n suunnittelema EPR on ns. evoluutiotyyppin laitos. Se pohjautuu kummassakin maassa viimeksi käyttöön otettuihin painevesilaitoksiin. Nämä ovat tyyppi N4 Ranskassa ja tyyppi Konvoi Saksassa.

EPR:ssä on neljä höyrystinpiiriä. Reaktorin lämpöteho on 4300 MW. Laitosyksikön nettosähköteho noin 1600 MW.

Uusi laitosyksikkö on rakenteeltaan edistyksellinen verrattuna nykyisin käytössä oleviin laitoihin. Eräs merkittävä uusi piirre on, että sen suunnittelussa on alun perin otettu huomioon ns. vakavien onnettomuuksien hallinta. Näissä äärimmäisen epätodennäköisissä onnettomuustilanteissa oletetaan reaktorisydämen vaurioituvan pahasti (sulavan).

Laitosyksikön suunnittelussa otetaan myös huomioon lentokoneen törmäys tai muu ulkoinen isku. Tarkasteltavia lentokoneita ovat pienlentokone, sotilaslentokone ja iso matkustajalentokone.

Turvallisuuden lisäksi laitosyksikön suunnittelussa on kiinnitetty erityistä huomiota taloudellisuuteen. Muun muassa laitosyksikön hyötysuhde runsaat 37 % on noin neljä prosenttiyksikköä suurempi kuin Olkiluodon nykyisillä laitosyksiköillä. Rakentamisajan lyhentäminen on myös ollut eräänä keskeisenä tavoitteena.

#### 3.2

##### Turvallisuustoiminnot

Seuraavassa kuvataan lyhyesti tärkeimpien turvallisuustoimintojen hoitamiseen tarkoitettuja järjestelmät. Laitosyksikön suunnittelussa noudatettavia turvallisuusperiaatteita on käsitelty laajemmin tämän hakemuksen liitteessä 8. Suojautumista tulipaloilta ja ulkoisilta tapahtumilta, kuten lentokonetörmäyksiltä, käsitellään liitteen 8 kohdassa 4.2.8.

##### Reaktorin sammutus

Reaktorin sammutusta varten on olemassa painevesireaktorille normaali, säätösauvojen sydämeen pudottamiseen perustuva järjestelmä. Toinen, säätösauvoista riippumaton nopea sammutusjärjestelmä on aktiivinen hätäboorausjärjestelmä, jossa on kolme rinnakkaista ja riippumatonta 100 % kapasiteetin omaavaa osajärjestelmää. Myös tämä järjestelmä pystyy sammuttamaan reaktorin turvallisesti kaikissa odotettavissa olevissa käyttöhäiriöissä. Alikriittisyyden varmistamiseksi myös onnettomuustilanteissa reaktoriin pumpattava hätäjähdytysvesi on boorattua.



### Jälkilämmön poisto reaktorista normaalissa käyttöpaineessa

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

### Reaktorisydämen hätäjähdytys

Reaktorin hätäjähdytystä varten on olemassa neljä rinnakkaista haaraa, joihin kuhunkin kuuluu ns. 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 katkosten tapauksessa nimellisesti 4 x 50 %, mutta hätäjähdytysjärjestelmät pystyvät huolehtimaan reaktorisydämen jäähdytyksestä siinäkin tilanteessa, että pääkiertopiirin kylmän haaran katkos estää yhden osajärjestelmän pumppaamaa vettä pääsemästä reaktoriin, toinen osajärjestelmä on poissa käytöstä huollon tai korjauksen takia ja kolmannessa osajärjestelmässä on toiminnan estävä, piilevä vika.

Primääripiirin alhaisissa paineissa ja lämpötiloissa on käytettävissä aktiivinen jälkilämmönpoistojärjestelmä, jolla lämpö voidaan siirtää primääripiirin jäähdytteestä lopulliseen lämpönieluun. Myös 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 ja 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 erillinen primääripiirin 1 x 100 % paineenalennuslinja, minkä lisäksi on mahdollista käyttää kolmea paineistimen normaalia varoventtiiliä manuaaliseen paineenalennukseen.

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 lauhumattomien kaasujen paineen hallinta perustuu suojarakennuksen suuren tilavuuden ohella passiiviseen, katalyyttiseen vedyn ja hapen rekombinointiin.

## 4

### MUUT JÄRJESTELYT

Laitosyksikköön kohdistuvan lainvastaisen toiminnan estämiseksi tehtävät järjestelyt toteutetaan ydinvoimalaitosten turvajärjestelyjä koskevista yleisistä määräyksistä annetun valtioneuvoston päätöksen (VNP 396/91) mukaisesti. Tämä tapahtuu laajentamalla nykyisten laitosyksiköiden turvajärjestelyt kattamaan uusi laitosyksikkö. Turvajärjestelyjä käsitellään yksityiskohtaisemmin erillisessä Säteilyturvakeskukselle toimitettavassa suunnitelmassa.

Toimenpiteet ydinvahinkojen rajoittamiseksi laitosyksikössä sekä sen alueella toteutetaan ydinvoimalaitosten valmiusjärjestelyjä koskevista yleisistä määräyksistä annetun valtioneuvoston päätöksen (VNP 397/91) mukaisesti. Tämä tapahtuu laajentamalla nykyisten laitosyksiköiden valmiusjärjestelyt kattamaan uusi laitosyksikkö. Valmiusjärjestelyjä käsitellään yksityiskohtaisemmin erillisessä Säteilyturvakeskukselle toimitettavassa suunnitelmassa.

**SELVITYS TURVALLISUUSPERIAATTEISTA, JOITA HAKIJA AIKOO NOUDATTA  
SEKÄ ARVIO PERIAATTEIDEN TOTEUTUMISESTA**

## SISÄLLYSLUETTELO

- 1 YLEISET PERIAATTEET
- 2 VALTIONEUVOSTON PÄÄTÖKSET
- 3 YVL-OHJEET
- 4 VALTIONEUVOSTON PÄÄTÖKSEN 395/91 VAATIMUSTEN TÄYTTÄMINEN
  - 4.1 YLEISET PERIAATTEET (VNP 395/91 LUKU 2)
    - 4.1.1 Yleistavoite (§3)
    - 4.1.2 Turvallisuskulttuuri (§4)
    - 4.1.3 Laadunvarmistus (§5)
    - 4.1.4 Turvallisuuismääräysten täyttämisen osoittaminen (§6)
  - 4.2 YDINTURVALLISUUTTA KOSKEVAT SUUNNITTELUVAATIMUKSET (VNP 395/91 LUKU 4)
    - 4.2.1 Suojaamisen tasot (§13)
    - 4.2.2 Radioaktiivisten aineiden leviämisen tekniset esteet (§14)
    - 4.2.3 Polttoaineen eheyden varmistaminen (§15)
    - 4.2.4 Primääripiirin eheyden varmistaminen (§16)
    - 4.2.5 Suojarakennuksen eheyden varmistaminen (§17)
    - 4.2.6 Turvallisuuustoimintojen varmistaminen (§18)
    - 4.2.7 Inhimillisten virheiden välttäminen (§19)
    - 4.2.8 Suojautuminen ulkoisilta tapahtumilta ja tulipaloilta (§20)
    - 4.2.9 Turvallisuuoluokitus (§21)
    - 4.2.10 Ydinvoimalaitoksen valvonta ja ohjaus (§22)

## 1

## YLEISET PERIAATTEET

Ydinvoimalaitoksen suunnittelun, rakentamisen ja käytön lähtökohtana on ydinenergialain mukaisesti, että laitoksen on oltava turvallinen eikä siitä saa aiheutua vahinkoa ihmisille, ympäristölle tai omaisuudelle. Tämä toteutetaan ennaltaehkäisevinä toimenpiteinä laitoksen suunnittelussa ja rakentamisessa, laitosta suojaavina toimintoina häiriö- ja vauriotilanteissa sekä seurauksia rajoittavina toimintoina onnettomuustilanteissa.

Uuden ydinvoimalaitosyksikön on täytettävä Suomessa voimassa olevat turvallisuusvaatimukset, joiden yleisperiaatteet sisältyvät valtioneuvoston päätöksiin. Yksityiskohtaiset turvallisuusvaatimukset on esitetty Säteilyturvakeskuksen julkaisemissa YVL-ohjeissa. Tässä liitteessä esitetään, miten noudatettavia turvallisuusperiaatteita on tarkoitus soveltaa hankkeessa.

## 2

## VALTIONEUVOSTON PÄÄTÖKSET

Ydinvoimalaitoksen suunnittelu, rakentaminen ja käyttö toteutetaan ydinvoimalaitosten turvallisuutta koskevista yleisistä määräyksistä annetun valtioneuvoston päätöksen (VNP 395/91) mukaisesti. Tätä käsitellään tarkemmin kohdassa 4.

Ydinvoimalaitokseen kohdistuvan lainvastaisen toiminnan estämiseksi tehtävät järjestelyt toteutetaan ydinvoimalaitosten turvajärjestelyjä koskevista yleisistä määräyksistä annetun valtioneuvoston päätöksen (VNP 396/91) mukaisesti. Tämä tapahtuu laajentamalla nykyisten laitosisyksiköiden turvajärjestelyt kattamaan uusi laitosisyksikkö. Turvajärjestelyjä käsitellään yksityiskohtaisemmin erillisessä Säteilyturvakeskukselle toimitettavassa suunnitelmassa.

Toimenpiteet ydinvahinkojen rajoittamiseksi ydinvoimalaitoksessa sekä sen alueella toteutetaan ydinvoimalaitosten valmiusjärjestelyjä koskevista yleisistä määräyksistä annetun valtioneuvoston päätöksen (VNP 397/91) mukaisesti. Tämä tapahtuu laajentamalla nykyisten laitosisyksiköiden valmiusjärjestelyt kattamaan uusi laitosisyksikkö. Valmiusjärjestelyjä käsitellään yksityiskohtaisemmin erillisessä Säteilyturvakeskukselle toimitettavassa suunnitelmassa.

3  
YVL-OHJEET

Säteilyturvakeskuksen julkaisemat YVL-ohjeet muodostavat kattavan säännöstö-kokoelman, joka määrittää yksityiskohtaisesti ydinvoimalaitoksilta Suomessa edellytettävän turvallisuustason.

Se, että ydinvoimalaitosyksikkö täyttää YVL-ohjeissa asetetut vaatimukset, osoitetaan turvallisuusanalyseillä, joissa tutkitaan laitoksen käyttäytymistä häiriö- ja onnettomuustilanteissa. Turvallisuusanalyysit esitetään viranomaisille laitoksen alustavan turvallisuusselosteen yhteydessä rakentamislupaa haettaessa. Lopullisessa turvallisuusselosteessa ne esitetään laitoksen rakentamiseen liittyvien detaljiratkaisujen vaikutuksilla täydennettyinä. Lopullinen turvallisuusseloste esitetään viranomaisille käyttölupaa haettaessa.

4  
VALTIONEUVOSTON PÄÄTÖKSEN 395/91 VAATIMUSTEN TÄYTTÄMINEN

VNP 395/91 luvuissa 2 ja 4 asetettujen vaatimusten täyttämistä käsitellään kohdissa 4.1 ja 4.2.

VNP 395/91 luvussa 3 edellytetään, että ydinvoimalaitoksen suunnittelu ja käyttö on toteutettava siten, että työntekijöiden säteilyaltistus voidaan rajoittaa siten kuin siitä erikseen säädetään. Työntekijöiden säteilyannosten pitäminen säädetyissä rajoissa ja sen lisäksi ALARA-periaatteen (As Low As Reasonably Achievable) mukaisesti niin pieninä kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista, otetaan huomioon laitoksen suunnittelun kaikissa vaiheissa. Nykyisiltä Olkiluodon laitoksilta ja muualla rakennetuista uudemmissa ydinvoimalaitoksista saadut kokemukset osoittavat, että säteilyannoksia koskevia rajoituksia pystytään noudattamaan. VNP 395/91 luvussa 3 asetettujen radioaktiivisten aineiden päästöjä koskevien määräysten täyttämistä käsitellään hakemuksen liitteessä 9.

Uuden ydinvoimalaitoksen käyttö järjestetään VNP 395/91 luvun 5 määräyksiä noudattaen samojen periaatteiden mukaisesti kuin nykyisten ydinvoimalaitosten käyttö. Uuden ydinvoimalaitoksen suunniteltua käyttöorganisaatiota käsitellään hakemuksen liitteessä 10. Käytön järjestelyjä käsitellään yksityiskohtaisemmin käyttölupaa haettaessa.

VNP 395/91:n muut luvut (1 ja 6) eivät sisällä tähän hakemukseen liittyviä asioita.

#### 4.1

#### YLEISET PERIAATTEET (VNP 395/91 LUKU 2)

##### 4.1.1

##### Yleistavoite (VNP 395/91 §3)

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

Turvallisuuden varmistamista käsitellään tässä liitteessä. Työntekijöiden säteilyannosten pitäminen säädetyissä rajoissa ja mahdollisimman pieninä on ollut eräs keskeisistä periaatteista laitossuunnittelussa. Työntekijöiden säteilyaltistusta valvotaan samanlaisin järjestelyin kuin nykyisillä laitossuunnittelulla. Säteilyaltistuksen valvontaa käsitellään tarkemmin käyttöluoppa haettaessa. Ympäristövaikutuksia käsitellään liitteessä 9.

##### 4.1.2

##### Turvallisuuskulttuuri (VNP 395/91 §4)

*Ydinvoimalaitosta suunniteltaessa, rakennettaessa ja käytettäessä on ylläpidettävä kehittyntä turvallisuuskulttuuria, joka perustuu asianomaisten organisaatioiden ylimmän johdon turvallisuutta korostavaan asenteeseen ja henkilöstön motivointiin vastuuntuntoiseen työskentelyyn. Tämä edellyttää hyvin järjestettyjä työolosuhteita ja avointa työilmapiiriä sekä valppauden ja aloitteellisuuden edistämistä turvallisuutta vaarantavien tekijöiden havaitsemiseksi ja poistamiseksi.*

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 tilanteissa, joissa joudutaan tekemään ratkaisuja turvallisuuden ja muiden tekijöiden, kuten esimerkiksi taloudellisten, aikataulullisten ja tuotannollisten tekijöiden, välillä.

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 laatu-/toimintajärjestelmää, joka omalta osaltaan tukee ja edesauttaa hyvään turvallisuuskulttuuriin kuuluvien tunnuspiirteiden toteutumista käytännön toiminnassa. Hyvään turvallisuuskulttuuriin pyrittäessä

käytetään ohjenuorana kansainvälisen atomienergiajärjestön, IAEA, määrittelemiä tunnuspiirteitä, jotka kuuluvat hyvään turvallisuuskulttuuriin pyrkivän organisaation käytännön toimintaan.

#### 4.1.3

##### Laadunvarmistus (VNP 395/91 §5)

*Ydinvoimalaitoksen suunnittelua, rakentamista ja käyttöä koskevissa turvallisuuteen vaikuttavissa toiminnoissa on noudatettava kehittyneitä laadunvarmistusohjelmia.*

Ydinvoimalaitoshankkeen eri vaiheita varten laaditaan laadunvarmistusohjelmat. Laadunvarmistusohjelmat laaditaan erikseen ydinvoimalaitoksen suunnittelu- ja rakentamisvaihetta varten ja käyttövaihetta varten. Suunnittelu- ja rakentamisvaihetta koskeva laadunvarmistusohjelma esitetään viranomaisille laitoksen rakentamislupaa haettaessa ja käyttövaihetta koskeva laadunvarmistusohjelma laitoksen käyttö lupaa haettaessa.

Luvanhakijan kokonaisvaltaisen, koko ydinvoimalaitoshankkeen suunnittelu- ja rakentamisvaiheen kattavan laadunvarmistusohjelman lisäksi laitoksen päätoimittaja ja polttoaineen toimittaja laativat erilliset, oman toimintansa kattavat laadunvarmistusohjelmat. Näiden lisäksi kaikilta sellaisilta organisaatioilta, jotka osallistuvat laitoksen turvallisuuden vaikuttavien kohteiden suunnitteluun, valmistukseen, asennukseen ja käyttöönottoon, edellytetään omaa, ydinvoimalaitoshankkeeseen liittyvää toimintaansa koskevat laadunvarmistusohjelmat.

Käyttövaiheessa uutta laitosisyksikköä koskevat laadunvarmistusmenettelyt järjestetään noudattaen samoja periaatteita kuin nykyisten ydinvoimalaitosisyksiköiden käytössä noudatetaan. Uusi laitosisyksikkö liitetään osaksi kokonaisvaltaista laatu-/toimintajärjestelmää, joka kattaa kaikki laitospaikalla sijaitsevat ydinlaitokset ja toiminnot.

Laadunvarmistusohjelmia laadittaessa otetaan huomioon YVL-ohjeissa esitetyt laadunvarmistustoimintaa koskevat perusvaatimukset. Näiden lisäksi otetaan tarpeellisessa määrin huomioon nykyaikaiseen laatuajatteluun liittyvät periaatteet, joiden mukaisesti laadunvarmistustoimenpiteet sisällytetään osaksi organisaation kokonaisvaltaista laatu-/toimintajärjestelmää, joka kattaa organisaation kaikki toiminnot niiden turvallisuusmerkityksestä riippumatta.

## 4.1.4

## Turvallisuusmääräysten täyttämisen osoittaminen (VNP 395/91 §6)

*Mikäli turvallisuusmääräysten täyttäminen ei ole suoraan todettavissa, on täyttäminen osoitettava käyttämällä kokeellisia ja laskennallisia menetelmiä.*

*Ydinvoimalaitoksen turvallisuutta ja sen turvallisuusjärjestelmien teknisiä ratkaisuja on perusteltava onnettomuusanalyyseillä sekä todennäköisyyspohjaisilla turvallisuusanalyyseillä. Analyysejä on ylläpidettävä ja tarvittaessa täsmennettävä ottaen huomioon käyttökokemukset, kokeelliset tutkimustulokset ja laskentamenetelmissä tapahtuva kehitys.*

*Turvallisuusmääräysten täyttämisen osoittamiseen käytettävien laskentamenetelmien on oltava luotettavia ja hyvin kelpoistettuja kyseessä olevien tapahtumien käsittelyyn. Niitä on sovellettava siten, että laskennalliset lopputulokset ovat hyvällä varmuudella epäedullisempia kuin todennäköisimpinä pidettävät arvot. Todennäköisyyspohjaisia turvallisuusanalyysejä sekä häiriö- ja onnettomuustilanneohjeita varten on tehtävä lisäksi analyysejä, jotka kuvaavat häiriöiden ja onnettomuuksien todennäköistä kulkua.*

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

Rakentamislupahakemuksen yhteydessä viranomaisille toimitettavaan alustavaan turvallisuusselosteeseen sisältyvät analyysit, joissa käsitellään odotettavissa olevia käyttöhäiriöitä, turvallisuusjärjestelmien suunnitteluperusteina käytettäviä oletettuja onnettomuustilanteita ja ns. vakavia reaktorionnettomuuksia. Eri tapahtumaluokille on määritelty erilaiset hyväksymiskriteerit mm. polttoaineen suojakuoren, painetta kantavan primääripiirin ja reaktorin suojarakennuksen kuormitusten suhteen sekä myös tapahtuman ympäristövaikutusten suhteen. Näitä vaatimuksia on kuvattu tämän asiakirjan kohdissa 4.2.1-4.2.5. Turvallisuusanalyyseillä osoitetaan näiden kriteerien täytyminen.

