



Perustietoa Olkiluoto 3:sta



TVO – Ydinvoimayhtiö maailman huipulta



Teollisuuden Voima Oy (TVO) on vuonna 1969 perustettu osakeyhtiö, joka tuottaa sähköä omistajilleen omakustannushinnalla ja rakentaa uutta voimantuotantokapasiteettia. TVO on Olkiluodon ydinvoimalaitoksen rakentaja, omistaja sekä käyttäjä.

Olkiluodon voimalaitosyksikköjen tuotanto kattaa nykyisin noin kuudenneksen Suomessa käytetystä sähköstä.

TVO on toteuttamassa Olkiluodon kolmatta ydinvoimalaitosyksikköä, Olkiluoto 3:a (OL3) valtioneuvoston ja eduskunnan hyväksymän periaatepäätöksen mukaisesti. OL3, noin 1 600 MW painevesireaktorilla varustettu laitosyksikkö lähes kaksinkertaistaa TVO:n sähköntuotantokapasiteetin.

Vankkaa ydinvoimaosaamista

TVO:n palveluksessa on runsaat 600 henkilöä. Henkilöstön vaihtuvuus on vähäistä ja niinpä Olkiluodon laitosyksiköiden tuotannon alusta alkaen mukana olleelle henkilöstölle on kertynyt yli 20 vuoden kokemus laitosyksiköiden käytöstä ja kunnossapidosta. Tätä osaamista hyödynnetään ja kehitetään OL3-yksikön rakentamisessa.

TVO on koko toiminnan ajan kouluttanut ja kehittänyt henkilöstön ydinalan osaamista. Alan viimeisintä kehitystä on seurattu muun muassa osallistumalla eri reaktorityyppien kansainvälisiin kehitysohjelmiin. Sitä kautta yhtiö on saanut alan viimeistä tietoa sekä ylläpitänyt toimivia yhteyksiä alan asiantuntijoihin.

Yhtiön ydinalan asiantuntemusta ovat lisäksi kehittäneet OL1:n ja OL2:n tehonkorotukset ja modernisoinnit sekä muut mittavat kehitys- ja rakentamisprojektit. Modernisointihankkeet ovat parantaneet ydinvoimalaitosyksiköiden turvallisuutta, tuotantokykyä ja tuotannon taloudellisuutta.

Kansainvälisessä vertailussa huipulla

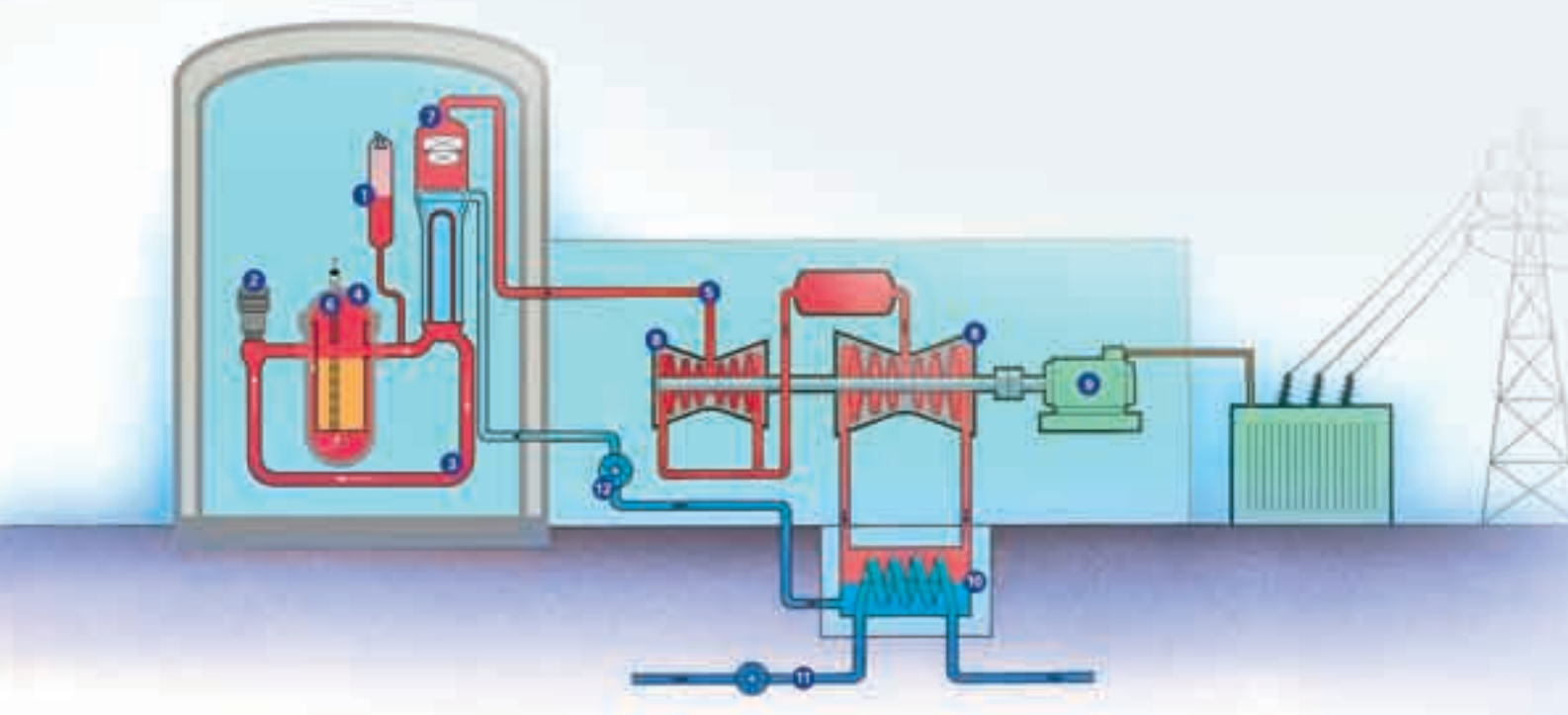
Yhtenä osoituksena TVO:n ydinvoimaosaamisesta ovat Olkiluodon laitosyksiköiden korkeat käyttökertoimet, jotka ovat pitkään olleet kärkisijoilla kansainvälisessä vertailussa. OL1:n ja OL2:n käyttökertoimet ovat 1990-luvun alusta lähtien vaihdelleet 93–97 prosentin välillä. Korkeat käyttökertoimet kertovat laitosyksiköiden luotettavasta toiminnasta.