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

Turvallisuusjärjestelmien suunnittelun optimointiin käytetään myös todennäköisyyspohjaisia menetelmiä ja analyysejä. Niissä otetaan



huomioon ydinvoimalaitosten käyttökokemuksiin nojautuen se, miten usein minkäkinlainen häiriö voi sattua tai on tapahtunut. Edelleen otetaan huomioon yksittäisten laitteiden käyttökokemusten perusteella se, millä todennäköisyydellä turvallisuusjärjestelmät eivät toimi suunnitellulla tavalla. Todennäköisyyspohjaisella turvallisuusanalyysillä lasketaan kaikkien tunnistettujen suurten ja pienten häiriöiden yhteinen riskivaikutus ja asetetaan ydinturvallisuuteen vaikuttavat tekijät tärkeysjärjestykseen. Rakentamislupahakemuksen yhteydessä toimitetaan myös suunnitteluvaiheen todennäköisyyspohjainen turvallisuusanalyysi viranomaiselle.

## 4.2

### YDINTURVALLISUUTTA KOSKEVAT SUUNNITTELUVAATIMUKSET (VNP 395/91 LUKU 4)

#### 4.2.1

##### Suojaamisen tasot (VNP 395/91 §13)

*Käyttöhäiriöiden ja onnettomuuksien ehkäisemiseksi on käytettävä koeteltua tai muutoin huolella tutkittua, korkealaatuista tekniikkaa suunnittelussa, rakentamisessa ja käyttötoiminnassa (ennalta ehkäiseminen).*

*Ydinvoimalaitoksella on oltava järjestelmät, joiden avulla voidaan nopeasti ja luotettavasti havaita käyttöhäiriöt ja onnettomuustilanteet ja estää tilanteen kehittyminen vakavammaksi. Suuriin radioaktiivisten aineiden päästöihin johtavien onnettomuuksien on oltava erittäin epätodennäköisiä (käyttöhäiriöiden ja onnettomuustilanteiden hallinta).*

*Onnettomuuden seurauksien lieventämiseen on varauduttava tehokkain teknisin ja hallinnollisin järjestelyin. Vastatoimenpiteet onnettomuuden saamiseksi hallintaan ja säteilyhaittojen ehkäisemiseksi on suunniteltava ennalta (seurausten lieventäminen).*

#### Häiriöiden ennalta ehkäisy

Edellä esitetty suojaamisen tasoja koskeva vaatimus sisältää ns. syvyyspuolustuksen periaatteen, jonka mukaisesti myös rakennettava uusi laitosyksikkö on suunniteltu. Periaatteen mukaan häiriön eteneminen pysäytetään useilla toisiaan seuraavilla tasoilla. Sekä turvallisuuden että laitosyksikön käytettävyyden kannalta edullisinta on, jos koko käyttöhäiriön syntyminen voidaan estää. Korkeiden laatuvaatimusten soveltaminen laitosyksikön suunnittelussa, rakentamisessa ja käyttötoiminnassa on siten oleellisen tärkeätä käyttöhäiriöiden ja onnettomuuksien ennalta ehkäisemiseksi.

Syvyyspuolustusperiaate vaatii myös, että laitosyksikkö suunnitellaan ja rakennetaan fysikaalisten ja teknisten ominaisuuksiensa osalta häiriöttömästi.

kehittymistä vastustavaksi. Eräs reaktorin tärkeimmistä suunnittelu-  
perusteista on, että reaktorin tehon käyttäytyminen on luontaisesti  
hallittua. Tähän on päästy suunnittelemalla reaktori siten, että höyryn  
tilavuuden kasvu jäähdytteessä tai jäähdytteen lämpötilan nousu lisäävät  
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 laitosesikön käytön kannalta  
tydyttävän häiriökestoisuuden saavuttamiseen. Tästä syystä  
laitosesikko on varustettu säätöjärjestelmillä, joista tärkeimpiä ovat  
höyrystimien ja paineistimen vedenpinnan, reaktorin paineen ja reaktorin  
tehon säätöjärjestelmät. Säätöjärjestelmien tehtävä on eliminoida pienet  
häiriöt laitoksen käyttöolosuhteissa, niin että niiden vaikutus laitoksen  
toimintaan jää mahdollisimman vähäiseksi.

#### Reaktorin suojausjärjestelmä ja odotettavissa olevat käyttöhäiriöt

Mikäli häiriö laitosesikön käyttöolosuhteissa on riittävän suuri, eivät  
reaktorin luontaiset ominaisuudet ja säätöjärjestelmät enää riitä elimi-  
noimaan sen vaikutuksia laitoksen toimintaan. Tällöin reaktorin suojaus-  
järjestelmän tehtävä on sammuttaa reaktori, jotta voidaan estää häiriön  
kehittyminen edelleen onnettomuustilanteeksi. Häiriöt, joihin liittyy  
reaktorin pikasulku, kuuluvat useimmiten ns. odotettavissa olevien  
käyttöhäiriöiden luokkaan. Odotettaviksi käyttöhäiriöiksi  
määritellään tapahtumat, joiden todennäköisyys on kerran 100  
käyttövuotta kohti tai suurempi.

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

#### Laitosesikön turvallisuusjärjestelmät ja oletetut onnettomuudet

Joskus häiriö itsessään saattaa olla niin suuri, ettei pelkkä reaktorin  
sammuttaminen riitä pysäyttämään sen kehittymistä. Laitosesikön  
turvallisuusjärjestelmien tehtävänä on tällaisen oletetun onnettomuuden  
tapauksessa varmistaa polttoaineen jäähdytettävyyden ja primääripiirin  
eheys. Polttoaineen jäähdytettävyyden varmistaminen merkitsee, että  
polttoaine ei saa sulaa eikä siirtyä pois paikaltaan. Turvallisuus-  
järjestelmien tehtäviä ovat mm. reaktorin ylipainesuojaus, hätäjäähdytys  
ja jälkilämmön poisto.

Oletettuina onnettomuuksina on uuden laitosesikön alustavassa  
turvallisuusselosteessa analysoitu primääripiirin suurten putkien

katkokset, reaktiivisuusonnettomuus (säätösauvan uloslento), pääkiertopumpun roottorivaurio ja höyrystimen lämmönsiirtoputken vaurio. Ylipainesuojausanalyysit voidaan myös rinnastaa suunnittelun perusonnettomuuksien analyysiin. Lisäksi uusimmissa YVL-ohjeissa on edellytetty, että myös odotettavissa olevat käyttöhäiriöt, joiden yhteydessä reaktorin pikasulku ei toimi, on rinnastettava oletettuihin onnettomuuksiin. Oletetuista onnettomuuksista käytetään myös nimitystä suunnittelun perusonnettomuudet, koska turvallisuusjärjestelmien mitoitus määräytyy niiden perusteella.

#### Vakavat reaktorionnettomuudet

Mikäli jokin epätodennäköinen vika estää suojaus- tai turvallisuusjärjestelmien asianmukaisen toiminnan häiriötilanteessa, voi tuloksena olla sydämen vakava vaurioituminen. Tällöin syvyyspuolustuksen viimeinen puolustuslinja on itse suojarakennuksen painetta kantava rajapinta, jonka tiiveys varmennetaan.

Vakavien onnettomuuksien hallintatoimilla varmennetaan suojarakennuksen eheys, hidastetaan suojarakennuksen paineen nousua sekä lopulta suoritetaan mahdollisesti tarvittava päästö hallitusti suodatetun paineenalennusjärjestelmän kautta. Vakavien onnettomuuksien hallintaa käsitellään lähemmin jäljempänä kohdassa 4.2.5 ”Suojarakennuksen eheyden varmistaminen”.

#### 4.2.2

##### Radioaktiivisten aineiden leviämisen tekniset esteet (VNP 395/91 §14)

*Radioaktiivisten aineiden leviämisen ydinreaktorin polttoaineesta ympäristöön on estettävä peräkkäisillä esteillä, joita ovat polttoaine ja sen suojakuori, ydinreaktorin jäähdytyspiiri (primääripiiri) ja suojarakennus.*

Uraanipolttoaine on sydämessä keraamisina pelletteinä, jotka pidättävät suurimman osan uraaniin muodostuvista radioaktiivisista aineista. Nämä halkaisijaltaan 8,1 mm olevat pelletit on suljettu kaasutiiviisiin polttoainesauvoihin. Polttoainesauvat on edelleen koottu 17x17-rakenteen omaaviksi polttoainepiikiksi, joita on reaktorissa 241 kappaletta. Uraanipolttoaineen määrä reaktorissa on 128 tonnin luokkaa.

Reaktorisydän sijaitsee paineastiassa, joka sulkee sisäänsä myös sydäntä jäähdyttävän veden. Pääkiertopumput kierrättävät vettä reaktorisydämen polttoainepiikien läpi. Laitosyksikön toimiessa nimellistehollaan vesi kuumenee noin 295 °C lämpötilasta noin 330 °C lämpötilaan kulkiessaan reaktorisydämen läpi. Reaktoripaineastiassa vallitseva korkea paine, normaalisti 155 bar, estää veden kiehumisen.

Reaktorin suojarakennus muodostaa tiiviin sulun radioaktiivisten aineiden pääsyyllä ympäristöön onnettomuustilanteissa.

Uudella laitossyksiköllä on toimintaperiaatteeltaan niin sanottu kuiva, täysipaineinen suojarakennus, johon reaktori pääjähdytysjärjestelmineen on sijoitettu. Suojarakennus muodostuu kahdesta sisäkkäisestä suojakuoresta. Sisempi suojakuori on valmistettu esijännitetystä, teräsvuorauksella varustetusta teräsbetonista. Ulompi suojakuori on valmistettu teräsbetonista. Ulomman ja sisemmän suojakuoren välitilassa ylläpidetään jatkuvaa alipainetta, joka estää sisemmän suojarakennuksen vähäistenkin vuotojen pääsemisen ulkoilmaan.

#### 4.2.3

##### Polttoaineen eheyden varmistaminen (VNP 395/91 §15)

*Polttoaineen jäähdytyksen olennaisen heikkenemisen tai muusta syystä aiheutuvan polttoaineaurion todennäköisyyden on oltava pieni normaaleissa käyttötilanteissa ja odotettavissa olevissa käyttöhäiriöissä.*

*Oletetuissa onnettomuuksissa polttoainevaurioiden määrän on pysyttävä pienenä eikä polttoaineen jäähdytettävyyden saa vaarantua.*

*Kriittisysonnettomuuden mahdollisuuden on oltava erittäin pieni.*

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.

Polttoainesauvat suunnitellaan niin, ettei sauvojen sisäinen paine ylitä jäähdytteen normaalia käyttöpainetta.

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 osalta vaaditaan, että polttoainevaurioiden todennäköisyyden tulee olla hyvin pieni. Myös

tämä vaatimus saattaa rajoittaa reaktorin normaalin käytön aikana sallittua korkeinta polttoainepun tehoa. Polttoaineen kestävyys tällaisissa tilanteissa osoitetaan riittäväksi ns. transienttianalyysillä, jotka muodostavat keskeisen osan ydinvoimalaitosyksikön turvallisuusselosteesta. Tyypillisiä transientteja ovat esimerkiksi laitossyksikön irtoaminen ulkoisesta sähköverkosta tai häiriöt primääri- tai sekundääripiirin paineessa.

Oletetut onnettomuudet jaetaan kahteen luokkaan todennäköisyytensä perusteella: luokan 1 oletettujen onnettomuuksien esiintymistodennäköisyys on välillä  $1E-2 \dots 1E-3$ /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. Polttoaineen suojakuoren lämpötila ei myöskään saa ylittää rajaa  $650^{\circ}\text{C}$ .

Luokan 2 oletetuissa onnettomuuksissa polttoaineen jäädytettävyyden ei saa vaarantua. Tämä merkitsee, etteivät polttoainepun saa sulaa tai muuten vaurioitua niin vakavasti, että reaktorin turvallinen sammutus tai jäädytysveden pääsy nippuihin estyisi. Polttoaineen suojakuoren lämpötila ei myöskään saa nousta niin korkeaksi, että kuumen metallin ja vesihöyryn välistä metalli/vesi-reaktiota esiintyisi huomattavassa määrin. Polttoainevaurioiden määrä on oletetuissa onnettomuuksissa pidettävä mahdollisimman vähäisenä. Tämä vaatimus tulkitaan käytännössä siten, ettei suojakuorivaurioita saa syntyä yli 10 %:ssa polttoainesauvoista.

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

Kriittisyysonnettomuuden tai ainakin tahattoman kriittisyyden riski reaktorissa liittyy jäädytteen booripitoisuuden laimenemiseen reaktorin ollessa sammutettuna ja pääkiertopumppujen ollessa pysäytettynä, joko normaalissa seisokitilanteessa tai jonkin häiriön tai onnettomuuden jälkitilanteessa. Tällöin primääripiiriin voi muodostua paikallisia, alhaisen booripitoisuuden omaavaa vettä sisältäviä "taskuja", jotka reaktoriin kulkeutuessaan voivat saada aikaan reaktiivisuustransientin. Reaktorin ollessa sammutettuna valvotaankin sen vuoksi tarkoin primääripiiriin syötettävän veden booripitoisuutta. Jos booripitoisuus alittaa tietyn rajan, veden pumppaus primääripiiriin katkaistaan automaattisesti. Seisokin aikaisissa riskeissä inhimillisen tekijän osuus

on suurempi kuin tehoajolla. Siksi reaktorin teknisiä suojuuksia täydennetään seisokkitilanteissa tiukoin hallinnollisin rajoituksin.

#### 4.2.4

##### Primääripiirin eheyden varmistaminen (VNP 395/91 §16)

*Ydinreaktorin primääripiiri on suunniteltava siten, että siihen kohdistuvat rasitukset alittavat riittävällä varmuudella rakennemateriaaleille määritetyt nopeasti kasvavan murtuman estämiseksi tarkoitetut arvot normaaleissa käyttötilanteissa, odotettavissa olevissa käyttöhäiriöissä ja oletetuissa onnettomuuksissa. Myös muusta syystä aiheutuvan primääripiirin rikkoutumisen mahdollisuuden on oltava pieni.*

Primääripiirin eheyden varmistaminen perustuu asianmukaisen suunnittelun ja riittävien suunnittelumarginaalien ohella huolellisuuteen valmistuksessa sekä laadultaan ensiluokkaisten materiaalien käyttöön. Tällä tavoin voidaan varmistaa, että jonkin primääripiirin painetta kantavan laitteen äkilliseen murtumaan johtavan vian koon täytyy olla niin suuri, että se voidaan joko havaita vuotona laitoksen käydessä tai löytää määräaikaistarkastuksissa, ennenkuin varsinaista onnettomuutta pääsee tapahtumaan. Määräaikaistarkastusohjelmalla onkin tärkeä sija primääripiirin eheyden varmistamisessa.

Primääripiirin suunnittelussa on otettava huomioon myös reaktori-paineastian 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 turbiinilauhduttimeen estyy tai reaktorin sammutus epäonnistuu, voivat johtaa sekä primääri- että sekundääripiirin paineen nousuun. Primääripiirin painetta voidaan säätää höyrystimien sekundääripuolen paineen avulla. Siksi pääosa puhallus- ja varoventtiilikapasiteetista sijaitsee sekundääripuolella. Koska sekundääripuolen vesi ei normaalisti ole radioaktiivista, on näiden varoventtiilien puhallus suunnattu suoraan ulkoilmaan. Suunnittelu-perusteiden mukaan minkään odotettavissa olevan käyttöhäiriön yhteydessä ei ole tarvetta primääripiirin varoventtiilien avautumiselle.

Primääri- ja sekundääripiirin paineen rajoittamiseen osallistuu myös reaktorin suojaus- ja pikasulkujärjestelmä. Odotettavissa olevissa käyttöhäiriöissä, joiden yhteydessä reaktorin pikasulku toimii tarkoitetulla tavalla, ei primääri- eikä sekundääripiirin suunnittelupaine ylitä. Tämä suunnittelupaine on huomattavasti normaalia käyttöpainetta korkeampi, esimerkiksi primääripiirin suunnittelupaine on 176 bar ja

käyttöpaine 155 bar. Oletetuissa onnettomuuksissa kummankin piirin suunnittelupaine saa ylittyä enintään 10 %:lla ja tapauksissa, joissa reaktorin pikasulku epäonnistuu, enintään 30 %:lla. Painetta kantavat rakenteet kestävät rikkoutumatta huomattavasti suuremman paineen. Onnettomuustilanteissa myös primääripiirin (paineistimen) varoventtiilit voivat osallistua paineen hallintaan.

Ylipainesuojausjärjestelmän mitoituksen pohjana olevissa ylipainesuojausanalyysissä käytetään erittäin epäedullisia eli konservatiivisia oletuksia: muun muassa osan varoventtiileistä oletetaan jäävän avautumatta ja ensimmäisenä ylittävän pikasulkuuehdon oletetaan jäävän laukeamatta. Tämän konservatiivisuuden johdosta ylipainesuojausjärjestelmään tulee merkittävä ylikapasiteetti.

#### 4.2.5

##### Suojarakennuksen eheyden varmistaminen (VNP 395/91 §17)

*Suojarakennus on suunniteltava siten, että se kestää luotettavasti odotettavissa olevien käyttöhäiriöiden ja oletettujen onnettomuuksien aiheuttamat paine- ja lämpötilakuormitukset, suihkuvoimat ja lentävien esineiden vaikutukset.*

*Suojarakennus on suunniteltava lisäksi siten, että suojarakennuksen sisälle vakavan reaktorionnettomuuden seurauksena syntyvä paine ja lämpötila eivät aiheuta sen hallitsematonta rikkoutumista.*

*Mahdollisuuden, että syntyisi sellainen kaasuseos, joka voi palaa tai räjähtää suojarakennuksen eheyden vaarantavalla tavalla, on oltava pieni kaikissa onnettomuuksissa.*

*Suojarakennuksen suunnittelussa on otettava muutoinkin huomioon reaktorisydämen sulamisesta aiheutuva suojarakennuksen vaurioitumisen uhka.*

Suojarakennuksen keskeisiä ominaisuuksia on käsitelty edellä kohdassa 4.2.2 ”Radioaktiivisten aineiden leviämisen tekniset esteet”.

Oletetuista onnettomuuksista suojarakennuksen sisäpuoliset primääripiirin putkikatkokset aiheuttavat suojarakennukselle merkittävimmät kuormitukset. Näitä ovat kuumen veden ja höyryn purkautumisesta aiheutuvat paine- ja lämpötilakuormitukset sekä putkirikkojen dynaamiset vaikutukset, joihin kuuluvat suihkuvoimat sekä lentävien esineiden aiheuttamat kuormitukset. Suojarakennuksen mitoitus putkikatkoksonnettomuuksien varalta perustuu oleellisesti täyspaineisen suojarakennuksen suureen tilavuuteen. Tällöin suojarakennus voidaan yksinkertaisesti mitoittaa kestäämään se paine, jonka primääripiiristä purkautuva vesi voi enimmillään aiheuttaa.

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

Turvallisuusjärjestelmien tehtävänä on varmistaa, että kaikkien oletettujen onnettomuuksien jälkeen reaktori voidaan sammuttaa, polttoaineessa syntyvä jälkilämpö siirtää pois reaktorista ja radioaktiivisten aineiden pääsyä ympäristöön tehokkaasti rajoittaa. 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 turvallisuusominaisuuksia.

Mikäli turvallisuusjärjestelmät eivät toimisi ollenkaan esimerkiksi primääripiirin vuodon yhteydessä, saattaisi veden saanti reaktoriin estyä. Tällöin seurauksena voisi olla reaktorisydämen radioaktiivisten aineiden hajoamisen synnyttämän jälkilämpötehon aiheuttama reaktorisydämen sulaminen. Tämän seurauksena sula sydänmassa voisi valua reaktoripaineastian pohjalle, paineastian pohja voisi edelleen vaurioitua, ja sulaa materiaalia purkautua suojarakennukseen.

Uuden laitosyksikön suunnittelun lähtökohtana on, että vakavissakin onnettomuuksissa radioaktiivisten aineiden päästö on rajoitettava sellaiseksi, että siitä ei aiheudu ydinvoimalaitoksen ympäristön väestölle välittömiä terveyshaittoja eikä pitkäaikaisia rajoituksia laajojen maa- ja vesialueiden käytölle.

Tällaisen vakavan onnettomuuden hallitsemiseksi suojarakennus ja erityisesti sen alaosa suunnitellaan kestäväksi sula sydänmassa niin, että se ei menetä tiiveyttään. Lisäksi paineastian alapuolelle on varattu vakavan reaktorionnettomuuden yhteydessä purkautuvalle sulalle sydänmassalle niin sanottu leviämialue. Leviämialueen tulvitus suojarakennuksessa olevan vesialtaan vedellä käynnistyy passiivisesti kuumen sydänsulan suorasta vaikutuksesta. Näin sula saadaan jäähdytetyksi, mikä mahdollistaa stabiilin, turvallisen tilan saavuttamisen.

Metallin ja veden välisissä reaktioissa syntyvän vedyn räjähdysmahdollisuus on estetty osittain suojarakennuksen suuren tilavuuden ansiosta, koska näin kaasukehän vetypitoisuus voidaan pitää riittävän alhaisena. Lisäksi vetyä poistetaan hallitusti suojarakennuksen ilmasta onnettomuustilanteessa katalyyttisesti.



Suojarakennuksen eheys pitkällä aikavälillä varmistetaan riippumattomalla jälkilämmönpoistojärjestelmällä ja lauhtumattomien kaasujen rekombinoinnilla.

Pitkällä aikavälillä suojarakennuksen painetta voidaan lisäksi alentaa päästämällä lauhtumattomat kaasut hallitusti ympäristöön suodatetun paineenalennusjärjestelmän kautta. 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.

#### 4.2.6

##### Turvallisuustoimintojen varmistaminen (VNP 395/91 §18)

*Turvallisuustoimintojen varmistamisessa on ensisijaisesti käytettävä hyväksi suunnitteluratkaisuin saavutettavissa olevia luontaisia turvallisuusominaisuuksia. Erityisesti ydinreaktorin fysikaalisten takaisinkytkentöjen yhteisvaikutuksen on oltava sellainen, että se hillitsee reaktorin tehon kasvua.*

*Mikäli turvallisuustoiminnon varmistamisessa ei voida käyttää hyväksi luontaisia turvallisuusominaisuuksia, on ensisijaisesti käytettävä järjestelmiä ja laitteita, jotka eivät tarvitse ulkoista käyttövoimaa tai jotka käyttövoiman menetyksen seurauksena asettuvat turvallisuuden kannalta edulliseen tilaan.*

*Tärkeimpiä turvallisuustoimintoja suorittavien järjestelmien on pystyttävä toteuttamaan tehtävänsä, vaikka mikä tahansa järjestelmän yksittäinen laite olisi toimintakyvytön ja vaikka mikä tahansa turvallisuustoimintoon vaikuttava laite olisi samanaikaisesti poissa käytöstä korjauksen tai huollon vuoksi.*

*Ydinvoimalaitoksella on oltava ulkoisen ja sisäisen sähkötehon syöttöjärjestelmät. Tärkeimmät turvallisuustoiminnot on voitava toteuttaa kumpaa tahansa sähkötehon syöttöjärjestelmää käyttämällä.*

*Toisiaan varmistavat turvallisuusjärjestelmät sekä turvallisuusjärjestelmien rinnakkaiset osat on erotettava toisistaan siten, että niiden vioittuminen samasta ulkoisesta syystä on epätodennäköistä. Tärkeimpien turvallisuustoimintojen varmistamisessa on käytettävä mahdollisuuksien mukaan eri toimintaperiaatteisiin perustuvia järjestelmiä.*

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

## LIITE 8

vaikuttaa reaktorisydämen reaktiivisuutta alentavasti. Tällöin reaktorin toiminta pysyy stabiilina ilman säätöjärjestelmien jatkuvaa toimintaa. Tämä pienentää huomattavasti laitousyksikön häiriöherkkyyttä, jolloin reaktorin suojausjärjestelmän toimintaa vaativien tarvetilanteiden määrä vastaavasti pienenee. Myöskään vakavien reaktiivisuusonnettomuuksien syntyminen minkään käyttöhäiriön seurauksena ei ole tällöin mahdollista. Uusi laitousyksikkö täyttää tämän reaktorin luontaista stabiilisuutta koskevan vaatimuksen.

Suojausjärjestelmien tarkoituksena on havaita onnettomuustilanteet ja käynnistää tarvittavat turvallisuusjärjestelmät sekä huolehtia onnettomuuden jälkitilanteessa laitoksen pysymisestä turvallisessa 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 booriliuoksen pumppaamiseen reaktoriin. Kumpikin näistä järjestelmistä pystyy yksinään sammuttamaan reaktorin odotettavissa olevien käyttöhäiriöiden yhteydessä, vaikka kyseiseen järjestelmään samalla oletettaisiin eniten toimintaa häiritsevää yksittäisvika. Joissakin tilanteissa reaktiivisuuden hallintaan voivat osallistua myös hätäjähdytysjärjestelmät, joiden reaktoriin pumppaama tai työntämä (paineakut) vesi on voimakkaasti boorattua.

Reaktorin sammutuksen jälkeen turvallisuusjärjestelmät huolehtivat mm. reaktorin vedensaannista ja jälkilämmön poistosta. Uuden laitosvaihtoehdon turvallisuusjärjestelmät ovat pääosin konventionaalisia, aktiivisia järjestelmiä. Poikkeuksena ovat esimerkiksi hätäjähdytykseen osallistuvat paineakut, joilla vettä voidaan työntää reaktoriin varastoidun typpikaasun paineella.

Turvallisuusjärjestelmien suunnittelussa on noudatettu rinnakkaisten osajärjestelmien periaatetta (redundanttisuus). Esimerkiksi hätäjähdytysjärjestelmissä on neljä rinnakkaista osajärjestelmää, joista kahden toiminta on riittävää polttoaineen jäähdytettävyyden takaamiseksi suunnittelun perussonnettomuuksissa (4 x 50 % järjestelmä). Tällöin järjestelmät voivat täyttää turvallisuustehtävänsä, vaikka yksi rinnakkaisista osajärjestelmistä olisi huollon tai korjauksen vuoksi käyttökunnottomana ja lisäksi yhdessä muussa osajärjestelmässä olisi toiminnan estävä piilevä vika. Rinnakkaisten osajärjestelmien suunnittelussa on noudatettu sähköistä ja fyysistä erottelua. Viimeksi mainittuun liittyy myös palo-osastointi.

Laitosyksiköllä on varasähköjärjestelmä, jonka tehtävänä on varmistaa turvallisuustoimintoihin tarvittavan sähköenergian saanti ulkoisen sähköverkon menetytapauksessa dieselgeneraattoreilla ja akustoilla. Varasähköjärjestelmä on jaettu rinnakkaisiin, toisistaan riippumattomiin osajärjestelmiin. Kunkin turvallisuusjärjestelmän rinnakkaiset haarat saavat kukin sähkönsyöttönsä varasähköjärjestelmän eri osajärjestelmistä.

Esimerkkinä passiivisten turvallisuusominaisuuksien hyväksikäytöstä voidaan mainita, että uusi laitosyksikkö selviää ilman polttoainevaurioita kaksi tuntia kestävästä täydellisestä vaihtosähkön (myös varavoimadiebeleiden) menetyksestä. Tämä on mahdollista lähinnä höyrystymien sisältämän suuren vesimäärän ansiosta.

Toinen turvallisuusjärjestelmien ja turvallisuustoimintojen suunnittelussa noudatettu periaate on ns. erilaisuusperiaate (diversiteetti). Tämä periaate tarkoittaa, että tietyn turvallisuustoiminnon toteuttaminen tulee olla mahdollista kahdella eri toimintaperiaatteisiin perustuvalla järjestelmällä. Esimerkin diversiteetistä muodostavat edellä mainitut kaksi riippumatonta reaktorin sammutusjärjestelmää. Diversiteetin avulla on mahdollista pienentää yhteisvioista johtuvan turvallisuusjärjestelmien käyttökunnottomuuden aiheuttamaa sydänvaurioriskiä.

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

#### 4.2.7

##### Inhimillisten virheiden välttäminen (VNP 395/91 §19)

*Inhimillisten virheiden välttämiseen, havaitsemiseen ja korjaamiseen on kiinnitettävä erityistä huomiota. Virheiden mahdollisuus on otettava huomioon sekä ydinvoimalaitoksen että sen käyttötoiminnan suunnittelussa siten, että laitos kestää hyvin virheitä ja poikkeamia suunnitelluista käyttötoimenpiteistä.*

Inhimillisten virheiden mahdollisuutta pienennetään asianmukaisilla ohjeilla, menettelytavoilla ja koulutuksella sekä tehokkaalla laadunvarmistuksella. Tunnistettuja virhemahdollisuuksia käsitellään osana todennäköisyyspohjaista turvallisuusanalyysia virheisiin liittyvien riskien selvittämiseksi.

Turvallisuustoimintojen käynnistyminen on suunniteltu siten, ettei häiriön syntymistä seuraavien 30 minuutin aikana tarvita käyttöhenkilökunnan suorittamia ohjaustoimenpiteitä. Tällä pyritään välttämään inhimilliset virhetoiminnat stressitilanteessa ja antamaan henkilökunnalle mahdollisuus keskittyä laitoksen tilan diagnostisointiin.

Käyttöhenkilökunnan kouluttamista varten tullaan hankkimaan uutta laitosyksikköä simuloiva koulutussimulaattori.

#### 4.2.8

##### Suojautuminen ulkoisilta tapahtumilta ja tulipaloilta (VNP 395/91 §20)

*Ydinvoimalaitoksen tärkeimmät turvallisuustoiminnot on voitava toteuttaa laitospaikalla mahdollisiksi arvioiduista luonnonilmiöistä tai muista laitoksen ulkopuolisista tapahtumista huolimatta. Lisäksi on otettava huomioon laitoksen sisäisistä syistä aiheutuneissa onnettomuustilanteissa vallitsevien olosuhteiden ja luonnonilmiöiden vaikutusten mahdollisiksi arvioidut yhdistelmät.*

*Turvallisuuden kannalta tärkeät rakenteet, järjestelmät ja laitteet on suunniteltava ja sijoitettava sekä suojattava rakenteellisella palontorjunnalla ja riittävän tehokkailla palontorjuntajärjestelmillä siten, että tulipalojen ja räjähdysten todennäköisyys on pieni ja vaikutukset laitoksen turvallisuuteen vähäisiä.*

Uusi laitosyksikkö on suunniteltu kestämaan 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 mahdollisuus.

Laitosyksikön sijoituspaikka sijaitsee kaukana merkittävistä maantie- ja lentoliikennereiteistä. Laitosyksikön suunnittelussa otetaan kuitenkin huomioon lentokoneen törmäys tai muu ulkoinen isku. Tarkasteltavia lentokoneita ovat pienlentokone, sotilaslentokone ja iso matkustajalentokone.

Laitosyksikkö suunnitellaan mahdollisen lentokonetörmäyksen tai muun ulkoisen iskun varalta siten, että tapahtuma ei aiheuta vaurioita, joiden seurauksena merkittävä määrä radioaktiivisia aineita pääsisi välittömästi ympäristöön.

Turvallisuusjärjestelmien fyysisellä erottelulla ja sijoittamisella hyvin suojattuihin tiloihin pyritään suojaamaan turvallisuustoiminnot siten, että ulkopuolinen tapahtuma ei voi yhdellä kertaa saattaa kaikkia niistä toimintakyvyttömiksi. Vastaavalla tavalla sijoitetaan rinnakkaiset turvallisuusjärjestelmät eri palo-osastoihin niin, ettei tulipalo pysty vaurioittamaan niitä kaikkia.

Tärkeimmät turvallisuustoiminnot kuten reaktorin sammuttaminen, sydämen jäähdytys ja jälkilämmön poisto voidaan käynnistää ulkoisen tapahtuman välittömistä seurauksista huolimatta. Lisäksi tärkeimpiä

turvallisuustoimintoja voidaan ylläpitää huolimatta tapahtuman jälkiseurauksista kuten tulipalosta niin kauan, että seuraukset voidaan korjata ilman merkittävää radioaktiivisten aineiden vapautumista ympäristöön.

#### 4.2.9

##### Turvallisuusluokitus (VNP 395/91 §21)

*Ydinvoimalaitoksen järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden toiminnot, joilla on merkitystä laitoksen turvallisuuteen, on määriteltävä ja järjestelmät, rakenteet ja laitteet luokiteltava niiden turvallisuusmerkityksen perusteella.*

*Turvallisuuden kannalta tärkeät järjestelmät, rakenteet ja laitteet on suunniteltava, valmistettava ja asennettava sekä niitä on käytettävä siten, että niiden laatutaso ja laatutason todentamiseksi tarvittavat tarkastukset ja testaukset ovat riittävät kohteen turvallisuusmerkityksen huomioon ottaen.*

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 laadunvarmistusohjelmat ja niiden perusteet saatetaan valvontaviranomaisten hyväksyttäväksi.

#### 4.2.10

##### Ydinvoimalaitoksen valvonta ja ohjaus (VNP 395/91 §22)

*Ydinvoimalaitoksen valvomoissa on oltava käytettävissä laitteet, jotka antavat tiedon laitoksen käyttötilasta ja poikkeamista normaalista käyttötilasta sekä järjestelmät, jotka valvovat laitoksen turvallisuusjärjestelmien tilaa käytön aikana ja niiden toimintaa käyttöhäiriöiden ja onnettomuuksien aikana.*

*Ydinvoimalaitoksessa on oltava automaattiset järjestelmät laitoksen pitämiseksi käyttöhäiriöissä ja onnettomuustilanteissa hallitussa tilassa niin kauan, että ydinreaktorin ohjaajille jää riittävästi harkinta-aikaa oikeiden toimenpiteiden tekemiseksi.*

*Ydinvoimalaitoksessa on oltava valvomosta riippumaton varaohjauspaikka ja tarvittavat paikalliset ohjausjärjestelmät, joiden avulla voidaan pysäyttää ja jäähdyttää ydinreaktori ja poistaa*

*ydinreaktorin ja laitoksella varastoituna olevan käytetyn polttoaineen jälkilämpöä.*

Laitosyksikön päävalvomossa on käytettävissä laitteet, jotka antavat tiedon laitosyksikön tilasta kullakin hetkellä. Poikkeamat normaalista käyttötilasta sekä järjestelmien ja laitteiden viat ilmaistaan hälytyksillä.

Uuden laitosyksikön suojausjärjestelmän yhtenä suunnitteluperusteena on ns. puolen tunnin sääntö. Tämä sääntö kuitenkin pätee vain sillä edellytyksellä, että turvallisuusjärjestelmät toimivat automaattisesti vähintään suunnitellulla vähimmäiskapasiteetillaan. Mikäli näin ei ole asianlaita, saatetaan ohjaajien toimenpiteitä tarvita jo aikaisemminkin kuin 30 minuutin kuluttua onnettomuuden alusta. Tällaisten tilanteiden varalle laaditaan hätätilanneohjeet, joiden avulla käyttöhenkilökunta kykenee suunnitteluperusteita vakavamman häiriön ollessa kyseessä saattamaan laitoksen turvalliseen tilaan.

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 sabotaasin johdosta. Laitosyksiköllä on päävalvomosta riippumaton varaohjauspaikka, josta käsin reaktori voidaan sammuttaa ja laitosyksikkö saattaa turvalliseen tilaan.

**SELVITYS YDINLAITOKSEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSISTA SEKÄ SELVITYS  
SUUNNITTELUPERUSTEISTA, JOITA HAKIJA AIKOO NOUDATTA  
YMPÄRISTÖVAHINKOJEN VÄLTÄMISEKSI JA YMPÄRISTÖRASITUKSEN  
RAJOITTAMISEKSI**

## SISÄLLYSLUETTELO

- 1 YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTI
- 2 RADIOAKTIIVISET AINEET
  - 2.1 Eristysperiaate
  - 2.2 Normaalikäytön ja käyttöhäiriöiden päästöt
  - 2.3 Onnettomuustilanteiden päästöt
  - 2.4 Toimenpiteet ympäristövaikutusten vähentämiseksi
  - 2.5 Ympäristövaikutusten analysointimenetelmät
  - 2.6 Tarkkailuohjelma
- 3 JÄÄHDYTYS- JA JÄTEVEDET
  - 3.1 Päästöt
  - 3.2 Päästöjen ympäristövaikutukset
  - 3.3 Toimenpiteet ympäristövaikutusten vähentämiseksi
  - 3.4 Ympäristövaikutusten analysointimenetelmät
  - 3.5 Tarkkailuohjelma
- 4 MUUT YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET
- 5 VAIKUTUKSET NATURA-ALUEISIIN
- 6 YMPÄRISTÖLUVAT
- 7 JOHTOPÄÄTÖKSET

## LIITTEET

Liite 9.1 Olkiluodon ydinvoimalaitoksen laajentaminen kolmannella laitosyksiköllä, Ympäristövaikutusten arviointiselostus, elokuu 1999.

Liite 9.2 Yhteysviranomaisen lausunto hankkeen "Olkiluodon ydinvoimalaitoksen laajentaminen kolmannella laitosyksiköllä" ympäristövaikutusten arviointiselostuksesta.

## 1

## YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTI

Ympäristövaikutusten arviointimenettely (YVA) on järjestelmällinen päätöksentekoa valmisteleva prosessi, jolla pyritään jo tietyn hankkeen alkuvaiheessa tuottamaan systemaattinen ja yhtenäinen kuva hankkeen ja sen toteutusvaihtoehtojen vaikutuksista ympäristöön.

Kattavilla ympäristöselvityksillä on jo pitkät perinteet ydinvoima-alalla Suomessa. Kun ydinvoimalaitosyksikkö rakennetaan alueelle, jolla on jo ennestään toimivia ydinvoimalaitosyksiköitä, voidaan nykyisiä kokemuksia soveltaa suoraan uudenkin laitoksen ympäristövaikutusten arviointiin.