Hyvään tulokseen on päästy huolellisella sekä ennakoivalla vuosihuolto- ja muutostyösuunnittelulla. Olkiluodon voimalaitoksella henkilöstön saamat säteilyannokset ovat olleet alhaisia kansainvälisessä vertailussa.

TVO:n tapa toimia

TVO on ydinvoimayhtiönä sitoutunut korkeatasoiseen turvallisuuskulttuuriin, jonka periaatteisiin kuuluu, että jokaiselle käsiteltävälle asialle annetaan sen turvallisuusmerkityksen mukainen käsittely ja huomio. Turvallisuuskulttuurin mukaisesti toiminnassa tavoitellaan suurta luotettavuutta ja tuotantovarmuutta. TVO:ssa turvallisuus ja siihen vaikuttavat tekijät asetetaan aina taloudellisten tavoitteiden edelle.

TVO:n visiona on säilyä maailman huipulla olevana yhteiskunnan arvostamana ydinvoimayhtiönä. Tähän tavoitteeseen TVO pyrkii vastuullisesti, ennakoiden, jatkuvan parantamisen periaatetta noudattaen ja avoimesti hyvässä yhteistyössä eri sidosryhmien kanssa.



1 600 MWe:n painevesireaktori OL3

TVO jätti marraskuussa 2000 valtioneuvostolle periaatepäätöshakemuksen uuden yksikön rakentamisesta. Valtioneuvosto teki asiasta myönteisen päätöksen 17.1.2002 ja eduskunta päätti 24.5.2002 jättää periaatepäätöksen sellaisenaan voimaan. Periaatepäätöksen mukaan ydinvoimalaitosyksikön rakentaminen on yhteiskunnan kokonaisedun mukaista.

Tarjouskilpailun jälkeen TVO teki joulukuussa 2003 investointipäätöksen teholtaan noin 1 600 MW painevesireaktorilla varustetun laitosyksikön rakentamisesta Olkiluotoon. Voimalaitosyksikön tyyppinimi on EPR (European Pressurized water Reactor). Laitosyksikön rakentaa kokonaistoimituksena AREVA NP:n ja Siemensin muodostama konsortio. AREVA NP vastaa konsortiossa reaktorilaitoksen ja Siemens turpiinilaitoksen toimituksesta.

Kokenut laitostoimittaja

Kumpikin päätoimittajista on johtavia alallaan. AREVA NP on toimittanut yhteensä 100 kevytvesireaktorilaitosyksikköä, joista 94 on painevesityyppisiä (PWR) ja kuusi kiehtusvesityyppisiä (BWR). Viimeisimmät käyttöönotetut AREVA NP:n toimittamat PWR-laitosyksiköt Ranskassa ovat Civaux 1 ja 2, jotka otettiin käyttöön 1997 ja 1999. Brasiliaan toimitettu yksikkö Angra 2 otettiin käyttöön vuonna 2002 samoin kuin Ling Ao 1 ja 2 Kiinassa.

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

Maltillista evoluutiota

Olkiluoto 3 on rakenteeltaan edistyksellinen verrattuna nykyisin käytössä oleviin laitoksiin. Erityisesti sen turvallisuusominaisuuksia on edelleen kehitetty. AREVA NP:n suunnittelema laitosyyppi pohjautuu kummassakin maassa viimeksi käyttöönotettuihin painevesilaitoksiin niiden kokemuksia hyödyntäen. Nämä ovat tyyppi N4 Ranskassa ja tyyppi Konvoi Saksassa.

Saksa (Konvoi)

Neckarwestheim 2	1,269 MW	1989
Isar 2	1,400 MW	1988
Emsland	1,290 MW	1988

Ranska (N4)

Chooz 1	1,450 MW	1996
Chooz 2	1,450 MW	1997
Civaux 1	1,450 MW	1997
Civaux 2	1,450 MW	1998

Olkiluoto 3 edustaa ns. evoluutiotyyppeä. Tämän kehityslinjan mukaisesti käytettävät perusratkaisut pohjautuvat käytännössä jo toimiviksi koeteltuun tekniikkaan. Uusia ratkaisuja on sovellettu maltillisesti vaarantamatta laitosyksikön tuotantokykyä ja luotettavuutta.

Korkea hyötysuhde

Turvallisuuden lisäksi OL3:n suunnittelussa on kiinnitetty erityistä huomiota sen taloudellisuuteen. Muun muassa laitosyksikön hyötysuhde 37 % on noin neljä prosenttiyksikköä suurempi kuin Olkiluodon nykyisillä laitosyksiköillä. Rakentamisajan lyhentäminen on myös eräänä keskeisenä tavoitteena.

Painevesireaktorin toimintaperiaate

Painevesilaitoksessa on lämmönsiirtoon kaksi erillistä piiriä. Paineistimen (1) avulla korkeassa paineessa pidettävä vesi kiertää pääkiertopumppujen (2) avulla reaktoripiirissä (3) ja luovuttaa reaktorin (4) tuottaman lämmön turpiinipiirille (5) lämmönvaihtimessa. Reaktorin tehoa säädellään säätösauvoilla (6). Turpiinipiirin paine on huomattavasti reaktoripiirin painetta pienempi, joten vesi kiehuu lämmönvaihtimessa, eli höyrystimessä (7). Höyrystimessä syntynyt vesihöyry pyörittää turpiinia (8). Turpiini pyörittää samalle akselille kytkettyä generaattoria (9), joka tuottaa sähköä valtakunnan verkkoon. Turpiinista tuleva höyry jäähdytetään takaisin vedeksi lauhduttimessa (10) meriveden (11) avulla. Lauhdevesi syötetään takaisin höyrystimeen syöttövesipumpulla (12) ja lämminnynyt merivesi palautetaan mereen.



Yläkuvassa tehdään reaktorirakennuksen raudoitusta ja alakuvassa polttoainerakennuksen pohjalaatan valutyötä.

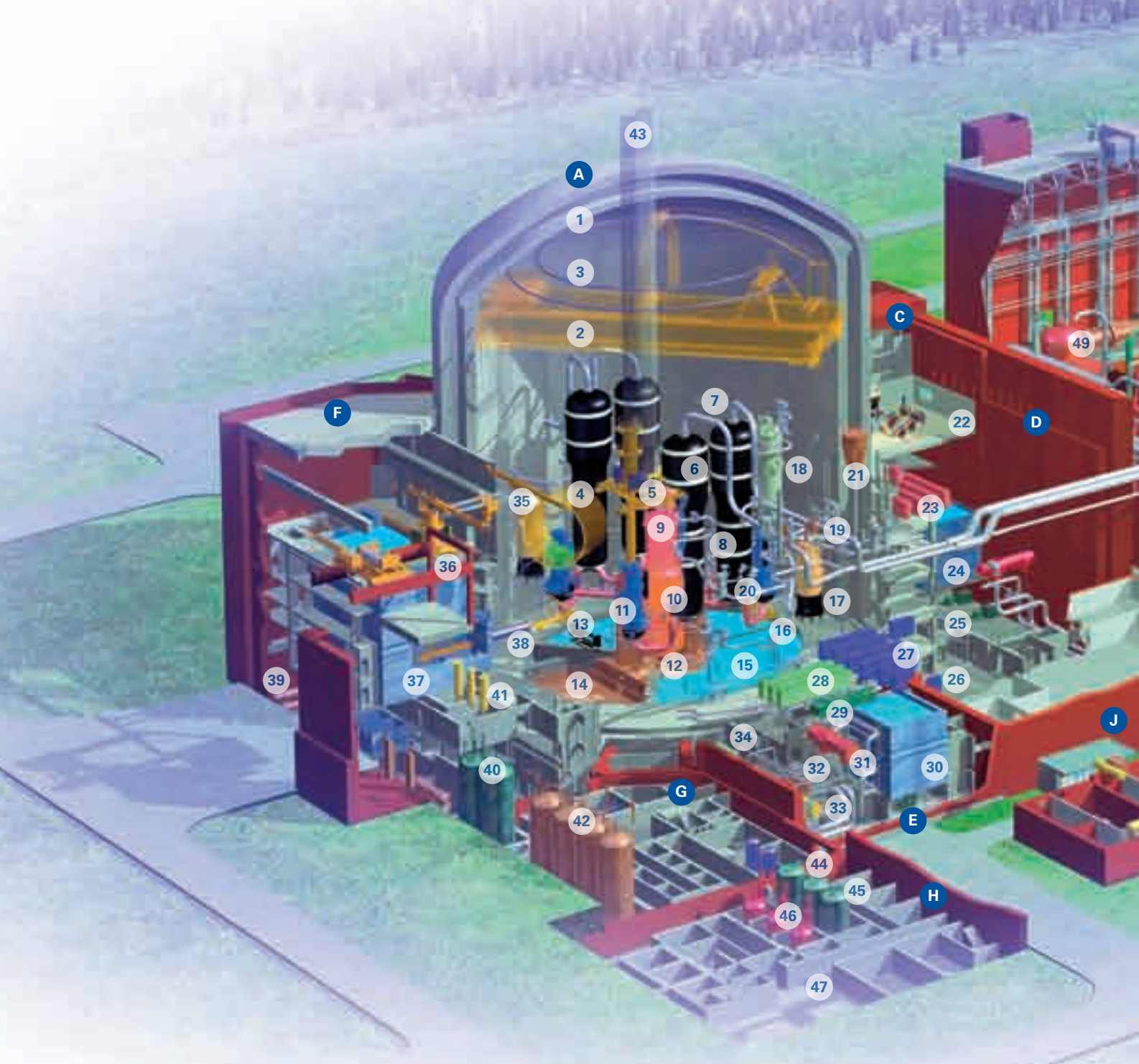
Voimalaitosyksikön vaikeasti vaihdettavien rakenteiden ja laitteiden suunnittelun lähtökohtana käytetään vähintään 60 vuoden käyttöikää. Muiden rakenteiden ja laitteiden osalta lähtökohtana on vähintään 30 vuoden käyttöikä. Uusimalla tarvittaessa viimeksi mainittuja rakenteita ja laitteita on mahdollista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

Verrattuna uusimpiin Euroopassa käytössä oleviin laitoksiin on OL3:n reaktoriteho noin prosentin verran suurempi ja sähköteho puolestaan noin 10 prosenttia suurempi. Suunnittelussa on jo alusta lähtien otettu huomioon vakavien reaktorivaurioiden ja mahdollisen reaktorisydämen sulamisen hallinta sekä suuren lentokoneen törmäys. Lisäksi erona aikaisempiin laitoksiin on digitaalisen ohjauksen ja automaatiojärjestelmän varmennus analogisesti.

OL3 tuotantokäyttöön 2009

OL3-yksikkö toimitetaan avaimet käteen -periaatteella eli laitostoimittajakonsortio vastaa reaktori- ja turpiinilaitoksen lisäksi myös rakennustöistä. TVO:n osuutena on ollut aluetyöt ja infrastruktuurin laajennus. Aluetöihin on kuulunut esimerkiksi puiden kaataminen, maansiirtotyöt, louhintatyöt, teiden rakentaminen, työmaan sähköistämisen ja jäähdytysvesitunnelin rakentaminen. AREVA NP-Siemens -konsortion vastuulla olevat varsinaiset rakennustyöt käynnistyivät vuoden 2005 alku-puolella sen jälkeen, kun valtioneuvosto myönsi laitokselle rakentamisluvan ja TVO:n aluetyöt saatiin päätökseen.

Aikataulun mukaan TVO jättää valtioneuvostolle OL3:n käyttö lupahakemuksen vuonna 2007. Koekäytön on suunniteltu alkavan vuonna 2008 ja tuotantokäytön vuonna 2009. Hankkeen kokonaiskustannusarvio on vuoden 2003 rahassa noin 3 miljardia euroa ja se on siten Suomen tähänastisen teollisuushistorian suurin yksittäinen investointi.