Suunnitellusta uudesta ydinvoimalaitosyksiköstä on tehty YVA-lain mukainen ympäristövaikutusten arviointi Olkiluodon laitospaikalle. Tulokset on esitetty ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa. Selostus on sisällytetty hakemusaineistoon oheisena tämän selvityksen liitteinä. Ympäristövaikutusten arviointi tehtiin siten, että se kattoi eri kokoiset ja tyyppiset laitosvaihtoehdot, mukaan lukien nyt valitun laitostyyppin. Laitospaikan ympäristössä ei ole tapahtunut sellaisia merkittäviä muutoksia, jotka olisivat vaikuttaneet ympäristövaikutusten arvioinnin tuloksiin. Tässä liitteessä on kuvattu uuden ydinvoimalaitosyksikön ympäristövaikutuksia sekä suunnitteluperusteita ympäristövahinkojen välttämiseksi ja ympäristörasituksen rajoittamiseksi.

Teollisuuden Voima Oy:ssä (TVO) on standardin ISO 14001 sekä EMAS-asetuksen 761/2001 asettamat vaatimukset täyttävä ympäristöasioiden hallintajärjestelmä, joka on EMAS-rekisteröity tunnuksella FIN-000039. TVO:n ympäristöjärjestelmä sisältää ympäristönäkökohtien huomioon ottamisen koko ydinenergian tuottamisen elinkaaren osalta ja ympäristöasioiden hoidon 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 kuvattujen suojakerrosten avulla toteutetun eristysperiaatteen. Sen mukaan polttoaineessa syntyvät radioaktiiviset aineet, jotka ovat hallitseva osa ydinvoimalaitosprosessissa kaikkiaan syntyvästä aktiivisuusmäärästä, pysyvät pieneen tilavuuteen rajoitettuina laitoksen sisällä.

Polttoaineen radioaktiivisuuteen verrattuna vähäinen määrä radioaktiivisia aineita syntyy reaktorin sisällä virtaavassa jäähdytysvedessä sen kulkiessa reaktorisydämen läpi. Reaktorin jäähdytysvedeen 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 eheytyensä, on jätteiden aktiivisuus alentunut murto-osaan alkuperäisestä ja niistä ympäristöön vapautuvat aktiivisuusmäärät ovat vähäisiä ympäristön säteilyrasituksen kannalta. Uuden laitossyöksikön ydinjätehuoltoa on käsitelty hakemuksen liitteessä 12.

### 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. Valvotun alueen vuoto- ja viemärivedet 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 päätöksessä (VNP 395/91) 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 laitosyksiköiden sallitut radioaktiivisten aineiden päästörajat määritetään siten, että päästöt eivät yhteensä aiheuta raja-arvoa ylittävää annosta.

Suunnitellun voimalaitosyksikön normaalikäytön päästöistä aiheutuvan säteilyannoksen lähiympäristön asukkaalle arvioidaan olevan alle 0,001 millisievertiä vuodessa eli samaa suuruusluokkaa kuin nykyisten yksiköiden 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 millisievert.

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

Yhteenvedona voidaan todeta, että uudelta voimalaitokselta 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 laitoksen suunnittelussa, rakentamisessa ja käytössä turvallisuusperiaatteita ja -määräyksiä, joita on selvitetty hakemuksen liitteessä 8.

Laitoksen 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 VNP 395/91:ssä oletetulle onnettomuudelle määriteltyä raja-arvoa 5 millisievert. Raja-arvo koskee yksilölle onnettomuutta seuraavan vuoden pituisen jakson aikana aiheutuvaa annosta. Kyseinen 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 VNP 395/91:ssä määritellyn raja-arvon alapuolelle. Vakavan reaktorionnettomuuden

päästölle asetettu raja-arvo on sellainen, että tällaisessakaan tapauksessa ei aiheutuisi välittömiä terveystahaittoja ympäristön väestölle eikä pitkäaikaisia rajoituksia laajojen maa-alueiden käytölle.

Rakentamis- ja käyttölupahakemusten yhteydessä osoitetaan yksityiskohtaisten analyysien avulla, että laitos täyttää VNP 395/91:ssä onnettomuustilanteille asetetut vaatimukset. Tähän sisältyy myös sen seikan osoittaminen, että mahdollisuus vakavaa reaktorionnettomuutta koskevan raja-arvon ylittymiseen on erittäin pieni.

## 2.4

### Toimenpiteet ympäristövaikutusten vähentämiseksi

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

Ympäristöön päästettävät vedet ja kaasut puhdistetaan tehokkaasti erottamalla niiden sisältämä radioaktiivisuus esimerkiksi suodattimiin, jotka säilytetään 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 tarpeettoman 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.

## 2.5

### 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.

## 2.6

### 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 noin 400 ympäristönäytteen aktiivisuuspitoisuus.

## 3

### JÄÄHDYTYS- JA JÄTEVEDET

#### 3.1

##### Päästöt

Uusi ydinvoimalaitosyksikkö käyttää jäähdytysvettä noin 57 m<sup>3</sup>/s. Vesi kulkee putkistossa turpiinin lauhduttimen läpi ja palautuu mereen noin 12 °C lämmenneenä. Laitospaikkaa ympäröivät vesialueet mahdollistavat jäähdytysveden riittävän saannin lisäyksikön rakentamista varten. Jäähdytysveden purku on asianmukaisin purkujärjestelyin niin ikään mahdollista nykyisten laitosyksiköiden jäähdytysvesipäästöjen lisäksi. Jäähdytysvesien johtamista varten rakennetaan uusi ottokanava ja nykyistä poistokanavaa laajennetaan. Järjestely näkyy liitteessä 3.1. TVO on jättänyt Länsi-Suomen ympäristölupavirastolle lupahakemuksen uuden ydinvoimalaitosyksikön tarvitseman jäähdytysveden ottamiselle merestä.

Voimalaitoksella syntyy myös tavanomaisia yhdyskuntajätevesiä. Niiden määrä riippuu ensisijaisesti laitosalueen henkilökunnan lukumäärästä. Nykyisellään laitosalueelta puhdistukseen tulevat viemäriveden määrät ovat noin 100-200 m<sup>3</sup>:n suuruusluokkaa vuorokaudessa. Nämä jätevedet eivät sisällä laitokselta peräisin olevaa radioaktiivisuutta. Uuden laitosyksikön rakennusaikana vastaavan jäteveden määrän arvioidaan olevan keskimäärin noin 600 m<sup>3</sup>/d ja enintään noin 1000 m<sup>3</sup>/d.

Rakennustyön päätyttyä koko voimalaitoksen vastaava jätevesimäärä on keskimäärin noin 250 – 300 m<sup>3</sup>/d.

### 3.2

#### Päästöjen ympäristövaikutukset

Merkittävimmin jäähdytysvedet vaikuttavat talvella laitospaikan ympäristön jäätilanteeseen. Jäähdytysvesien aiheuttama meriveden lämpötilan nousu havaitaan muutaman kilometrin etäisyydellä purkupaikasta. Avovesikautena meriveden lämpötilan kohoamisen vaikutus on hyvin paikallista. Huomattava lämpötilan nousu rajoittuu purkupaikan lähialueen vesien pintakerrokseen.

Jäähdytysvesien vaikutukset meriveden muihin ominaisuuksiin jäävät saatujen kokemusten mukaan hyvin lieviksi. Veden happitasapaino säilyy häiriintymättömänä, eikä veden ravinne- ja kiintoainepitoisuuksiin aiheudu merkittäviä muutoksia puhtaille rannikkovesille ominaisiin arvoihin verrattuna. Lämpimän veden biologiset vaikutukset vesistössä johtuvat jääpeitteestä vapaan alueen pidentyneestä kasvukaudesta. Tämän takia mm. kasviplanktonin perustuotanto kohoaa, ei kuitenkaan merkittävästi luonnolliseen vaihteluväliin verrattuna.

Voimalaitospaikan ympäristössä suoritettujen koekalastusten ja kalastustiedustelujen mukaan kalakannat ja kalastusolot eivät merkittävästi muutu jäähdytysvesien vaikutuksesta lukuun ottamatta jäältä kalastamiselle aiheutuvia rajoituksia. Jäähdytysvesien ei arvioida vaikuttavan merkittävästi tai haitallisesti purkualueen kalakantojen lisääntymiseen tai kasvuun.

### 3.3

#### Toimenpiteet ympäristövaikutusten vähentämiseksi

Jäähdytysvesien ympäristövaikutuksiin voidaan vaikuttaa lähinnä otto- ja purkurakenteiden tarkoituksenmukaisella suunnittelulla. Otto- ja purkupaikka sijoitetaan siten, että lämpimän veden jälleenkierto jää vähäiseksi ja purkuveden lämpötila pysyy mahdollisimman alhaisena. Purkuvirtaus ohjataan siten, että lämmennyt vesi sekoittuu tehokkaasti ympäröiviin vesimassoihin haitallisten vaikutusten pitämiseksi minimissä.

Jätevesien puhdistusta varten on laitospaikalla jätevedenpuhdistamo. Sen kapasiteettia kasvatetaan tarpeen mukaan kattamaan laitoksen rakennusvaihe, jolloin laitosalueen henkilömäärä on nykyistä suurempi.

### 3.4

#### Ympäristövaikutusten analysointimenetelmät

Olkiluodon nykyisten laitosyksiköiden jäähdytysvesijärjestelyt on valittu pienoismallikokeilla. Kokeiden yhteydessä on tutkittu myös tilanteita, joissa alueelle on sijoitettuna nykyistä suurempi voimalaitoskapasiteetti. Mallikokeiden tulokset olivat käytettävissä uuden yksikön jäähdytysveden otto- ja purkurakenteiden sijoitusta ja rakennetta valittaessa.

Täydentäviä selvityksiä jäähdytysvesijärjestelyjen vaihtoehtojen tutkimiseksi on tehty laskennallisesti vesialuetta kuvaavalla numeerisella mallilla mm. ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä. Tällöin tarkasteltiin useita vaihtoehtoisia järjestelyjä, joista yksi vastaa nyt valittua ratkaisua. Mereen johdettava lämpöteho oli näissä selvityksissä 2800 MW ja 1800 MW, mikä kattaa valitun laitostyyppin, jolla mereen johdettava lämpöteho on noin 2670 - 2760 MW meriveden lämpötilasta riippuen.

### 3.5

#### Tarkkailuohjelma

Jäähdytysveden käyttöön sekä sen ja jätevesien vesistöön johtamiseen on haettu lupaa Länsi-Suomen ympäristölupavirastolta.

Vesistöön tapahtuvien päästöjen vaikutuksia valvotaan ympäristöluvassa määritetyn ohjelman puitteissa, johon 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. Jätevesien puhdistusta valvotaan vesialueella tehtävin mittauksin ja jätevesilaitoksen puhdistustehoa seuraamalla.

## 4

## MUUT YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Maisemakuvassa uusi ydinvoimalaitosyksikkö muistuttaa nykyisiä laitosyksiköitä. Uuden laitoksen rakennustilavuus on noin 950 000 m<sup>3</sup>. Rakennusten suurin korkeus on noin 64 m ja ilmastointipiipun noin 100 m. Nämä korkeudet saattavat vielä muuttua hiukan yksityiskohtaisen suunnittelun aikana, mutta ovat joka tapauksessa suunnilleen samat kuin nykyisillä voimalaitosyksiköillä.

Uuden laitoksen voimansiirtolinjojen ympäristövaikutuksia lähialueen osalta on arvioitu liitteenä olevassa ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa. Laajemmin voimansiirtolinjojen ympäristövaikutuksia on arvioitu YVA-lain mukaisesti Fingrid Oyj:n toimesta voimajohdoille Olkiluoto – Huittinen ja Ulvila – Kangasala. Edelliseen YVA-menettelyyn sisältyvät myös Olkiluodon johtojärjestelyt. YVA-menettelyissä johtoreittien ja pylväsratkaisujen valinnoilla pyritään minimoimaan vaikutukset ympäristöön, asutukseen ja elinkeinoihin samalla kuitenkin pitäen johtojen luotettavuus ja muut ominaisuudet riittävällä tasolla.

Rakennusaikana laitospaikalle johtavan tien liikenne lisääntyy, joten liikenneonnettomuusriski kasvaa lievästi nykyisestä ja liikenteen melusta aiheutuva viihtyvyyshaitta lisääntyy tien varrella. Uuden laitoksen käytön aiheuttama liikenteen lisäys on niin pieni, että siitä aiheutuvat haitat ovat vähäiset. Olkiluodon ja valtatie 8:n välistä tietä parannetaan. Posiva Oy rakentaa käytetyn polttoaineen loppusijoituksen tutkimustunnelin, Onkalon, samaan aikaan uuden ydinvoimalaitosyksikön rakennustöiden kanssa. Onkalon raskas liikenne sijoittuu pääosin TVO:n omistamalle metsäalueelle.

Voimalaitoksen aiheuttama melu on vähäinen, eikä uusi laitosyksikkö lisää melua merkittävästi.



## 5 VAIKUTUKSET NATURA-ALUEISIIN

Uuden voimalaitosyksikön mahdollisia vaikutuksia Natura 2000 – alueisiin tarkasteltiin jo ympäristövaikutusten arvioinnin yhteydessä. Sen jälkeen näitä vaikutuksia arvioitiin vielä yksityiskohtaisemmin ( Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy:n raportti 17.5.2001 ja maastokäynnin raportti 31.8.2001). Raporteissa todetaan, että uudesta voimalaitosyksiköstä aiheutuvia seurausvaikutuksia ei voida pitää merkittävänä Natura-luontoarvojen suojelun kannalta. Myös Lounais-Suomen ympäristökeskus on lausunnossaan 26.6.2001 todennut, ettei uuden voimalaitosyksikön rakentamishanke todennäköisesti merkittävästi heikennä Rauman saariston Natura-alueen luonnonarvoja. Valtioneuvoston päätöksessä Natura 2000 –verkoston Suomen ehdotuksen täydentämisestä ei esitetä voimalaitoksen ympäristön Natura-alueita koskevia laajennuksia tai muita muutoksia.

## 6 YMPÄRISTÖLUVAT

TVO on jättänyt Länsi-Suomen ympäristölupavirastolle uuden ydinvoimalaitosyksikön luonnonsuojelulain mukaista ympäristölupaa koskevan hakemuksen. Ympäristölupa koskee kaikkia ydinenergialain ja säteilylain ulkopuolelle jääviä ympäristövaikutuksia. Samoin TVO on jättänyt uutta laitosyksikköä koskevan vesistöönrakentamisen lupahakemuksen Länsi-Suomen ympäristölupavirastolle. Eurajoen kunta on myöntänyt uutta laitosyksikköä varten maisematyöluvan ja murskaamon ympäristöluvan. Eurajoen kunta on edelleen tehnyt TVO:n hakemuksesta päätökset maanlajitusalueen, louheen varastointialueen ja betoniaseman ympäristöluvista. Kunnalta haetaan myös aikanaan vedenrajarakentamisen toimenpidelupia.

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Lainsäädännön vaatimusten pohjalta on suoritettu ydinvoimalaitoshankkeen perinpohjainen ympäristövaikutusten arviointi (YVA). Eristysperiaatteen 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. Uusi voimalaitosyksikkö sijoitetaan nykyiselle ydinvoimalaitospaikalle siten, että sen jäähditysvedet eivät aiheuta kohtuutonta haittaa vesistölle. Uusi laitosyksikkö ei olennaisesti muuta nykyisen laitospaikan maisemallista luonnetta.

**PÄÄPIIRTEINEN SELVITYS YDINLAITOKSEN SUUNNITELLUSTA  
KÄYTTÖORGANISAATIOSTA****1  
YLEISTÄ**

Uuden ydinvoimalaitosyksikön suunnitellun käyttöorganisaation muodostamisen lähtökohtana on, että laitosyksikön välittömiä käyttötoimenpiteitä varten perustetaan oma organisaatioyksikkö (käynnissäpitojaos). Muiden toimintojen osalta uusi laitosyksikkö tukeutuu Teollisuuden Voima Oy:n (TVO) nykyisiin organisaatioyksiköihin. Näitä organisaatioyksiköitä vahvistetaan sekä asiantuntemusalueiden että henkilömäärien osalta tarvittavissa määrin. Lisäksi käytetään ulkoisia palveluja muun muassa vartiointi-, siivous- ja ruokalatehtävissä.

Käyttövaihetta varten nimetään vastuullinen johtaja ja hänelle varamiehet. Heille haetaan erikseen Säteilyturvakeskuksen hyväksyntä.

TVO:n organisaatiokaavio on kuvassa 1. Rakentamisprojektin organisointia on käsitelty hakemuksen liitteessä 16.

Käyttöorganisaatioon kuuluvan henkilöstön peruskoulutus ja osallistuminen laitosyksikön koekäyttövaiheeseen asettavat organisaation perustamiselle aikataulun. Henkilökunnan pätevyydelle, koulutukselle ja käyttövuorojen kokoonpanolle asetetut vaatimukset ilmenevät Säteilyturvakeskuksen ohjeista YVL 1.6 "Ydinvoimalaitoksen ohjaajien hyväksyminen" ja YVL 1.7 "Ydinvoimalaitoksen turvallisuuden kannalta tärkeät tehtävät, henkilökunnan pätevyys ja koulutus".

Tarvittavan lisähenkilöstön kokonaismäärä on noin 125-150 henkilöä. Merkittävä osa lisähenkilöstötarpeesta katetaan rakentamisvaiheen jälkeen purettavasta projektiorganisaatiosta siirtyvillä henkilöillä. Lisähenkilöstön jakautuminen eri toiminnoille on esitetty alustavasti seuraavassa. Tarkemmin organisaatio määritetään voimalaitosyksikön käyttöönottoon mennessä.

## 2 KÄYTTÖORGANISAATIO

### 2.1 Käynnissäpito

Laitosyksikön valvomotoimintoa varten perustetaan oma käynnissäpitojaos. Siihen sisältyy seitsemän vuoroa kolmivuorotyötä varten. Kunkin vuoron minimivahvuus on viisi henkilöä: vuoropäällikkö, kaksi vuoroinsinööriä sekä kaksi laitosohjaajaa. Vuoropäällikkö ja vuoroinsinöörit ovat koulutukseltaan ammattikorkeakoulun insinöörikoulutuksen suorittaneita tai vastaavia.

Käynnissäpitojaos kuuluu käynnissäpitoimistoon rinnallaan Olkiluoto 1:n ja Olkiluoto 2:n käynnissäpitojaokset.

Käynnissäpitoimistoon kuuluvaa käyttötekniikan jaosta täydennetään käytönsuunnitteluinsinöörillä, käyttötalousinsinöörillä ja ohjeistoinsinöörillä.

Käynnissäpito henkilöstön lisästarve on yhteensä noin 50 henkilöä.

### 2.2 Kunnossapito

Kunnossapitotoiminto yhdistetään Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2:n kunnossapitotoimintoihin. Lisähenkilöstön tarve on noin 25 – 35 henkilöä.

### 2.3 Käyttöturvallisuus

Käyttöturvallisuustoiminto yhdistetään Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2:n vastaaviin toimintoihin. Käyttöturvallisuushenkilöstön lisästarve on noin viisi henkilöä.