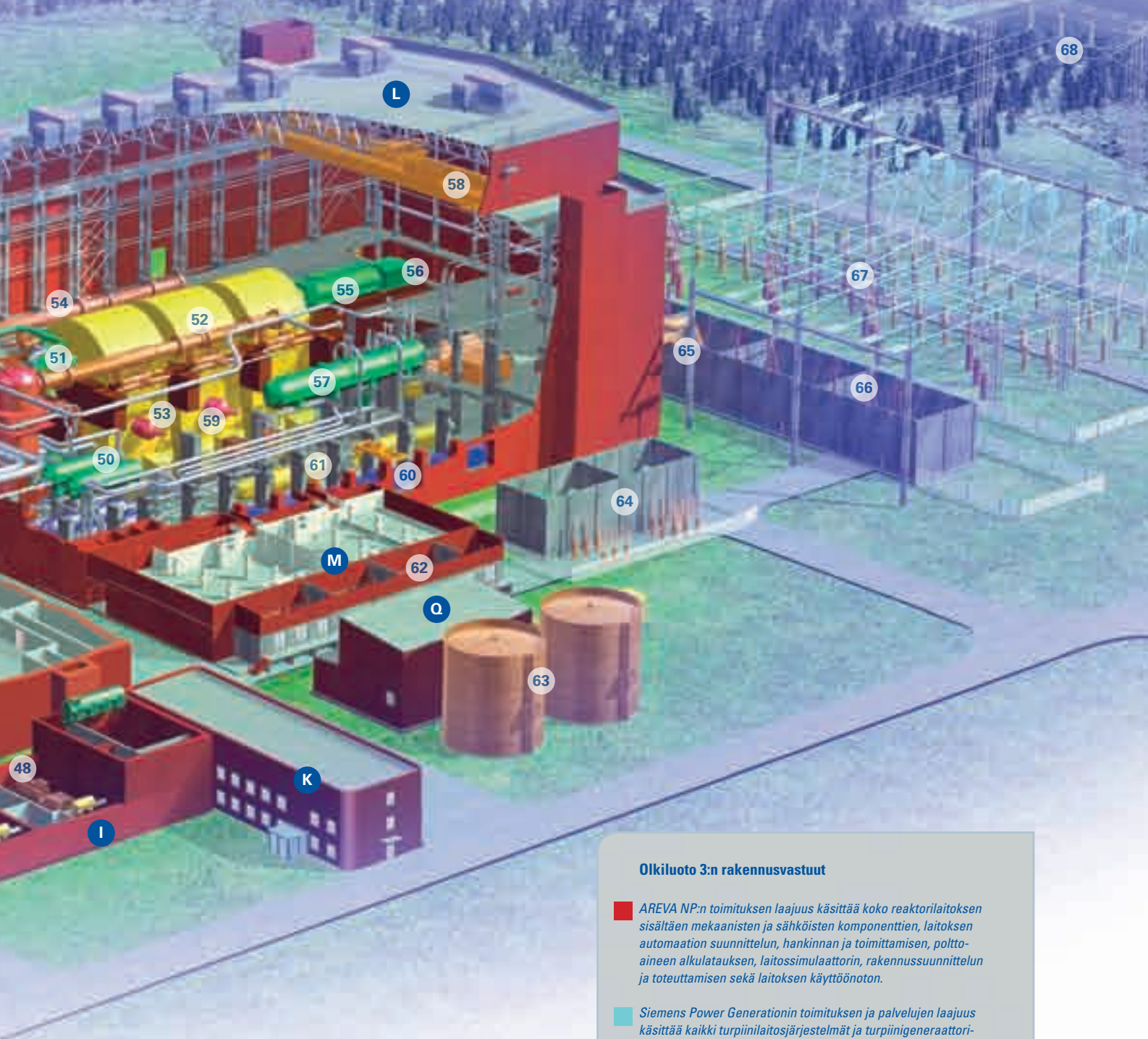


- A** Reaktorirakennus
 1 Sisempi ja ulompi suojakuori
 2 Reaktorirakennuksen päänosturi
 3 Suojarakennuksen jäähdytysjärjestelmä: ruiskutuslaitteet
 4 Materiaaliluukku (isot laitteet)
 5 Polttoaineen siirtokone
 6 Höyrystin
 7 Päähöyrylinjat
 8 Pääsyöttövesilinjat
 9 Reaktorin säätösauvakoneisto
 10 Reaktoripaineastia
 11 Primääripiirin pääkiertopumppu
 12 Primääripiirin jäähdyteputkisto
 13 Primääripiirin tilavuuden säätöjärjestelmän lämmönvaihtimet
 14 Sydänsulan leviämisaalue
 15 Häätäjäjäähdytysvesiallas
 16 Reaktorin jälkilämmön poistojärjestelmä, lämmönvaihdin

- 17 Reaktorin häätäjäjäähdytysjärjestelmän paineakku
 18 Primääripiirin paineistin
 19 Päähöyryventtiilit
 20 Syöttövesiventtiilit
 21 Päähöyryjärjestelmän varo- ja paineenalennusventtiileiden ulosvirtauksen äänenvaimennin
B Turvallisuusjärjestelmäarakennus, lohko 1
C Turvallisuusjärjestelmäarakennus, lohko 2
 22 Päävalvomo
 23 Tietokonehuone
 24 Hätäsyöttövesisäiliö
D Turvallisuusjärjestelmäarakennus, lohko 3
 25 Hätäsyöttövesipumppu
 26 Keskipaineinen häätäjäjäähdytyspumppu

- E** Turvallisuusjärjestelmäarakennus, lohko 4
 27 Sähkötila
 28 Automaatiotila
 29 Akkuhuoneet
 30 Hätäsyöttövesisäiliö
 31 Komponenttien välijäähdytyspiirin lämmönvaihdin
 32 Matalapaineinen häätäjäjäähdytyspumppu
 33 Varmennettu merivesipiiri
 - Suojarakennuksen jäähdytysjärjestelmän pumppu
 34 Suojarakennuksen jäähdytysjärjestelmän lämmönvaihdin
F Polttoainerakennus
 35 Polttoainerakennuksen nosturi
 36 Käytetty polttoaineen siirtokone
 37 Polttoainealtaat
 38 Polttoaineen siirtoputki

- 39 Polttoainealtaan jäähdytys - Polttoainealtaan jäähdytysvesipumppu
G Reaktorilaitoksen apurakennus - Primääripiirin tilavuudensäätöjärjestelmän pumppu
 40 Booritankki
 41 Poistokaasujen viivästysäiliö
 42 Primääripiirin jäähdytysveden varastosäiliö
 43 Ilmastointipiippu
H Jätteenkäsittelyrakennus
 44 Jäteveden keräyssäiliö
 45 Valvontasäiliöt
 48 Konsentroitinsäiliöt
 47 Jätetyynyriparasto
I Dieselrakennus
 48 Varavoimadieselit
J Sisäänkulkurakennus
K Toimistorakennus



Olkiluoto 3:n rakennusvastaat

AREVA NP:n toimituksen laajuus käsittää koko reaktorilaitoksen sisältäen mekaanisten ja sähköisten komponenttien, laitoksen automaation suunnittelun, hankinnan ja toimittamisen, polttoaineen alkulatauksen, laitossimulaattorin, rakennussuunnittelun ja toteuttamisen sekä laitoksen käyttöönoton.

Siemens Power Generationin toimituksen ja palvelujen laajuus käsittää kaikki turpiinilaitosjärjestelmät ja turpiinigeneraattorilaitteistot. Siihen kuuluvat sähköisten ja mekaanisten komponenttien suunnittelu, hankinta ja toimittaminen, turpiinautomaatiojärjestelmät sekä laitoksen rakennussuunnittelu, toteutus ja käyttöönotto.

TVO on tilaajana vastuussa luvitusprosessista Säteilyturvakeskuk- sen myöntäessä tarvittavat luvat. TVO vastaa myös laitospaikan infrastruktuurista ja louhinnasta, kantaverkkoyhteyksistä ja eräistä apurakennuksista.

- L** Turpiinirakennus
- 49 Kosteudenerotin/Väilitulistin
- 50 Syöttöveden korkeapaine-esilämmittimet
- 51 Korkeapaineturpiini
- 52 Matalapaineturpiini
- 53 Lauhduttimet
- 54 Tulistetun höyryn ylivirtausputket
- 55 Generaattori
- 56 Magnetoitinkone
- 57 Syöttövesisäiliö
- 58 Turpiinirakennuksen päänosturi
- 59 Syöttöveden matalapaine-esilämmittin
- 60 Syöttövesipumput
- 61 Syöttöveden matalapaine-esilämmittin
- M** Kytkinlaitos
- 62 Muuntajat
- N** Merivesipumppaamo

- O** Varmennetun merivesijärjestelmän pumppaamo
- P** Suponestojärjestelmän pumput
- Q** Apuhöyrykattilarakennus
- 63 Täyssuolanpoistetun veden varastointisäiliöt
- 64 Varasyöttömuuntajat
- 65 Generaattorin muuntajat
- 66 Apuvarasyöttömuuntajat
- 67 Kytkincenttä
- 68 Korkeajännittelinjat

Tietokonegrafiikka:
Images & Process



*Pohjalaatan raudoitusyötä
heinäkuussa 2005.*



Reaktorirakennus on sijoitettu rakennusten keskelle

Suojarakennus on ympäröity turvallisuusjärjestelmä- ja polttoainerakennuksilla. Kaikki turvallisuuden vaikuttavat järjestelmät on suunniteltu neliredundanttisiksi ja sijoitettu fyysisesti täysin eristettyihin osastoihin. Jokaiseen osastoon on sijoitettu: jälkilämmönpoistojärjestelmä jäähdytysjärjestelmään, matala- ja keskipaineinen ruiskutusjärjestelmä sekä hätäsyöttövesijärjestelmä. Näihin liittyvät sähkö-, instrumentointi- ja säätöjärjestelmät ovat samojen osastojen ylemmillä tasoilla. Sisempi suojarakennus on esijännitetty betonisylinteri, jossa on elliptinen yläpäätty. Se on sijoitettu raudoitettulle betoniperustalle. Sisempi suojarakennus on varustettu teräksisellä suojuvuorauksella. Ulompi suojarakennus on raudoitettu betonisylinteri, ja se on samalla laadalla kuin sisempi suojarakennus ja suojaa ulkoisia vaikutuksia vastaan.

Koska vakavien onnettomuuksien hallintatavoite asettaa erityisvaatimuksia suojarakennuksen tiivyydelle, tarvitaan vuotojen eristys-, keräily- ja säätöjärjestelmät. Sisemmän suojarakennuksen mahdolliset vuodot kerätään, suodatetaan ja lasketaan ulos välitilan ilmanpoistojärjestelmällä. Henkilökunnan kulun ja tavarankuljetusten yhteydessä tapahtuvat vuodot on estetty pysyvästi suljetuilla suluilla, joiden molemmissa päissä on kaksinkertaiset tiivisteet.

Reaktorirakennus, polttoainerakennus ja turvallisuusjärjestelmä-rakennukset on suojattu ulkoisilta vaikutuksilta kuten maanjäristyksiltä ja räjähdysten aiheuttamilta paineaalloilta. Kaikki nämä rakennukset on sijoitettu yhteiselle pohjallaatalle.



Kaksi turvallisuusjärjestelmä-rakennusta, polttoainerakennus ja reaktorirakennus on suojattu lentokoneen törmäystä vastaan. Käytetyn polttoaineen allas sijaitsee suojarakennuksen ulkopuolella. Näin kuljetussäiliö voidaan kuormata ulkopuolella ja suojarakennuksen halkaisija voidaan tehdä pieneksi. Polttoaine-elementit siirretään sulun kautta suojarakennukseen ja takaisin.

OL3 rakenteiden ja rakennusten yleisjärjestelyt

Uusi voimalaitosyksikkö rakennetaan nykyisten yksiköiden länsipuolella sijaitsevalle, noin 19 hehtaarin laajuiselle alueelle. Voimalaitosyksikkö käsittää reaktorirakennuksen ja turpiinirakennuksen sekä joukon tuki- ja apurakennuksia. OL3:n tarkka paikka valittiin maaperätutkimusten perusteella. Uuden yksikön rakennukset perustetaan tukevalle suomalaiselle peruskalliolle.

OL3:n rakennukset voidaan karkeasti jakaa kolmeen rakennuskompleksiin: reaktorilaitokseen, turpiinilaitokseen ja muihin rakennuksiin ja rakenteisiin.

Reaktorilaitoksen rakennukset ja merivesijärjestelmät ovat ydinturvallisuuden kannalta merkittäviä ja kuuluvat pääosin luokkiin 2 ja 3. OL3:n suunnittelussa on otettu huomioon myös mahdollinen maanjäristys sekä ison matkustajalentokoneen ja hävittäjä-lentokoneen törmäys.

Reaktorirakennuksen ulkohalkaisija on noin 57 m, nettotilavuus noin 80 000 m³ ja kokonaiskorkeus maanalaistilat mukaan luettuna on noin 70 m. Rakennuksen poistoilmapiippu kohoaa noin 100 m:n korkeuteen maanpinnasta.