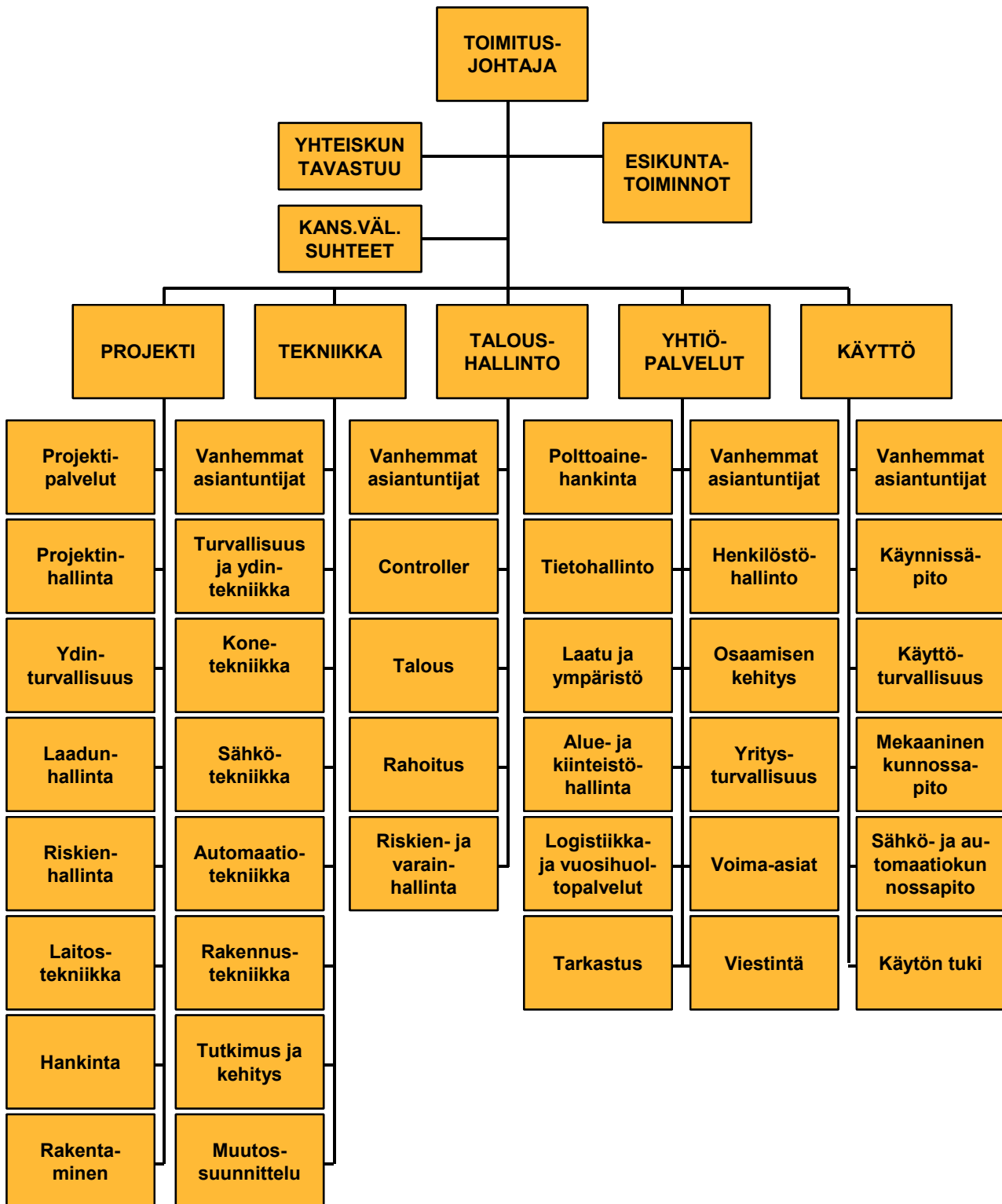
### 2.4 Käytön tuki

Käytön tukihenkilöstö yhdistetään Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2:n vastaaviin toimintoihin. Lisäresurssin tarve on noin 20 – 30 henkilöä.

### 2.5 Tekniikka ja yhtiöpalvelut

Tekniikka-osasto ja yhtiöpalvelut-osasto palvelevat myös Olkiluoto 3:n tarpeita. Henkilöstön lisästarve on yhteensä noin 25-30 henkilöä.

Kuva 1 TVO:n organisaatiokaavio 31.12.2003



**SELVITYS HAKIJAN SUUNNITELMISTA YDINPOLTTOAINEHUOLLON  
JÄRJESTÄMISEKSI****Polttoaineen valmistus**

Voimalaitosyksikön painevesireaktorin sydän koostuu polttoainenuippuista, joissa on 17 x 17 polttoainesauvaa. Polttoainenuippuja on 241 kpl. Nämä niput ja neljä varanippua valmistaa suunnitelman mukaan Framatome ANP (FANP) tehtaallaan Saksassa. Uraanitabletit tehdään Saksassa, paitsi Belgian tehtaalla erikoistabletit, joissa on gadoliniumia. Nuippuja, niiden polttoainesauvoja ja sauvoihin tulevia polttoainetabletteja voidaan valmistaa FANP -konsernin muillakin tehtailla, lähinnä Ranskassa. Polttoainenuipun komponentteja teetetään niihin erikoistuneilla alihankkijoilla Saksassa ja Ranskassa, mahdollisesti myös muualla. FANP:llä on tehdas myös USA:ssa. FANP on teettänyt valmistamistaan komponenteista polttoainetta myös Venäjällä.

Täydennyspolttoainetta voidaan myöhemmin ostaa myös kilpailevilta toimittajilta. Kysymyksessä olevaa polttoainetyyppiä valmistaa Framatome ANP:n lisäksi Westinghouse Electric, jonka lähin tehdas on Ruotsissa.

Polttoaineen valmistaja toimittaa polttoaineen Olkiluotoon. Kuljetuksessa käytetään kuorma-autoja ja laivaa sekä mahdollisesti junaakin. Kuljetuspakkauksia ja kuljetusjärjestelyjä koskevien kansallisten kuljetusmääräysten lähtökohtina ovat kansainvälisen atomienergiajärjestön IAEA:n suositukset. Päävaihtoehto on, että polttoaine-erä tuodaan laivalla voimalaitoksen satamaan tai johonkin muuhun satamaan, josta se kuljetetaan kuorma-autoilla voimalaitokselle.

Ydinpolttoaineen maahantuontia ja kuljetuksia varten tullaan hakemaan tarpeelliset luvat ja hyväksynnät. Kuljetukset kuuluvat ydinvastuuvakuumuksen piiriin. Kuljetuksiin liittyvä pääasiallinen riski on tavallinen liikenneonnettomuus.

**Rikastetun uraanin hankinta**

Uuden voimalaitosyksikön rikastettu uraani on tarkoitus hankkia samalla tavalla kuin nykyisten voimalaitosyksiköiden uraani. Se - tai erikseen raakauraanin, konversio ja isotooppirikastus eli väkevöinti - voidaan hankkia usealta TVO:n hankintatoiminnan kriteerien, kansainvälisten sopimusten ja tuontilupien kannalta hyväksyttävältä toimittajalta.

Raakauraanin sijasta on mahdollista hankkia kierrätysaineita. TVO käyttää nykyäänkin rikastuslaitosten köyhdytetystä uraanista rikastettua uraania. Alla kuvataan tätä hankintatointia, raakauraanin osalta myös pitkällä aikavälillä.

#### Konversio ja rikastus

Raakauraania varastoivat ja sen puhdistus- ja konversiopalvelua toimittavat mm. Comurhex Ranskassa ja Cameco Kanadassa sekä Venäjän ja USA:n laitokset. TVO:lla on tällä hetkellä sopimussuhde konversiosta Comurhexin ja Camecon kanssa, mutta muutkin tulevat kysymykseen.

Seuraava jalostusvaihe on rikastus, jossa uraanin isotoopin U-235 pitoisuutta lisätään. Rikastuksen tarjonta on lisääntynyt, kun sekä Venäjälle että kolmeen EU-maahan on rakennettu tehokkaita ja vähän energiaa kuluttavia sentrifugilaitoksia, joista Urencon laitokset ovat Englannissa, Alankomaissa ja Saksassa. TVO:lle on toimitettu rikastuspalvelua pääasiassa näiltä Urencon laitoksilta ja Venäjältä. Venäjällä rikastuksessa on jopa ylikapasiteettia. Hinnat vaihtelevat, mutta pitkällä aikavälillä kilpailu on laskenut hintoja. Kustannuksia alentaa tulevaisuudessa edelleen se, että Ranskaan ja USA:han on alustavasti päätetty rakentaa uusia sentrifugilaitoksia. Tulevaisuudessa voi tulla kysymykseen jokin muukin rikastustoimittaja.

#### Raakauraani

Raakauraanin hankinnassa voidaan käyttää TVO:n uraanivarastoa ja hankkia uraania kertakaupoilla, muutoin yleensä nojaututaan 1 – 10 vuoden toimitussopimuksiin. TVO:lla on pitkäaikaiset hankintasopimukset mm. kanadalaisen ja australialaisen kaivosyhtiön kanssa (Cameco, WMC). Tulevaisuuden uraanilähteet voidaan ryhmitellä seuraavasti:

- Kanadan Saskatchewanin provinssi tuotti vuonna 2002 noin 32 % maailman uraanituotannosta. Tunnetut malmivarat riittävät vuosikymmeniksi. Uudet, rikkaimmat malmit sisältävät nyt 20 % uraania. TVO:n ensimmäiset uraanit tuotettiin 0,1% malmista.
- Australiassa on suurimmat uraanivarat. Vuonna 2002 Australia kattoi lähes 20 % maailman uraanituotannosta. Merkittävin on WMC:n Olympic Dam -kuperikaivos, jossa tuotetaan vuosittain 200 000 tonnia kuparia ja sen jätteestä 4 000 tonnia uraania. Esiintymän malmivaroja tunnetaan noin 100 vuodeksi, mutta niitä

arvioidaan olevan paljon enemmän.

- Afrikan maat tuottivat vuonna 2002 noin 17% uraanista, Keski-Aasian maat 13%, Venäjä 8% ja muut maat noin 10%. Aikaisempaa köyhemmistäkin malmeista voidaan tuottaa uraania sivutuotteena tai uudella tekniikalla. Esimerkkinä tästä on liuos-uuttomenetelmä, jonka avulla uraania tuotetaan Australiassa, Kazakstanissa, USA:ssa, Uzbekistanissa ja Venäjällä.
- Varasto- ja kierrätysmateriaalit tulevat myös kysymykseen. Venäjällä rikastetaan kaupallista uraania sentrifugeilla rikastuslaitosten köyhdytetystä uraanista. USA:ssa vanhojen rikastuslaitosten köyhdytetty uraani on vielä käyttämättä. Tärkeä kierrätyslähde on myös aseuraani, joka on ensin laimennettu asekäyttöön sopimattomaksi ja puhdistettu kaupallisen uraanin laatuvaatimukset täyttäväksi. Venäjä on myynyt aseuraania vuodesta 1995 alkaen. Tämä uraanilähde kattaa puolet USA:n ja 15 % maailman tarpeesta. Venäjällä ja USA:ssa on mahdollista muuttaa aseuraania siviilikäyttöön kaikkiaan noin 100 voimalaitoksen 30 vuoden tarpeiksi. Euroopassa kierrätetään raaka-aineena jossakin määrin myös jälleenkäsiteltyä käytettyä polttoainetta.

Lähimpien 20 vuoden kuluessa 30-40% uraanista tulee kierrätyksestä ja 60-70% kaivoksista.

Uraanin riittävyttä parantaa polttoainetekniikan jatkuva kehitys. Hankittua raakauraanikiloa kohden Olkiluodon nykyisissä laitosyksiköissä tuotetaan nyt 30% enemmän sähköä kuin 1980-luvun alussa. Uudessa laitosyksikössä tuotetaan sen paremman hyötysuhteen takia tähän verrattuna vielä yli 10% enemmän sähköä.

#### Polttoaineen varastointi

TVO:n tarkoituksena on pitää voimalaitoksella varmuusvarastossa polttoainetta huoltovarmuusmääräysten edellyttämä määrä, joka nykyään vastaa seitsemän kuukauden tarvetta. Kriisitilanteiden varalta on mahdollista järjestää suuremmankin polttoainemäärän varmuusvarastointi, koska sekä ylimääräisen polttoaineen vaatima tilantarve että investointikustannus on pieni. Yhtiön polttoaineen hankintaperiaatteisiin on kuulunut myös vaihtelevan suuruinen raakauraanivarasto EU:n alueella.

## Polttoainekustannukset

Täydennyspolttoaineen maksut ovat uuden ydinvoimalaitoksen sähkön tuotantokustannuksissa vuoden 2003 hinnoin noin 0,25 sn/kWh. Maksuista on karkeasti uraanin osuus 25% (20-30 %), konversion 5 %, rikastuksen 40 % ja valmistuksen 30 %. Kustannukset ovat laskeneen pitkällä aikavälillä, ainakin reaaliarvossa. Raakauraanin hinta vaihtelee paljon, kuten muidenkin metallien hinnat, mutta muut kustannukset ovat verrattain vakaita. Raakauraanin hintavaihteluilla on kuitenkin vain vähäinen merkitys ydinvoiman kilpailukykyyn.

Raakauraanin hinta on vuosina 1982 - 2002 vaihdellut enimmäkseen välillä 10–20 dollaria per naula uraanioksidia. Vuoden 1982 alhaisin hinta oli 17 dollaria. Vuonna 1983 hinta kävi 24 dollarissa, mutta laski siitä vähitellen ja kävi alle 10 dollarissa 1990-luvun alussa, kun Venäjä myi paljon uraania. Hinta kävi vuonna 1996 noin 17 dollarissa, josta varastojen myynti romahdutti sen jopa alle 10 dollariin. Vuonna 2003 hinta on ollut 10 dollarin yläpuolella ja nousussa, koska tiedetään, että uutta tuotantoa taas tarvitaan. Kanadassa seuraavan uuden kaivoksen investointipäätöksen on sanottu odottavan uraanin hintaa vähintään 13 – 14 dollaria.

Uraanin hinta voi käydä korkeallakin, ennen kuin nousupainetta kompensoi uusien kaivosten tuotanto ja kolme muutakin tekijää:

- rikastuskustannukset laskevat tulevaisuudessa,
- uraania voidaan säästää, kun polttoainetta valmistettaessa käytetään enemmän rikastusta ja vähemmän raakaurania,
- samasta uraanimäärästä tuotetaan entistä enemmän sähköä, kun polttoainetekniikan kehitys jatkuu.

Uraanin hinnan nousun varalle on pitkällä aikavälillä myös muita raakainevaihtoehtoja, joiden kaupallista käyttöönottoa on vaikea ennustaa, vaikka useita teknologioita on kehitetty ja kokeiltu. Esimerkkinä voidaan mainita lisääntyvä kierrätys tai mahdollisuus käyttää polttoaineen lähtöaineena toriumia, jota maapallolla on enemmän kuin uraania.



**SELVITYS HAKIJAN SUUNNITELMISTA JA KÄYTETTÄVISSÄ OLEVISTA  
MENETELMISTÄ YDINJÄTEHUOLLON JÄRJESTÄMISEKSI**

## SISÄLLYSLUETTELO

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	AIKATAULU
6	JOHTOPÄÄTÖKSET

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 tarkoituksenmukaista tai mahdollista toteuttaa vasta voimalaitoksen käyttövaiheen jälkeen.

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

Ydinvoimalaitoksen omistaja vastaa laitoksen ydinjätehuollosta. Teollisuuden Voima Oy:n (TVO) käytössä ja suunnitteilla olevat tai niitä vastaavat ydinjätehuoltojärjestelyt soveltuvat myös uuden voimalaitosyksikön ydinjätehuoltoon.

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 (KTM) päätöksissä 19.3.1991 (7/815/91 KTM), 26.9.1995 (11/815/95 KTM) ja 23.10.2003 (9/815/03 KTM) ydinvoimalaitosten ydinjätehuollossa noudatettavista periaatteista ja nykyisten ydinvoimalaitosten käyttöluvuissa. Näiden mukaisesti vastuu ydinjätehuollon toimenpiteistä ja niiden kustannuksista kuuluu ydinjätteiden tuottajalle.

Ydinenergialain mukaan jätteiden tuottaja on velvoitettu varautumaan tuleviin ydinjätehuollon kustannuksiin maksamalla vuosittain valtion ydinjätehuoltorahastoon KTM:n 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.

KTM 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 päätöksissä (VNP), jotka ovat VNP 398/91 ydinvoimalaitosten voimalaitosjätteiden loppusijoituslaitoksen turvallisuutta koskevista yleisistä määräyksistä ja VNP 478/99 käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen turvallisuudesta.

### 3

#### YDINJÄTETYYPIT JA HUOLTOTOIMENPITEET

Ydinvoimalaitoksissa syntyviä ydinjätteitä ovat:

- käytetty ydinpolttoaine
- vähä- ja keskiaktiiviset voimalaitosjätteet
- voimalaitoksen käytöstäpoistojätteet

#### 3.1

##### Käytetty ydinpolttoaine

Reaktorista poistamisen jälkeen käytettyä ydinpolttoainetta varastoidaan Olkiluoto 3:n vesialtaassa tyypillisesti 3 - 8 vuotta. Vesi huolehtii ydinpolttoaineen jäähtymisestä ja suojaa ydinpolttoaineesta lähtevältä säteilyltä. Varastointia jatketaan Olkiluodossa jo olevassa käytetyn polttoaineen välivarastossa (KPA-varasto), jota laajennetaan tarpeen mukaan. Laajennusta arvioidaan tarvittavan Olkiluodon nykyisten voimalaitosyksiköiden tarpeisiin noin vuonna 2012. Uusi laitosyksikkö ei aiheuta aikaisempaa laajennustarvetta. KPA-varaston alkuperäisessä suunnittelussa on otettu huomioon laajennusmahdollisuus.

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

Varastointivaiheen jälkeen käytetty ydinpolttoaine voitaisiin periaatteessa jälleenkäsitellä, jolloin tehtäväksi jäisi jälleenkäsittelyjätteiden loppusijoittaminen. 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 (nykyisin Fortum Power and Heat Oy (FPH)) kanssa perusti 18.5.1995 päivätyllä sopimuksella erillisen yhtiön Posiva Oy:n (Posiva), jonka tehtävänä on kehittää Olkiluodon ja Loviisan ydinvoimalaitosten käytetyn polttoaineen loppusijoituksessa tarvittava tekniikka, suorittaa loppusijoituksen toteuttamiseen tarvittavat turvallisuus- ja

paikkatutkimukset sekä aikanaan huolehtia loppusijoituksen käytännön toteutuksesta.

Uuden ydinvoimalaitosyksikön käytetty polttoaine on tarkoitettu loppusijoittaa Posivan Olkiluotoon suunnitteleamalla loppusijoituslaitoksella. Sitä koskevissa Posivan suunnitelmissa on otettu huomioon myös uuden ydinvoimalaitosyksikön käytetty polttoaine. Posivan perustamista koskevassa sopimuksessa on varauduttu uuden ydinvoimalaitosyksikön käytetyn polttoaineen loppusijoitukseen. Kyseisen sopimuksen ehtojen tarkistamisessa noudatettavista periaatteista on tehty 14.11.2000 TVO:n ja FPH:n kesken sopimus, jonka Posiva Oy on hyväksynyt omalta osaltaan. Viimeksimainittua sopimusta on eräiltä osin tarkennettu TVO:n ja FPH:n välisellä sopimuksella 5.12.2003.

Valtioneuvoston 17.1.2002 tekemän periaatepäätöksen mukaan ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen rakentaminen Olkiluotoon siten laajennettuna, että laitoksessa voidaan käsitellä ja sinne voidaan loppusijoittaa myös uuden ydinvoimalaitosyksikön toiminnassa syntyvä käytetty polttoaine, on yhteiskunnan kokonaisedun mukaista. Eduskunta päätti 24.5.2002, että periaatepäätös jää sellaisenaan voimaan.