*Ensimmäinen laivakuljetus
Olkiluoto 3 -työmaalle saapui
heinäkuun puolivälissä 2005
tuoden suojarakennuksen
teräksisen sisävuorauksen
alimmaisen osan.*



Rinnakkaiset järjestelmät

Laitosyksikön turvallisuusjärjestelmät sijaitsevat neljässä erillisessä turvajärjestelmä-rakennuksessa. Näistä rakennukset 2 ja 3 ovat reaktorirakennuksen ja turpiinirakennuksen välissä ja rakennukset 1 ja 4 on sijoitettu reaktorirakennuksen vastakkaisille sivuille. Turpiinirakennuksen kanssa vastakkaisella puolella reaktorirakennusta sijaitsee käytetyn polttoaineen säilytysaltaat sisältävä polttoainerakennus. Heti polttoainerakennuksen vieressä ovat reaktorin apurakennus ja jäterakennus. Näiden päärakennusten lisäksi laitosalueelle sijoittuvat erilliset dieselrakennukset, merivesijärjestelmien pääosin maanalaiset rakennukset ja joukko pienempiä tukirakennuksia.

Turvallisuusjärjestelmä-rakennusten pituus on noin 30 m, leveys 20 m ja korkeus vajaa 30 m. Polttoainerakennuksen pituus on noin 50 m, leveys noin 20 m ja korkeus hiukan yli 40 m.

Reaktorirakennukseen liittyvän turpiinirakennuksen pituus on lähes 100 metriä, leveys lähes 60 m ja korkeus maanalaiset tilat mukaan luettuna hiukan yli 40 m. Rakennuksen tilavuus on noin 250 000 m³.

Laitosyksiköllä on ulkoisten sähköyhteyksien menetyksen varalta neljä turvallisuusjärjestelmiä syöttävää onnettomuustilannedieseliä sekä kaksi riippumatonta dieseliä vakavia onnettomuuksia varten. Apujärjestelmien merivesipumppaamot on kytketty diesel- ja turvallisuusjärjestelmä-rakennuksiin sekä meriveden suodatinrakennukseen tunnelien välityksellä.

Yksikkö ottaa turpiinin lauhduttimen jäähdytysvedet OL1:n ja OL2:n tapaan samasta lahdesta ja purkaa samaan lahteen kuin OL1 ja OL2. Jäähdytysvesitunnelit merestä meriveden suodatusrakenteen sisältävään rakennukseen

ja aaltoilultaasta takaisin mereen ovat kalliotunnelit OL1:n ja OL2:n tapaan. Lisäksi suodatusrakennuksen ja apuvesipumppaamojen välissä on omat tunnelit, samoin pohjoispuolen apuvesipumppaamoiden ja länsipuolen dieselrakennusten välillä on kalliotunnelit, joissa merivesi kulkee putkissa. Muut tunnelit tullaan rakentamaan teräsbetonirakenteisina. Tunnelien suuri lukumäärä verrattuna moniin muihin laitoksiin johtuu neljän turvallisuusjärjestelmän täydellisestä erottelusta.

Rakennusten kokonaistilavuus on noin miljoona kuutiometriä. Julkisivu tulee olemaan pääasiassa pinnoitettua teräsohutelvyä.

Suojarakennus

OL3-yksikkö on varustettu paineenkestävällä suojarakennuksella, joka säilyy ehjänä mm. pääkiertopiirin tai höyryputken murtuman aiheuttamasta onnettomuustilanteesta. Suojarakennus on suunniteltu eristymään automaattisesti onnettomuustilanteessa. Suojarakennuksen vuotoja valvotaan ja sisemmän suojarakennuksen vuodot välitilaan johdetaan suodatettuina ilmastointipiippuun.

Ilmastointipiippu on noin 100 m korkea OL1:n ja OL2:n tapaan. Reaktorirakennus on noin 70 m korkea sylinterimäinen rakennus, jonka katto on puolipallomainen. Reaktorirakennuksen ulkoseinän ja suojarakennuksen muoto on valittu lujuusteknisin ja rakennusaikataulullisin perustein. Reaktorirakennuksen ulkoseinä toteutetaan betoniteräsrakenteisena. Sisempi suojarakennus on jännitetty teräsbetonirakenne, joka mitoitetaan kestäväksi sisäpuolelta tulevat rasitukset, kuten mahdollisista putkikatkoista aiheutuvat paine- ja lämpötilakuormat.



Reaktorisydämen sulamiseen on varauduttu

Suojarakennuksen suunnittelun perusteena on ollut myös ns. vakava reaktorionnettomuus. Erittäin epätodennäköisessä vakavassa reaktorionnettomuudessa reaktorisydämen oletetaan sulavan kaikkien turvallisuusjärjestelmien toiminnan epäonnistuessa. Monissa vanhemmissa ydinvoimalaitoksissa sydämen sulamiseen ei ole alusta alkaen varauduttu, koska sitä pidetään hyvin epätodennäköisenä.

OL3-laitosyksikön suunnittelussa on varauduttu siihen, että sydän sulaa ja puhkaisee paineastian pohjan. Sydänsula ohjataan erilliseen suojattuun kanavaan, josta se valuu reaktorirakennuksen ala-osassa olevalle 170 m²:n leviämisalueelle. Leviämisaluetta on mahdollista jäähdyttää passiivisesti purkautuvalla hätäjäähdytysväliön vedellä. Hätäjäähdytysveden säiliön sijoitus reaktorirakennuksen sisäpuolelle mahdollistaa passiivisen jäähdytyksen käynnistyksen. Säiliön vettä ja suojarakennuksen rakenteita voidaan edelleen jäähdyttää erillisellä varmennetulla jäähdytysjärjestelmällä.

Suojarakennuksen tiiveys on varmistettu asentamalla suojarakennuksen sisäpintaan teräksinen tiiveyslevy. Kulku suojarakennukseen tapahtuu henkilösulkujen kautta maanpinnan tasolta tai noin 19 metrin korkeudessa olevalta hoitotasolta. Hoitotasolla sijaitsee myös iso materiaaliluukku, josta rakennusaikana tuodaan kaikki komponentit ja laitteet suojarakennuksen sisään. Suojarakennuksen hoitotason yläpuolella on 750 tonnin Polar-nosturi, jolla voidaan nostaa reaktoripaineastia ja neljä höyrystintä yksitellen paikalleen.