Loppusijoitusmenetelmänä on käytetyn ydinpolttoaineen pakkaaminen (eli kapselointi) tiiviisiin metallisäiliöihin ja metallisäiliöiden sijoittaminen syväälle, 400-700 metrin syvyyteen Suomen kallioperään. Loppusijoituslaitos muodostuu maan päällisestä kapselointilaitoksesta ja kalliossa olevista loppusijoitustiloista. Periaatepäätöksen mukaan uuden laitosyksikön tarpeisiin voidaan loppusijoitustiloja rakentaa vastaamaan enintään noin 2500 tonnia uraania. Tämä riittää kattamaan uuden laitosyksikön suunnitellun 60 vuoden käytön aikana kertyvän käytetyn polttoaineen määrän.

Loppusijoituksen turvallisuus perustuu ns. moniesteperiaatteeseen, jonka mukaan käytetty polttoaine eristetään elollisesta luonnosta useiden, toisistaan mahdollisimman riippumattomien "suojamuurien" sisään siten, että mahdolliset virheet tai puutteet jossakin suojamuurissa eivät olennaisesti heikennä koko järjestelmän eristyskykyä. Suojamuureja ovat itse säiliön lisäksi sitä ympäröivä bentoniittisavi ja peruskallio.

Posiva on tehnyt käytetyn polttoaineen kuljetuksille, loppusijoituslaitoksen käytölle ja loppusijoitusratkaisun pitkäaikaiselle eristyskyvyille turvallisuusanalyysit. Niiden mukaan loppusijoituksesta kokonaisuudessaan aiheutuva säteilyrasitus ihmisille ja elävälle luonnolle jää merkityksettömän pieneksi. Loppusijoitusratkaisu täyttää sekä käytönaikaiselta että pitkäaikaisturvallisuudeltaan valtioneuvoston päätöksessä 478/99 esitetyt turvallisuusvaatimukset.

Posiva on suorittanut loppusijoituslaitokselle ympäristövaikutusten arvioinnista (YVA) annetun lain mukaisen menettelyn.

### 3.2

#### Voimalaitosjätteet

Voimalaitosjätteillä tarkoitetaan ydinvoimalaitoksen toiminnan yhteydessä syntyviä vähä- ja keskiaktiivisia jätteitä kuten prosessivesien puhdistukseen käytettyjä ioninvaihtomassoja ja huoltotoista kertyviä kontaminoituneita romuja ja sekalaisia kuivia jätteitä. Voimalaitosjätteidenkin huollon lähtökohtana on, että kaikki jätteet käsitellään, varastoidaan ja loppusijoitetaan Suomessa.

Nykyisin Olkiluodon voimalaitosjätteistä pääosa pakataan heti käsittelyä, varastointia ja loppusijoitusta varten. Osa vähäaktiivisista jätteistä (kokoonpuristuva sekalainen huoltojäte) tiivistetään terästynnyreihin hydraulisella puristimella ja osa (metalliromu ja suodatinsauvat) pakataan sellaisenaan teräs- ja betonilaatikoihin sekä terästynnyreihin. Kokoonpuristuvaa jätettä sisältävät tynnyrit kompaktoidaan lisäksi puristamalla siten, että tynnyreiden lopullinen korkeus on noin puolet alkuperäisestä korkeudesta ja halkaisija ei muutu. Myös metalliromua voidaan kompaktoida ennen pakkaamista. Samanlaisia menetelmiä tullaan käyttämään myös Olkiluoto 3:lla.

Prosessivesien puhdistukseen käytetyt keskiaktiiviset ioninvaihtohartsit kiinteytetään nykyisillä laitosyksiköillä bitumiin ja seos valetaan terästynnyreihin. Muut nestemäiset jätteet ja lietteet kiinteytetään sekoittamalla jätettä ja sideainetta toisiinsa tynnyrissä, joka jää kiinteytystuotteen pakkaukseksi. Olkiluoto 3:lla ioninvaihtohartsit joko kuivataan tynnyreihin (in-drum drying menetelmä) tai kiinteytetään betonoimalla tai bitumoimalla. Muut nestemäiset jätteet ja lietteet kuivataan tynnyreihin tai kiinteytetään betonilla tai muilla sideaineilla, joiden valinta ja käyttö perustuu nykyisillä laitosyksiköillä saatuihin kokemuksiin. Edellä kuvattujen menetelmien käyttö optimoidaan uuden laitosyksikön käytön aikana saatavien kokemusten perusteella.

Voimalaitosjätteille on Olkiluodon voimalaitosalueella olemassa loppusijoitustilat. Voimalaitosjätteiden loppusijoituslaitos VLJ-luola otettiin käyttöön vuonna 1992. Näihin tiloihin loppusijoitetaan voimalaitoksen käytön aikana kertyvät voimalaitosjätteet. Hyvin vähäaktiiviset jätteet vapautetaan valvonnasta aktiivisuussmittauksen jälkeen ja viedään kaatopaikalle tai luovutetaan muualle esim. käsiteltäviksi uusiokäyttöä varten.

Uuden laitosyksikön voimalaitosjätteiden huolto ja loppusijoitus voidaan hoitaa noudattaen samoja periaatteita kuin nykyisillä laitosyksiköillä. Loppusijoitusta varten on tarvittaessa louhittavissa lisätilaa nykyisten tilojen läheisyydestä samaan tapaan kuin on jo suunniteltu tehtäväksi käytöstäpoistojätteitä varten.

## 3.3

## Käytöstäpoistojätteet

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

Tehtyjen selvitysten perusteella Suomen nykyiset voimalaitosyksiköt voidaan purkaa nykytekniikkaa käyttäen ja käytöstäpoistojätteet loppusijoittaa turvallisesti laitospaikan kallioperään yhdessä voimalaitosjätteiden kanssa. Merkittävä osa purkutyöstä vastaa toimenpiteiden ja säteilysuojelun osalta vuosittaisia huoltoseisokkeja. Käytöstäpoistosuunnitelmia kehitetään jatkuvasti, ja suunnitelmat päivitetään viiden vuoden välein.

Uuden ydinvoimalaitosyksikön käytöstäpoistossa noudatetaan samoja viranomaisten hyväksymiä periaatteita, joita on esitetty nykyisten laitosyksiköiden käytöstäpoistosuunnitelmissa. Olkiluodon voimalaitosalueelle rakennettuja voimalaitosjätteiden loppusijoitustiloja voidaan laajentaa 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

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

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

Vastuumäärä kattaa kaikki 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.

Ydinenergialain mukainen varautuminen ydinjätehuollon kustannuksiin perustuu senhetkiseen ydinjätelmäärään ja kaikkien tulevien toimien kustannuksiin. Ydinenergialaki ei salli tulevien kustannusten diskonttausta, vaan ne on laskettava ja rahastoitava täysimääräisinä päivän todellisen arvon suuruksina. Varojen rahastointi voidaan jaksottaa määrävuosille. Rahastoimatta oleva osuus on katettava vakuuksilla.

Esimerkiksi Olkiluodon kahden nykyisen laitoksen ydinjätehuollon kokonaiskustannukset (sisältäen menneet ja tulevat kustannukset) ovat 1,18 mrd. € (40 vuoden käyttö). Kun laitoksen tuottaman sähköenergian vastaavaksi kokonaismääräksi on arvioitu 495 TWh, saadaan ydinjätehuollon keskimääräiseksi kustannusvaikutukseksi ydinsähkön hintaan 0,24 senttiä/kWh.

Uuden ydinvoimalaitoksen ydinjätehuollon kustannukset jäävät suhteellisesti nykyisten ydinvoimalaitosten nykyisiä jätehuolto-kustannuksia pienemmiksi, koska voidaan käyttää hyväksi samoja jätehuollon järjestelyjä ja laitoksia. Samasta syystä myös nykyisten laitosten ydinjätehuollon kustannukset laskevat.

Käytetyn polttoaineen loppusijoituskustannusten osalta on sovittu TVO:n ja FPH:n kesken 5.12.2003 allekirjoitetulla sopimuksella, että uusi laitossyksikkö osallistuu polttoainemäärästä riippumattomiin yhteisiin kustannuksiin 34,04 %:n osuudella. Kyseistä osuutta sovelletaan sekä tutkimus- ja kehityskustannusten että varautumisjärjestelyjen kiinteiden kustannusten jaossa eri laitosten kesken.

## 5 AIKATAULU

Uusi ydinvoimalaitossyksikkö sisältää käytön aikana syntyvien jätteiden käsittelyyn ja alkuvarastointiin tarvittavat laitteet ja tilat, jotka valmistuvat laitoksen valmistumisen mukana. Alkuvarastoinnin jälkeen voimalaitosjätteet loppusijoitetaan olemassa oleviin loppusijoitustiloihin. Loppusijoitustilojen laajennusta arvioidaan tarvittavan vasta useita vuosia uuden laitoksen käynnistymisen jälkeen.

Käytettyä polttoainetta varastoidaan uuden laitoksen vesialtaassa tyypillisesti 3-8 vuotta. Tämän jälkeen käytetty polttoaine siirretään KPA-varastoon, jonka laajennusta tarvitaan nykyisten laitosten tarpeisiin noin vuonna 2012.

Noin 20 vuoden varastoinnin jälkeen käytetty polttoaine loppusijoitetaan Olkiluodon loppusijoituslaitokseen, jonka käyttöönotto nykyisten laitosten polttoainetta varten on tapahtunut jo tätä ennen.

Suunnitellun käyttöiän perusteella uuden laitoksen käytöstäpoistoon liittyvät toimenpiteet alkaisivat aikaisintaan 2060-luvun lopussa.

6

**JOHTOPÄÄTÖKSET**

Hakijan käytettävissä on turvalliset menetelmät uuden ydinvoimalaitoksen koko ydinjätehuollon järjestämiseksi. Uuden laitoksen osalta käytetään samoja ydinjätehuollon järjestelyjä ja laitoksia kuin nykyisten ydinvoimalaitosten tapauksessa. Yhteiskäyttö alentaa ydinjätehuollon kustannuksia kaikkien laitosten osalta.



**SELVITYS YDINLAITOSHANKKEEN LIKETALOUDELLISESTA  
KANNATTAVUUDESTA JA SEN MUISTA TALOUDELLISISTA EDELLYTYKSISTÄ**

## SISÄLLYSLUETTELO

- 1 YDINLAITOSHANKKEEN LIKETALOUDELLINEN  
KANNATTAVUUS
  - 1.1 Yleistä
  - 1.2 Sähkön tuotantovaihtoehtojen kustannusvertailu
  - 1.3 Hankkeen liiketaloudellinen kannattavuus
  - 1.4 Hankkeen taloudellisten riskien hallinta
  
- 2 MUUT TALOUDELLISET EDELLYTYKSET
  - 2.1 Yhtiön osakkaat ja sähkönkäyttäjät
  - 2.2 Yhtiön taloudellinen tila
  - 2.3 Varat ydinjätehuollon hoitamiseen
  - 2.4 Vakuutukset
  
- 3 YHTEENVETO

# 1 YDINLAITOSHANKKEEN LIIKETALOUDELLINEN KANNATTAVUUS

## 1.1 Yleistä

Teollisuuden Voima Oy (TVO) tuottaa sähköä osakkailleen omakustannushintaan. Uuden ydinvoimalaitosyksikön rakentamishankkeella pyritään omalta osaltaan varmistamaan tuotantokustannuksiltaan edullisen, ennustettavan ja vakaan sähkön saatavuutta. Sähkön pitkän aikavälin hankintakustannuksilla on ratkaiseva vaikutus TVO:n osakkaiden omaan toimialaan liittyviin investointipäätöksiin.

Pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla sähkön hintaheilahtelut ovat viime vuosina kasvaneet. Samalla sähkön hintataso on noussut selvästi. Tämä on ollut seurausta tuotantokustannuksiltaan edullisen tuotantokapasiteetin niukkuudesta. Kulutuksen kasvaessa joudutaan kasvavassa määrin ottamaan käyttöön tuotantokustannuksiltaan kalliimpaa tuotantokapasiteettia. Mikäli uutta tuotantokapasiteettia ei rakennettaisi, olisi seurauksena ajoittain pula sähköstä ja sen seurauksena huomattava markkinahinnan nousu.

Mikäli nykyistä sähkön markkinahintaa käytetään kannattavuustarkastelun perusteena, on ydinvoimalaitoshankkeen kannattavuus selvästi parantunut verrattuna hankkeen periaatepäätösvaiheeseen. Hankkeen kannattavuus määräytyy lopullisesti sen mukaan, mikä on markkinasähkön hinta laitosityksikön sähköntuotantovaiheen aikana.

Seuraavassa vertaillaan vaihtoehtoisilla voimalaitostyypeillä ja polttoaineilla tuotetun sähkön kustannuksia. Hakemuksen kohteena olevan hankkeen kannattavuudesta esitetään takaisinmaksuaikalaskelma. Lisäksi tarkastellaan hankkeen taloudellisten riskien hallintaa.

## 1.2 Sähkön tuotantovaihtoehtojen kustannusvertailu

Peruskuormasähkön tuotantomuotojen kustannuksia on vertailtu muun muassa Lappeenrannan teknillisen yliopiston selvityksessä vuodelta 2000. Tulokset on myöhemmin päivitetty vastaamaan kevään 2003 hintatasoa. Päivitetyt tulokset on esitetty kuvassa 1. Vertailussa oli mukana myös tuulivoima, vaikka se ei sovellukaan peruskuormasähkön tuotantoon tuuliolosuhteiden vaihteluiden vuoksi.

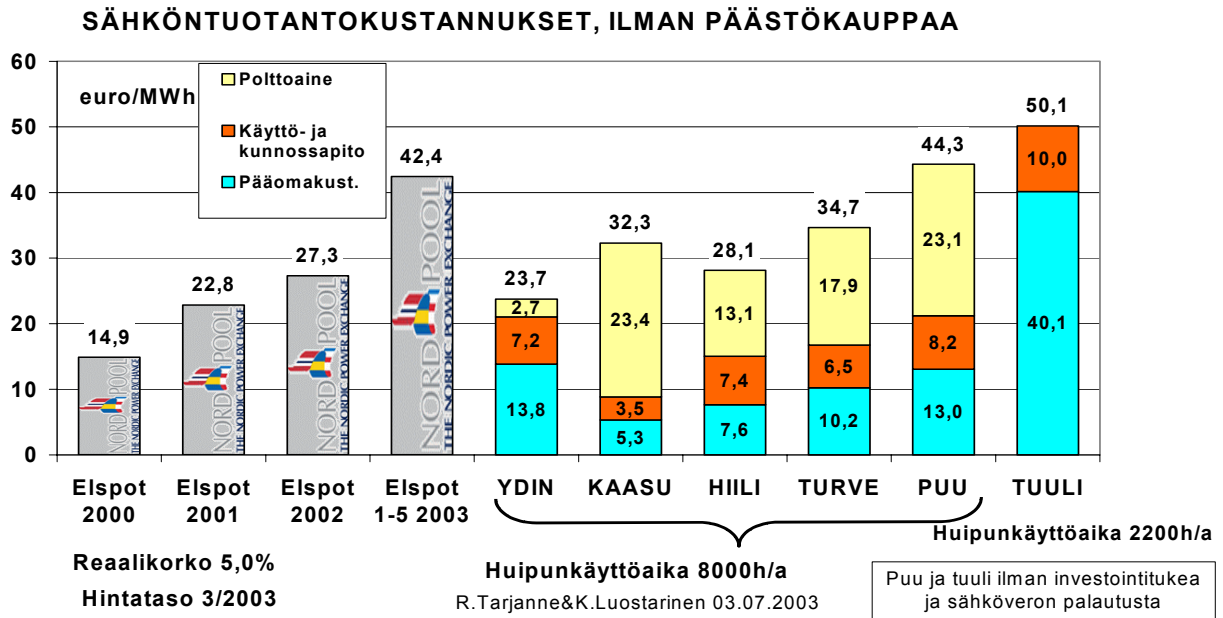
Tuotantomuotojen kustannusrakenteet eroavat pääoma- ja polttoainekustannusten osuuden suhteen oleellisesti toisistaan. Tarkastelluista peruskuormasähkön tuotantovaihtoehdoista ydinvoima on selvästi eniten ja maakaasu vähiten pääomavaltaista. Investointikustannusten osuus

sähkön tuotantokustannuksista on ydinvoimalla noin 60 % ja maakaasulla runsaat 15 %. Investointikustannukset vaikuttavat näin ollen merkittävästi ydinvoiman taloudellisuuteen. Toisaalta suuri investointikustannusten osuus tekee ydinsähköstä kustannukseltaan vakaan ja ennustettavan.

Ydinvoimalla polttoainekustannusten osuus on vain vajaat 20 % sähkön tuotantokustannuksista, kun se maakaasulla on lähes 80 %. Ydinvoiman polttoainekustannukset koostuvat raaka-uraanista, konversiosta isotooppi-rikastusprosessiin sopivaksi materiaaliksi, rikastuksesta ja polttoainementtien valmistuksesta. Varsinaisen polttoaineraaka-aineen eli uraanin osuus polttoainekustannuksista on noin neljännes, joten uraanin osuus ydinsähkön tuotantokustannuksista on suuruusluokkaa 5 %. Polttoainekustannusten 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. Sen sijaan tarkastelluilla muilla peruskuormasähkön tuotantomuodoilla polttoainekustannusten osuus on oleellisesti suurempi. Kivihiilen ja maakaasun maailmanmarkkinatilanteen vaihtelut lisäävät kyseisten vaihtoehtojen tuotantokustannusten pitkän aikavälin arvioiden epävarmuutta. Lisäksi kivihiilellä tai maakaasulla tuotetun sähkön hinta on herkkä valuuttakurssien vaihtelulle.

Yksi merkittävä epävarmuustekijä kivihiileen ja maakaasuun perustuvien sähköntuotantomuotojen kustannusarvioissa liittyy kasvihuonekaasupäästöjen rajoittamiseen. Kiintiöt ylittävälle päästöille koituvista maksuista voi tulla tuotantokustannuksiin kymmenien prosenttien lisäyksiä. Kyseisiä kustannuksia ei ole sisällytetty kuvassa 1 esitettyihin tuloksiin.



Kuva 1. Uuden sähköntuotantokapasiteetin tuotantokustannuksia  
(Lähde: Lappeenrannan teknillinen yliopisto 2003)

## 1.3

## Hankkeen liiketaloudellinen kannattavuus

Koska TVO tuottaa sähköä osakkailleen omakustannushintaan ilman voittoa, hankkeen liiketaloudellisen kannattavuuden arviointia ei ole tarkoituksenmukaista tehdä TVO:n, vaan hankkeeseen osallistuvien osakkaiden kannalta. Eräät TVO:n osakkaat toimivat TVO:n tapaan omakustannusperiaatteella, joten kannattavuuden arviointi etenee edelleen ketjuna aina ydinvoimalaitosyksikön tuottaman sähkön myyjiin tai loppukäyttäjiin saakka.

Laitosyksikön tuottaman sähkön myyjät tai loppukäyttäjät ovat arvioineet hankkeen liiketaloudellisesti kannattavaksi, koska ovat päättäneet osallistua hankkeeseen. Kannattavuuslaskelmat voivat olla hyvinkin erilaisia johtuen siitä sähkönhankintakokonaisuudesta, jonka osaksi laitosyksikön tuottama sähkö tulee.

Yleiskuvan saamiseksi esitetään seuraavassa laskelmia hankkeen kannattavuudesta käyttäen perusteena investoinnin takaisinmaksuaikaa. Laskelmissa esitetään sähkön markkinahinnan ja korkotason vaikutus hankkeen takaisinmaksu-aikaan.

Laskelmissa on käytetty seuraavia lähtötietoja:

Kokonaisinvestointikustannus	3,0 miljardia €
Markkinasähkön hinta	25, 30 ja 35 €/MWh
Keskimääräinen vuosituotanto	12,9 TWh
Korko	3, 4, 5 ja 6 %
Inflaatio	2 %
Vuotuiset käyttö-, polttoaine- ja ydinjätekustannukset	120 miljoonaa €
Vuotuiset ylläpito- ja kehittämisinvestoinnit	15 miljoonaa €

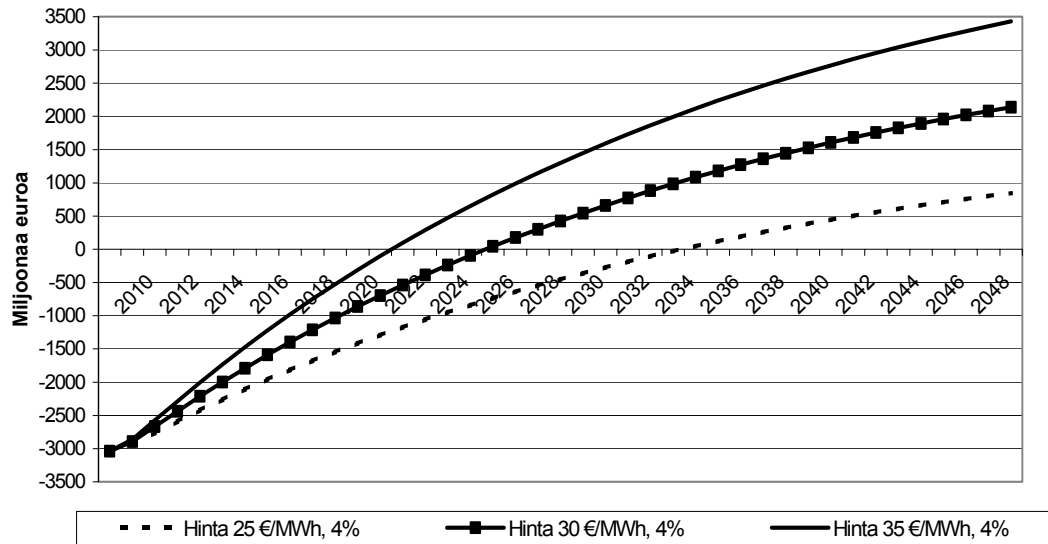
Arvio hankkeen kokonaisinvestointikustannuksesta perustuu sitovaan laitostoimitussopimukseen sekä TVO:n laskelmiin liitännäiskustannuksista. Vuotuiset käyttö-, polttoaine- ja ydinjätekustannukset sekä ylläpitoinvestointien kustannukset on johdettu Olkiluodon nykyisten laitousyksiköiden vastaavista kustannuksista ottaen huomioon uuden laitousyksikön erityispiirteet.

Edellä mainittuihin lähtöarvoihin perustuen on laskettavissa kullekin käyttövuodelle vuosikustannus. Vähentämällä se tuotetun sähkön markkina-arvosta saadaan selville rahamäärä, joka jää yli kunakin vuonna ja on käytettävissä muun muassa investoinnin takaisinmaksuun. Hankkeen nykyarvo käyttäytyy kuvien 2 ja 3 mukaisella tavalla. Laskelmat on tehty vuoden 2003 rahassa.

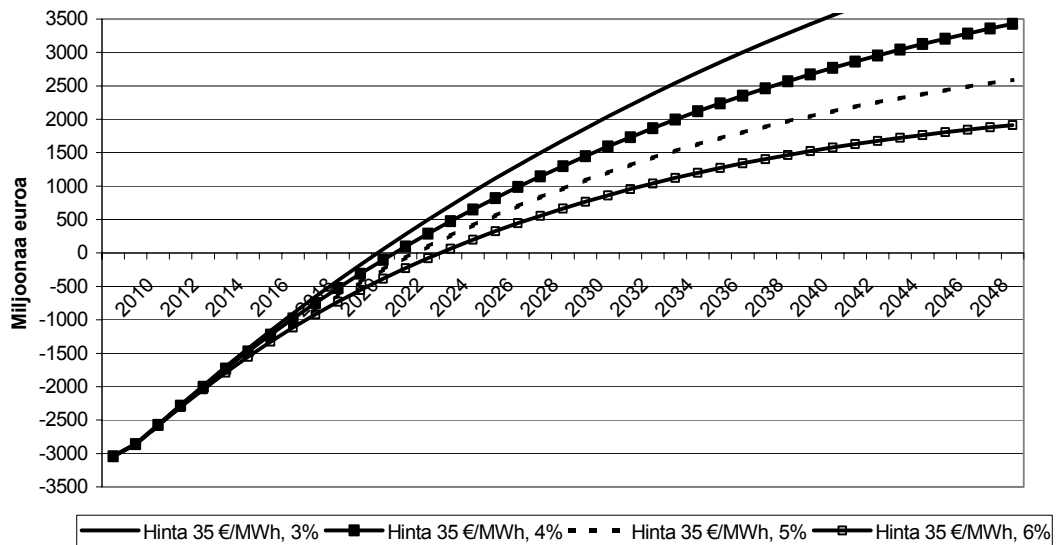
Kuvassa 2 on käytetty korolle arvoa 4 % ja markkinasähkön hinnalle arvoja 25, 30 ja 35 €/MWh. Vuoden 2003 keskimääräisellä Suomen markkinasähkön hinnalla 35 €/MWh hankkeen takaisinmaksuaika (aika, jonka kuluessa nykyarvo tulee positiiviseksi) olisi noin 12 vuotta.

Kuvassa 3 on käytetty markkinasähkön hinnalle arvoa 35 €/MWh ja korolle arvoja 3, 4, 5 ja 6 %. Takaisinmaksuaika vaihtelee kyseisissä tapauksissa välillä 11-14 vuotta.

Edellä esitetty tarkastelu osoittaa, että hankkeen liiketaloudelliselle kannattavuudelle on olemassa hyvät edellytykset.



Kuva 2. Hankkeen nykyarvo eri markkinasähkön hinnoilla ja korolla 4 %.



Kuva 3. Hankkeen nykyarvo eri koron arvoilla ja markkinasähkön hinnalla 35 €/MWh.

## 1.4

## Hankkeen taloudellisten riskien hallinta

Hankkeen taloudellista kannattavuutta voivat uhata muun muassa seuraavat tekijät: kustannustason nousu, korkotason nousu, rakennusajan pidentyminen ja laitousyksikön suorituskykypuutteet. Seuraavassa kuvataan, miten kyseiset riskit on minimoitu.

Kustannustason nousu

Laitousyksikkö hankitaan kokonaistoimituksena ("avaimet käteen"-toimitus) indeksidonnaisuutta lukuun ottamatta kiinteään hintaan. Kokonaishinnalle on sovittu kustannustasoindekseihin perustuva eskalaatio, jolle on määritelty yläraja.

Korkotason nousu

Korkotason nousua vastaan suojaudutaan pidentämällä rakennusaikaisten lainojen keskimääräistä korkosidonnaisuusaikaa. Suojaaminen toteutetaan pääosin jo etukäteen ennen lainojen nostoja eri johdannaisinstrumentteja hyödyntäen.

Rakennusajan pidentyminen

Hankkeelle on tehty yksityiskohtainen aikataulu, jonka pitämisestä valtaosaltaan vastaa laitostoimittaja. Mahdollisten viivästymisten välittömistä kustannuksista vastaa laitostoimittaja, mikäli viivästyminen johtuu laitostoimittaja. Laitostoimittaja on velvollinen maksamaan viivästyssakkoa, mikäli laitousyksikön luovutus viivästyy laitostoimittajasta johtuvista syistä.

Rakentamisaikaiset vakuutukset

Laitostoimittaja ja TVO ovat sopineet rakentamisen aikaisista vakuutusjärjestelyistä. Laitostoimittaja hankkii kattavan vakuutusturvan laitospaikan ulkopuoliselle toiminnalle mukaan lukien laitekuljetukset valmistustehtailta laitospaikalle. TVO hankkii vastaavan vakuutusturvan laitospaikalla tapahtuvalle toiminnalle.

Laitousyksikön suorituskykypuutteet

Laitostoimittajalla on kokonaisvastuu laitousyksikön luvitettavuudesta ja suorituskyvystä. Lupien hakija on kuitenkin TVO. Mikäli laitousyksikkö ei täytä toimitussopimuksen vaatimuksia, on laitostoimittaja velvollinen suorittamaan tarvittavat korjaustoimenpiteet. Lisäksi laitostoimittaja joutuu maksamaan sakkoa, mikäli laitousyksikön teho, hyötysuhde tai alkuvuosien käytettävyys on sovittua alhaisempi. Laitousyksikön laitteilla ja rakenteilla on takuut, joitten kesto vaihtelee kahdesta kahdeksaan vuoteen.



## 2

## MUUT TALOUDELLISET EDELLYTYKSET

## 2.1

## Yhtiön osakkaat ja sähkökäyttäjät

TVO:n yhtiöjärjestyksen mukaan yhtiön osakkeet jakautuvat A-, B- ja C-sarjaan. A- sarjan osakkailla on oikeus saada Olkiluoto 1 ja 2 –ydinvoimalaitosyksiköillä tuotettua sähköä, B-sarjan osakkailla Olkiluoto 3 –ydinvoimalaitosyksiköllä tuotettua sähköä ja C-sarjan osakkailla vastaavasti TVO:n osallistumisosuudella Meri-Porin hiilivoimalaitoksesta sähköä. Kukin osakesarjan osakas vastaa TVO:ta kohtaan ao. osakesarjan tarkoittaman laitoksen/osallistumisosuuden vuosikustannuksista, jotka jakautuvat yhtiöjärjestyksen mukaisesti muuttuviin ja kiinteisiin vuosikustannuksiin. Vastuu muuttuvista vuosikustannuksista riippuu osakkaan ao. sarjaan liittyvästä sähkön käytöstä. Kiinteistä vuosikustannuksista osakas vastaa ao. sarjan omistusosuuden suhteessa riippumatta käyttämästään sähkömäärästä.

Yhtiön A- ja C-sarjan osakkaat ja niiden omistusosuudet ovat seuraavat:

## A-osakesarja:

Etelä-Pohjanmaan Voima Oy	6,5 %
Fortum Power and Heat Oy	26,6 %
Graninge Energia Oy	0,1 %
Kemira Oyj	1,9 %
Oy Mankala Ab	8,1 %
Pohjolan Voima Oy	56,8 %
	<u>100,0 %</u>

## C-osakesarja:

Etelä-Pohjanmaan Voima Oy	6,5 %
Fortum Power and Heat Oy	26,6 %
Graninge Energia Oy	0,1 %
Kemira Oyj	1,9 %
Oy Mankala Ab	8,1 %
Pohjolan Voima Oy	56,8 %
	<u>100,0 %</u>

B-osakesarjaa on merkitty TVO:n yhtiökokouksessa 5.12.2003 seuraavasti:

Etelä-Pohjanmaan Voima Oy	6,5 %
Fortum Power and Heat Oy	25,0 %
Graninge Energia Oy	0,1 %
Kemira Oyj	1,9 %
Oy Mankala Ab	8,1 %
Outokumpu Oyj	1,3 %
Pohjolan Voima Oy	56,8 %
Rautaruukki Oyj	0,3 %
	<hr/>
	100,0 %

Yhtiön suurin osakas on Pohjolan Voima Oy (PVO), jonka ydinvoimakapasiteettiin oikeuttavien B- osakesarjojen omistajina on suomalaisia metsäteollisuusyhtiöitä sekä kuntien ja kaupunkien energiayhtiöitä.

Etelä-Pohjanmaan Voima 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 Oyj on kansainvälinen kemianteollisuuden konserni, jonka tärkeimmät tytäryhtiöt ovat Kemira Chemicals Oy, Kemira Pigments Oy, Kemira Agro Oy ja Tikkurila Oy. Kemiran suurin omistaja on Suomen valtio 53,4 %:n osuudella.

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

Graninge Energia Oy on ruotsalaisen energia- ja metsäyhtiön Graningeverkens AB:n tytäryhtiö.

Outokumpu Oyj on kansainvälinen metalliteollisuusalan konserni. Outokummun suurin omistaja on valtio 39,6 %:n osuudella.

Rautaruukki Oyj on suomalainen metalliteollisuusalan konserni. Rautaruukin suurin omistaja on valtio 40,1 %:n osuudella.

TVO:n tuottaman sähkön käyttäjiä ovat siten suomalainen sähköä käyttävä teollisuus ja muu yhteiskunta osakkaina olevien energia-yhtiöiden kautta.

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

Seuraavassa luettelossa on esitetty ne yhtiöt, jotka saavat sähköä uudesta laitosyksiköstä joko suoraan TVO:n osakkaana tai Pohjolan Voima Oy:n ja Etelä-Pohjanmaan Voima Oy:n ydinvoimaosakesarjojen kautta. Luettelon mukaan uuden laitosisyksikön sähkön käyttö jakaantuu laajalle teollisuuteen ja koko yhteiskuntaan.

Alajärven Sähkö Oy	Mylykoski Oyj
Esse Elektro-Kraft Ab	Mäntsälän Sähkö Oy
Etelä-Pohjanmaan Voima Oy	Nurmijärven Sähkö Oy
Etelä-Savon Energia Oy	Oulun kaupunki / Oulun Energia
Fortum Power and Heat Oy	Outokumpu Oyj
Graninge Energia Oy	Oy Herrfors Ab
Haminan Energia Oy	Oy Metsä-Botnia Ab
Helsingin kaupunki / Helsingin energia	Paneliakosken Voima Oy
Hiirikosken Energia Oy	Perhonjoki Oy
lin Energia Oy	Pietarsaaren kaupunki / energialaitos
Imatran Seudun Sähkö Oy	Pohjolan Voima Oy
Jylhän Sähköosuuskunta	Porin kaupunki
Järviseudun Sähkövoiman Kuntayhtymä	Porvoon Energia Oy
Kaakon Energia Oy	Pohjois-Karjalan Sähkö Oy
Kemira Oyj	Päijät-Hämeen Voima Oy
Keravan Energia Oy	Rauman Energia Oy
Keskusosuuskunta Oulun Seudun Sähkö	Rautaruukki Oyj
Kokemäen Sähkö Oy	Rovakaira Oy
Kokkolan kaupunki / energialaitos	Sallila Energia Oy
Korpelan Voima kuntayhtymä	Savon Voima Oy
Kruunupyyn kunta / sähkölaitos	Seinäjoen Energia Oy
KSS Energia Oy	Stora Enso Oyj
Kumera Oy	Suur-Savon Sähkö Oy
Kymenlaakson Sähkö Oy	Tornionlaakson Sähkö Oy
Kymppivoima Tuotanto Oy	UPM-Kymmene Oyj
Köyliö-Säkylän Sähkö Oy	Uusikaarlepyyn kaupunki / liikelaitos
Lahti Energia Oy	Vaasan Sähkö Oy
Laihian Sähkö Oy	Vantaan Energia Oy
Lammaisten Energia Oy	Vatajankosken Sähkö Oy
Lankosken Sähkö Oy	Vetelin Sähkölaitos
Lehtimäen Sähkö Oy	Vimpelin Voima Oy
Leppäkosken Sähkö Oy	Ääneseudun Energia Oy
M-Real Oyj	

## 2.2

Yhtiön taloudellinen tila Yhtiön taloudellista tilaa koskevat tiedot ilmenevät oheen liitetystä yhtiön tilinpäätöksestä vuodelta 2002.

Yhtiön varat olivat 31.12.2002 tilinpäätöksen mukaan 1 335 milj. euroa. Omaa pääomaa ja vastaavia eriä oli 489 milj. euroa. Velkojen määrä oli 846 milj. euroa, josta Valtion ydinjäterahastolta otettua, edelleen yhtiön osakkaille lainattua velkaa oli 520 milj. euroa. Lyhytaikaisia velkoja (mukaan lukien pitkäaikaisten lainojen seuraavan vuoden lyhennykset) oli 140 milj. euroa.

Lainoista noin 120 milj. euroa on käytetty Meri-Porin hiilivoimalaitoshankkeen rahoittamiseen ja loput, noin 150 milj. euroa kohdistuu Olkiluodon ydinvoimalaitoksen käyttöpääomaan ja laitosinvestointiin.

Alkuperäiset laitosyksiköiden Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2 perusinvestoinnit olivat noin 840 milj. euroa. Vuotuisiin ylläpitoinvestointeihin on laitoksen tähänastisena käyttöaikana käytetty noin 500 milj. euroa. Näiden lisäksi vuosina 1994-1998 toteutettiin modernisointihanke, jonka kustannukset olivat noin 135 milj. euroa. Tässä kappaleessa esitetyt rahamäärät on muunnettu euroiksi ilman inflaatiokorjauksia.

Teollisuuden Voima Oy:n sähkön myynti, liikevaihto ja omavaraisuusaste ovat viimeisen viiden vuoden aikana kehittyneet seuraavasti:

Vuosi	2003*	2002	2001	2000	1999
Sähkön myynti (GWh)					
Olkiluoto 1	7118	6 989	7 155	7 035	7 103
Olkiluoto 2	7018	7 099	6 980	7 020	7 083
<u>Meri-Pori</u>	<u>1545</u>	<u>835</u>	<u>956</u>	<u>1 357</u>	<u>913</u>
Yhteensä	15681	14 923	15 091	15 412	15 099
Liikevaihto (milj. €)	223	218	219	229	228
Omavaraisuusaste (%)	61	59,9	58,8	56,6	53,4

\* ennakkotiedot

## 2.3

### Varat ydinjätehuollon hoitamiseen

TVO:n ydinjätehuollon vastuumäärä (tähän mennessä tuotettujen ydinjätteiden huollosta tulevaisuudessa aiheutuvien menojen arvioitu määrä) oli vuoden 2002 lopussa 732 miljoonaa euroa. Vastuumäärän mukainen määrä varoja on kerätty ydinjätehuoltorahastoon.

Uuden laitosyksikön ydinjätehuollon hoitamiseen tarvittavat varat kerätään aikanaan osana sähkön hintaa valtion ydinjätehuoltorahastoon.

## 2.4

## Vakuutukset

Yhtiöllä on voimassa oleva ydinlaitoksen esinevakuutus sekä Olkiluoto 1:n että Olkiluoto 2:n osalta. Vuonna 2004 vakuutusmäärä on 1 000 milj. euroa. Omavastuu on yleensä 4 milj. euroa paitsi 1 milj. euroa rikkoutumis- ja sähkövahinkojen osalta.

Kummallekin ydinvoimalaitosyksikölle Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2 on erikseen voimassa ydinvastuuvakuutus laissa edellytettyyn vastuumäärään saakka. Vakuutuksista korvataan vahingot, joista TVO on ydinlaitosten haltijana korvausvastuussa ydinvastuulain (484/72) nojalla siihen myöhemmin tehtyine muutoksineen. Suomen ydinvastuujärjestelmä perustuu Pariisin yleissopimukseen ja Brysselin lisäyleissopimukseen.