Reaktorirakennusta ympäröi polttoainerakennus ja neljä turvallisuusrakennusta

Valvomo sijaitsee yhdessä turvallisuusjärjestelmä-rakennuksista. Turvallisuusjärjestelmä-rakennusten 2 ja 3 kyljessä on kulunvalvontarakennus, jossa sijaitsevat pukutilat. Rakennuksessa on suojavarusteiden vaihtoon suunniteltu kulkupaikka, joka on valvonta-alueen raja. Kulunvalvontarakennuksesta on kulkusilta toimistorakennukseen, jossa on vuosihuollon aikana myös valvonta-alueen toimistotiloja.

Apujärjestelmä-rakennus sijaitsee turvallisuusjärjestelmä-rakennuksen 4 ja polttoainerakennuksen kyljessä. Polttoainerakennuksessa on tuoreen ja käytetyn polttoaineen varastojen lisäksi myös korjaamo-tiloja. Aktiivisten komponenttien korjaamo-tilat on sijoitettu suojarakennuksen materiaaliluukun läheisyyteen. Jäterakennus, jossa käsitellään matala- ja keskiaktiivisia jätteitä, sijaitsee apurakennuksen vieressä. Käsitteilyn jälkeen jätteet viedään kaikkien kolmen Olkiluodon yksikön yhteiseen keski- ja matala-aktiivisen voimalaitos-jätteen loppusijoitustilaan, VLJ-luolaan.

Turpiinirakennuksen kyljessä ovat meriveden suodatus- ja kytkinlaitosrakennus. Muuntajat sijaitsevat turpiinin pohjoispuolella. Turpiini muodostuu korkeapaineturpiinista ja kolmesta matalapaineturpiinista sekä näiden perässä olevasta generaattorista ja magnetoimiskoneesta. Koko turpiini sijaitsee massiivisen turpiinipöydän päällä.

Turvallisuusjärjestelmät

Turvallisuusjärjestelmä koostuu neljästä rinnakkaisesta alajärjestelmästä, joista jokainen pystyy itsenäisesti suorittamaan vaaditun turvallisuustoiminnon.

Jokainen alajärjestelmä on sijoitettu omaan rakennukseensa reaktorirakennuksen eri puolille yhtäaikaisen vaurioitumisen estämiseksi.



Ydinturvallisuus

Reaktoriturvallisuus edellyttää kolmen tekijän toimintaa kaikissa olosuhteissa:

1. Ketjureaktion ja sen tuottaman tehon hallinta.
2. Polttoaineen jäähtytys myös ketjureaktion sammumisen jälkeen eli jälkilämmön poisto.
3. Radioaktiivisten aineiden eristäminen ympäristöstä.

Turvallisuuden perustana ovat kolme radioaktiivisten aineiden vapautumisestettä ja syvyysuuntainen turvallisuusajattelu.

Kolme vapautumisestettä

Kolmen vapautumisesteen periaate tarkoittaa sitä, että radioaktiivisten aineiden ja ympäristön välillä on sarja vahvoja ja tiiviitä fyysisiä esteitä, jotka estävät niiden pääsyn ympäristöön kaikissa olosuhteissa.

Ensimmäinen este: uraanipolttoaine, jonka sisälle radioaktiiviset aineet muodostuvat, on suljettu metalliseen polttoainesauvan suojakuoreen.

Toinen este: paksusta metallista rakennettu reaktoripaineastia, jonka sisällä on reaktorisydän ja uraanipolttoaine suojakuorineen.

Kolmas este: primääripiiri on kokonaan paksuseinäisen betonirakenteisen suojarakennuksen sisällä, joka on kaasutiivis (OL3:n suojarakennuksessa on kaksi betoniseinämää, jotka on rakennettu paksun pohjalaatan päälle; sisempi suojarakennus on varustettu tiiviillä metallivuorauksella).

Yhdenkin vapautumisesteen tiiveys riittää varmistamaan, ettei radioaktiivisia aineita pääse ympäristöön.

OL3:n turvallisuuspiirteet

OL3 edustaa niin sanottua evoluutiotekniikkaa, joka on kehitetty uusimpien saksalaisten Konvoi-laitosten ja ranskalaisten N4-laitosten pohjalta. Kehittämisessä on otettu huomioon näiden laitosten käyttökokemukset eikä koettelematonta tekniikkaa ole käytetty. Kehittämisen pääpaino on ollut turvallisuusjärjestelmissä sekä vakavien reaktorionnettomuuksien estämisessä ja hypoteettisen onnettomuuden aiheuttamien vahinkojen minimoinnissa.

Syvyysuuntaista turvallisuusajattelua on vahvistettu. Järjestelmiä häiriötilanteiden estämiseksi on parannettu, jotta sydämensulamisonnettomuuden todennäköisyyttä on saatu edelleen alennetuksi.

1. este



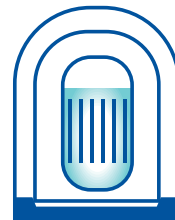
Keraaminen polttoaine kaasutiiviissä polttoainesauvassa