Vuonna 2004 vakuutusmäärä on laitosyksikköä kohti 210 miljoonaa ydinvastuulaissa tarkoitettua erityisnosto-oikeutta (SDR). Vallitsevalla kurssitasolla tämä vastaa noin 267 milj. euroa laitosyksikköä kohti.

Ydinvastuumääriä ollaan lähivuosina korottamassa tuntuvasti. Tätä koskeva komiteamietintö on annettu keväällä 2003. Vakuutusmaksujen kasvamisen korottava vaikutus sähkön hintaan olisi 0,005–0,008 senttiä/kWh, mikäli lainsäädäntö muuttuisi komiteamietinnön mukaisella tavalla.

## 3

## YHTEENVETO

Tehtyjen selvitysten perusteella ydinvoima on vertailun kohteena olevista perusvoimavaihtoehtoista edullisin.

Ydinvoiman erityisenä etuna on sähkön tuotantokustannusten vähäinen riippuvuus polttoaineen hinnoista ja valuuttakurssivaihteluista sekä tätä kautta tuotantokustannusten pitkäaikainen ennustettavuus.

Laitosyksikön vuosikustannusten vertailu vuosittain tuotettavan sähkön markkina-arvoon osoittaa hankkeen taloudellisesti kannattavaksi. Investoinnin takaisinmaksuaika on huomattavasti laitosyksikön suunniteltua toiminta-aikaa lyhyempi.

TVO:n taloudelliset tunnusluvut ja kyky huolehtia rahoituksesta ovat rahoittajia tyydyttävällä tasolla.

**YDINLAITOSHANKKEEN KUSTANNUSARVIO JA RAHOITUSSUUNNITELMA**

1

Investointi

Kokonaiskustannusarvio Olkiluodon ydinvoimalaitoksen laajentamisesta yhdellä lisäyksiköllä on noin 3,0 miljardia euroa vuoden 2003 rahassa. Arvio perustuu ydinvoimalaitostoimittajan kanssa 18.12.2003 tehtyyn hankintasopimukseen ja Teollisuuden Voima Oy:n (TVO) omiin kustannuslaskentatietoihin. Kokonaiskustannuksen karkea jakautuma on seuraava:

Reaktorilaitos	40 %
Turbiinilaitos ja apujärjestelmät	20 %
Rakennukset ja aluerakennustyöt	20 %
Projektinhallinta, viranomaiskäsittely ja käyttöönotto	10 %
Rakennusaikaiset korot	10 %

2

Aikataulu

Hankkeen toteutusaikataulun mukaan perusinvestoinnin rahoitus jakautuu ajallisesti noin viidelle vuodelle. Varsinaiset rakennustyöt laitospaikalla kestävät noin neljä vuotta.

3

Rahoituslähteet

Hanke rahoitetaan siten, että TVO:n osakkaat sijoittavat yhtiöön noin 20 % uutta osakepääomaa ja noin 5 % osakaslainaa hankkeen kokonaiskustannuksista. Loppu noin 75 % katetaan ensisijaisesti lainoilla rahoituslaitoksilta. Lainarahoitus on järjestetty kokonaan kaupallisin ehdoin.

4

Oman pääoman ehtoinen rahoitus

Liitteessä 13 kohdassa 2.1 mainitut B-osakesarjaa merkinneet yhtiöt ovat 5.12.2003 allekirjoittaneet vaadittavaa osakepääoman korotusta ja osakaslainaa koskevat sitoumukset sekä merkinneet ensimmäisen osakepääoman korotuksen.

Osakaslaina nostetaan kokonaisuudessaan vuoden 2004 aikana. Osakepääoman korotukset toteutetaan vuoteen 2009 mennessä vuosittain rakennushankkeen edetessä.

5

## Ulkoisen rahoitus

Hankkeen ulkoinen rahoitus järjestetään kahdessa vaiheessa, rakentamis- ja käyttövaiheessa. Rakentamisvaiheen aikainen rahoitus on suunniteltu siten, että voidaan joustavasti siirtyä käyttövaiheen rahoitukseen markkinatilanne huomioiden.

Ensivaiheessa rakentamisvaiheen aikainen rahoitus on varmistettu pääosin valmiusluottojärjestelyin. Lisäksi on luotu valmius ostaja-luottojen hyödyntämiseen. Sitä mukaa kun lainarahoitusta projektin aikana tarvitaan, pyritään lainoja nostamaan eri lähteistä sen mukaan, mikä niistä kulloinkin on edullisinta. Valmiudet pääomamarkkina-ehtoiseen rahoitukseen luodaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa.

Ensivaiheen sitovat laina- ja valmiusluottosopimukset allekirjoitettiin 17.12.2003 usean eri rahoittajatahon kanssa. Luottoluokitusyhtiö Standard & Poor's vahvisti 18.12.2003 TVO:n luottokelpoisuusluokaksi BBB/A-2.

6

## Lainojen takaisinmaksu

Hanketta varten otettavan lainarahoituksen on arvioitu nousevan noin 2 500 miljoonaan euroon vuonna 2009, jolloin yhtiön lainojen kokonaismäärä nousee noin 2 700 miljoonaan euroon. Ottaen huomioon omistajien osakepääoma- ja osakaslainasijoitukset säilyy TVO:n omavaraisuusaste 25 %:n yläpuolella.

Suureen lainarahoitusosuuteen antaa mahdollisuuden ydinsähkön tuotantokustannusten ennakoitavuus ja vakaus sekä se, että TVO:n yhtiöjärjestyksen mukaan yhtiön osakkaat vastaavat yhtiöjärjestyksen mukaisista vuosikustannuksista mukaan lukien vuosittain erääntyvät lainojen korot ja lyhennykset.

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

7

## Yhteenvedo

Rahoitus on järjestetty kaikkia osapuolia tyydyttävällä tavalla siten, että hankkeen rahoitus on varmistettu ja joustavuus erilaisiin markkinatilanteisiin on mahdollisimman hyvä. Oman pääoman ehtoista rahoitusta koskevat merkintä- ja osakaslainasitoumukset sekä sitovat ulkoista rahoitusta koskevat rahoitussopimukset on allekirjoitettu.



**SELVITYS HAKIJAN KÄYTETTÄVISSÄ OLEVASTA ASiantuntemuksesta JA  
YDINLAITOKSEN RAKENTAMISHANKKEEN TOTEUTUSORGANISAATIOSTA**

Teollisuuden Voima Oy:n (TVO) 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 Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2 Eurajoen Olkiluodossa.

Laitosyksiköiden käytön alettua pääosa rakentamisvaiheen teknisestä henkilöstöstä siirtyi laitosyksiköiden käyttöä ja kunnossapitoa tukeviin tehtäviin. Alusta alkaen mukana olleelle henkilöstölle on kertynyt yli 20 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.

Yhtiön ydinalan asiantuntemusta ovat lisäksi ylläpitäneet ja kehittäneet muun muassa laitosyksiköiden tehon korotukset ja modernisointi, vakavien onnettomuuksien varalta toteutetut toimenpiteet, luotettavuus- teknisen turvallisuusanalyysin (PSA) tekeminen, oman koulutus- simulaattorin hankinta, matala- ja keskiaktiivisen jätteen välivarastojen rakentaminen, käytetyn polttoaineen välivaraston rakentaminen sekä voimalaitosjätteen loppusijoitustilan rakentaminen.

Yhtiön vakinaisessa palveluksessa oli vuoden 2003 lopussa 525 henkilöä. Teknisen tai luonnontieteellisen peruskoulutuksen saaneista on tohtoreita 2, lisensiaatteja 4, diplomi-insinöörejä 69, filosofian maistereita 7, insinöörejä 89, tekniikkoja 80 ja konemestareita 18. Teknisen tai luonnontieteellisen koulutuksen saaneiden ohella yhtiön palveluksessa on ydinalan taloudellista ja juridista asiantuntemusta omaavia henkilöitä. TVO:n organisaatiokaavio on esitetty hakemuksen liitteessä 10.

Yhtiön koko henkilöstö on viime vuosina saanut koulutusta keskimäärin noin yhdeksän päivää vuodessa, mikä on noin kaksinkertainen määrä teollisuuden keskiarvoon verrattuna. Yhtiössä toteutettiin vuosina 1998-2002 laaja kehitysohjelma, jonka eräänä tuloksena kartoitettiin henkilöstön osaamisalueet ja saatiin siten täsmällistä tietoa edelleen kehitettävistä osaamis- ja asiantuntemusalueista.

Yhtiö on tiedostanut, että henkilöstön vaihtuvuus on ollut vähäistä ja että huomattava osa henkilöstöstä on siirtymässä eläkkeelle vuoden 2010

tienoilla. Asiaan on ryhdytty kiinnittämään huomiota yhtiön henkilöstösuunnittelussa.

Yhtiö on ryhtynyt toimenpiteisiin, joilla varmistetaan saavutetun tietotaidon ja laitostuntemuksen siirtyminen uudelle sukupolvelle. Tavoitteena on välttää äkillisiä suuria muutoksia, minkä vuoksi nykyisen ikäjakautuman tasoittaminen on aloitettu hyvissä ajoin. Tehtyjen toimenpiteiden tuloksena yhtiöön on vuosina 2001-2003 rekrytoitu yhteensä 85 henkilöä.

TVO on vuonna 1998 perustanut tytäryhtiön TVO Nuclear Services Oy (TVONS) harjoittamaan muun muassa ydinenergia-alan suunnittelua, konsultointia sekä tutkimus-, kehitys- ja palvelutoimintaa TVO:n ulkopuolella sekä voimalaitosten infrastruktuurin hyödyntämiseen liittyvää toimintaa. TVONS tarjoaa TVO:n henkilöstölle mahdollisuuden tehtäväkiertoon sekä asiantuntemuksen ja kokemuksen laajentamiseen.

TVO käyttää toiminnassaan hyväksi tarpeellisessa määrin myös yhtiön ulkopuolista asiantuntemusta. Periaatteena on ollut luoda yhteydet laitoksiin, yhtiöihin ja järjestöihin, jotka edustavat mahdollisimman korkeata asiantuntemusta yhtiön toimintaan liittyvillä aloilla. Yhtiöllä on voimassa asiantuntijapalveluja koskevat sopimukset useiden kotimaisten ja ulkomaisten tahojen kanssa.

TVO on osallistunut 1990-luvun aikana useiden eri reaktorityyppien kehitysohjelmiin. Sitä kautta yhtiö on saanut tietoa alan viimeisimmästä kehityksestä sekä ylläpitänyt toimivia yhteyksiä alan asiantuntijoihin. Samassa tarkoituksessa TVO osallistui 1990-luvulla eurooppalaisten ydinvoimalaitoksia käyttävien yhtiöiden väliseen yhteistyöhön, jonka tuloksena laadittiin yhteiset vaatimukset uusille Eurooppaan rakennettaville ydinvoimalaitoksille. Asiakirjakokonaisuutta myös käytettiin pohjana uutta laitossyksikköä koskevalle tekniselle tarjouspyyntöaineistolle.

Uusi laitossyksikkö (painevesireaktori) poikkeaa reaktorityypiltään TVO:n nykyisistä laitossyksiköistä (kiehutusvesireaktori). Uuden reaktorityypin edellyttämään erikoisosaamiseen kiinnitetään erityistä huomiota palkattaessa uusia henkilöitä. Yhtiöön onkin kahden viimeisen vuoden aikana siirtynyt painevesireaktoritekniikan erityisasiantuntijoita.

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

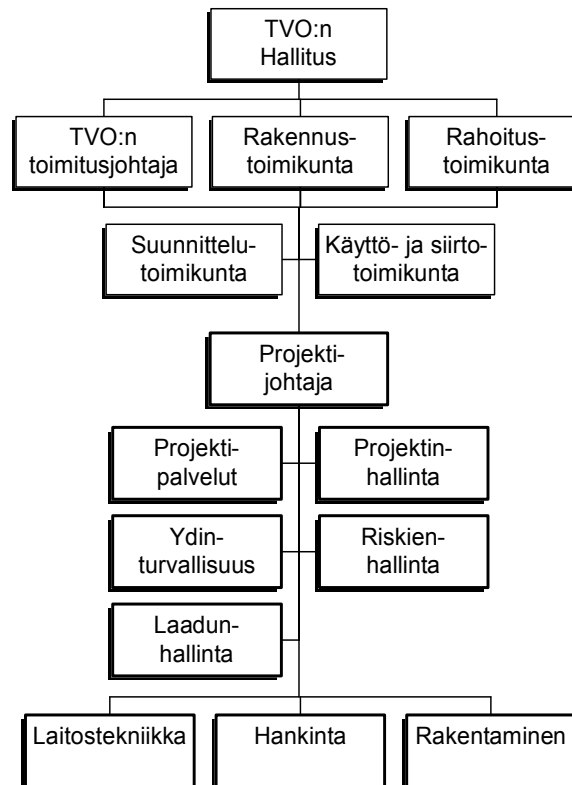
Yhtiöön perustettiin vuoden 2003 alussa projektiosasto, jonka tehtävänä on rakentamishankkeen toteuttaminen. Projektiosasto tukeutuu yhtiön

muihin organisaatioyksiköihin erityisesti hallinnollisten tai teknistä erityisasiantuntemusta edellyttävien tehtävien osalta. Lisäksi hankkeen toteutuksessa käytetään tarpeen mukaan TVO:n ulkopuolisia konsulttiyrityksiä.

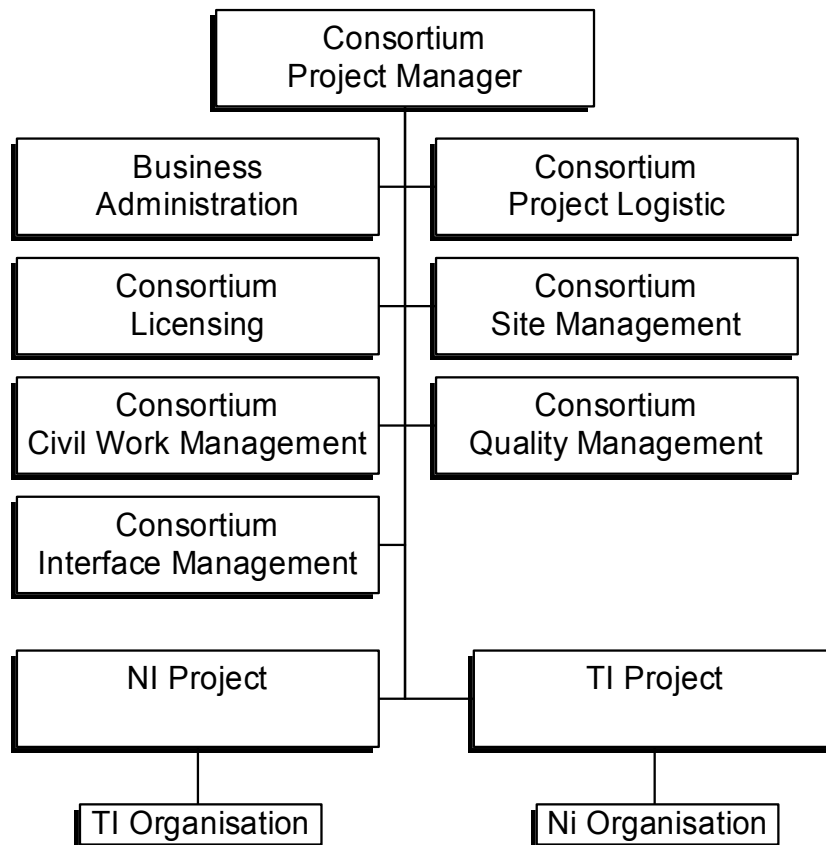
Ydinvoimalaitosyksikön rakentamiselle määrätään ydinenergielain-säädännön tarkoittama vastuullinen johtaja ja tämän varamies. Kummallekin henkilölle haetaan Säteilyturvakeskuksen hyväksyntä.

Projektioorganisaation kokoaminen on käynnistetty syksyllä 2002. Projektiosaston henkilömäärä vuoden 2003 lopussa oli 33 (26 omaa, 7 konsulttia) henkilöä. Suunniteltu vahvuus asennustöiden aikana on noin 100 henkilöä. Tarkoituksena on täyttää noin puolet osaston henkilöstötarpeesta yhtiön sisäisin siirroin. Loput henkilöistä rekrytoi-daan yhtiön ulkopuolelta lähinnä ydinvoima- ja voimalaitosalalta.

TVO:n toteutusprojektin organisaatiokaavio on esitetty kuvassa 1. Laitosyksikön päätoimittajakonsortion projektioorganisaatio on esitetty kuvassa 2.



Kuva 1. TVO:n projektiorganisaatio



Kuva 2. Toimittajakonsortion projektiorganisaatio

**LUETTELO SÄTEILYTURVAKESKUKSELLE YDINENERGIA-ASETUKSEN 35 §:N  
MUKAISESTI TOIMITETTAVISTA ASIAKIRJOISTA**

Ydinenergia-asetuksen 35 §:n mukaan hakijan on toimitettava Säteilyturvakeskukselle rakentamislupaa hakiessaan:

- 1) alustava turvallisuusseloste, jonka tulee sisältää ainakin ydinlaitoksen yleiset suunnittelu- ja turvallisuusperiaatteet, yksityiskohtainen kuvaus laitospaikasta ja ydinlaitoksesta, selvitys ydinlaitoksen käytöstä, selvitys ydinlaitoksen käyttäytymisestä onnettomuustilanteissa, yksityiskohtainen selvitys ydinlaitoksen käytön vaikutuksista ympäristössä sekä muu viranomaisen tarpeelliseksi katsoma selvitys;
- 2) ehdotus luokitusasiakirjaksi, jossa esitetään ydinlaitoksen turvallisuuden kannalta tärkeiden rakenteiden, järjestelmien ja laitteiden luokittelu niiden turvallisuusmerkityksen perusteella;
- 3) ydinlaitoksen rakentamisen laadunvarmistusta koskeva selvitys, jossa esitetään ne järjestelmälliset menettelytavat, joita ydinlaitoksen suunnitteluun ja rakentamiseen osallistuvat organisaatiot noudattavat laatuun vaikuttavissa toiminnoissaan;
- 4) suunnitelmat turva- ja valmiusjärjestelyiksi;
- 5) suunnitelma ydinaseiden leviämisen estämiseksi tarpeellisen valvonnan järjestämisestä; sekä
- 6) selvitys ydinenergialain 19 §:n 7 kohdassa tarkoitetuista järjestelyistä (järjestelyt koskevat ydinaseiden leviämisen estämiseksi tarpeellisen valvonnan ja Säteilyturvakeskuksen suorittaman valvonnan toteuttamista).

Luvanhakijan on lisäksi toimitettava Säteilyturvakeskukselle muut Säteilyturvakeskuksen tarpeelliseksi katsomat selvitykset. Niitä ovat:

- 7) suunnitteluvaiheen todennäköisyyspohjainen turvallisuusanalyysi; sekä
- 8) selvitys valtioneuvoston päätöksen (395/1991) määräysten täyttämisestä (Valtioneuvoston päätös ydinvoimalaitosten turvallisuutta koskevista yleisistä määräyksistä).