2. este

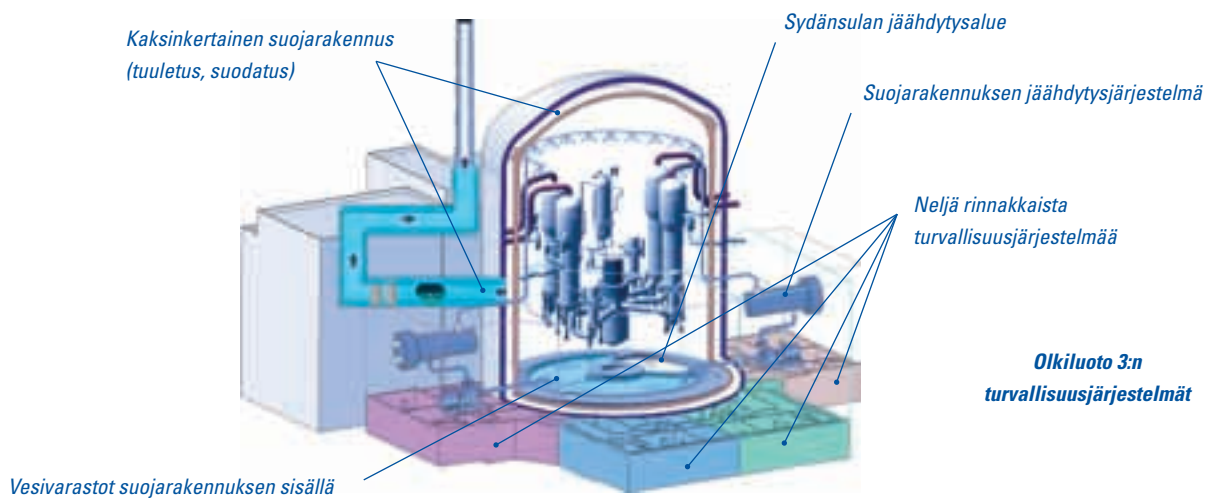
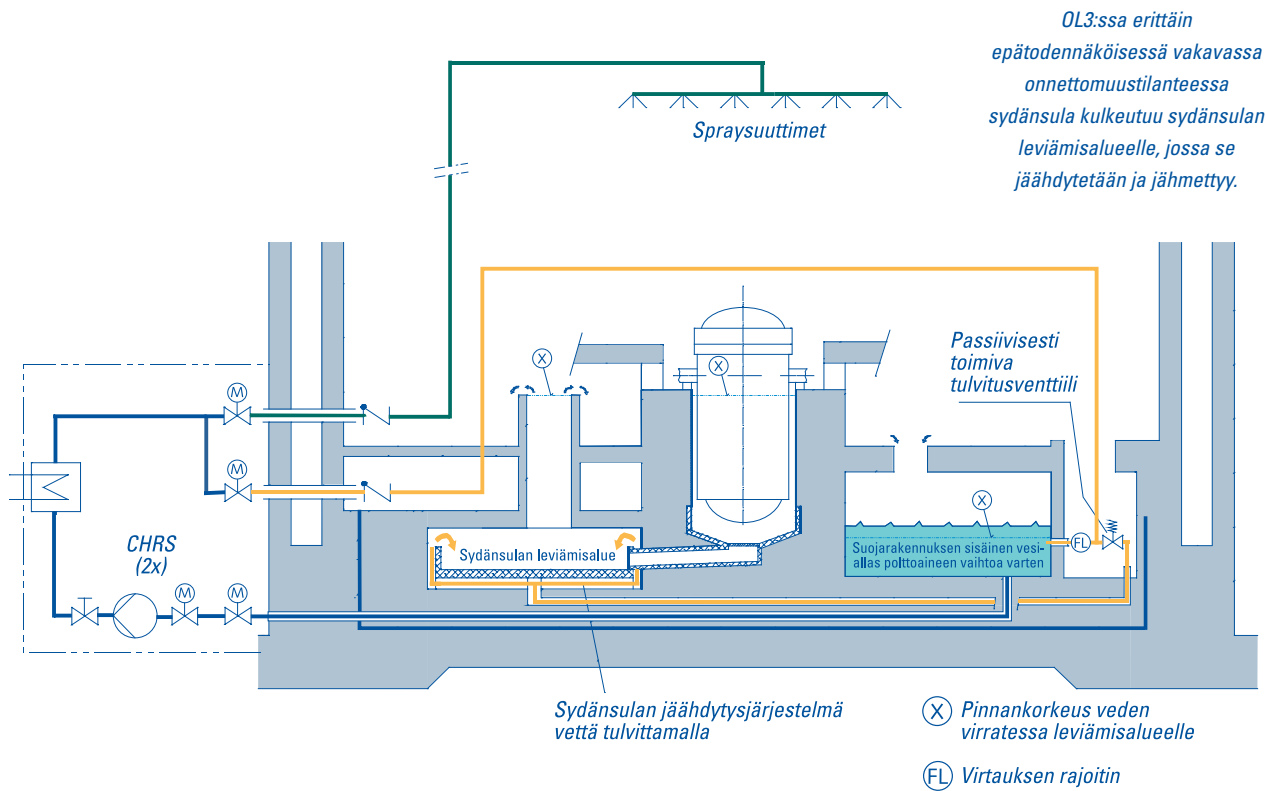


Reaktoripaineastia

3. este



Kaksiseinäinen kaasutiivis reaktorin suojarakennus



Vakavien reaktorionnettomuuksien varalta on noudatettu kaksivaiheista turvallisuusajattelua.

Onnettomuuden todennäköisyyttä on vähennetty edelleen vahvistamalla häiriötilanteiden varalle rakennettuja järjestelmiä. Lisäksi OL3:een on suunniteltu järjestelmät, joilla rajoitetaan merkittävästi vakavan onnettomuuden seurauksia.

Turvallisuusjärjestelmien suunnitteluperusteita

Turvallisuusjärjestelmien suunnitteluperusteena ovat nelinkertaiset järjestelmät koneiden, laitteiden ja sähköjärjestelmien osalta sekä ohjaus- ja säätöjärjestelmissä. Tämä tarkoittaa, että järjestelmät koostuvat neljästä rinnakkaisesta osajärjestelmästä, joista jokainen pystyy itsenäisesti suorittamaan tarvittavan turvallisuustoiminnon. Neljä rinnakkaista järjestelmää on fyysisesti erotettu toisistaan ja sijoitettu eri puolille reaktorirakennusta omiin erillisiin tiloihinsa.

Jokainen osajärjestelmä sisältää booripitoisen veden syöttöjärjestelmän reaktorin paineastiaan jäähdytteenmenetysonnettomuuden varalta, matalapaineisen ruiskutusjärjestelmän ja sen jäähdytyspiirin yhdessä keskipaineisen ruiskutusjärjestelmän kanssa, höyrystimen hätäsyöttövesijärjestelmän sekä näiden järjestelmien sähkölaitteet sekä ohjaus- ja säätöjärjestelmät.

OL3 täyttää Suomen tiukat viranomaismääräykset

Sellaiset onnettomuustilanteet on käytännöllisesti katsoen eliminoitu, joihin liittyy radioaktiivisten aineiden kontrolloimaton vapautuminen. Uusien järjestelmien ansiosta hypoteettisen sydämen-sulamisonnettomuudenkaan sattuessa ei tarvita evakuoiteja laitosaluetta lukuun ottamatta. Suojautumistarve on vähäinen. Alueiden tai elintarvikkeiden pitkäaikaisiin käyttörajoituksiin ei ole tarvetta.

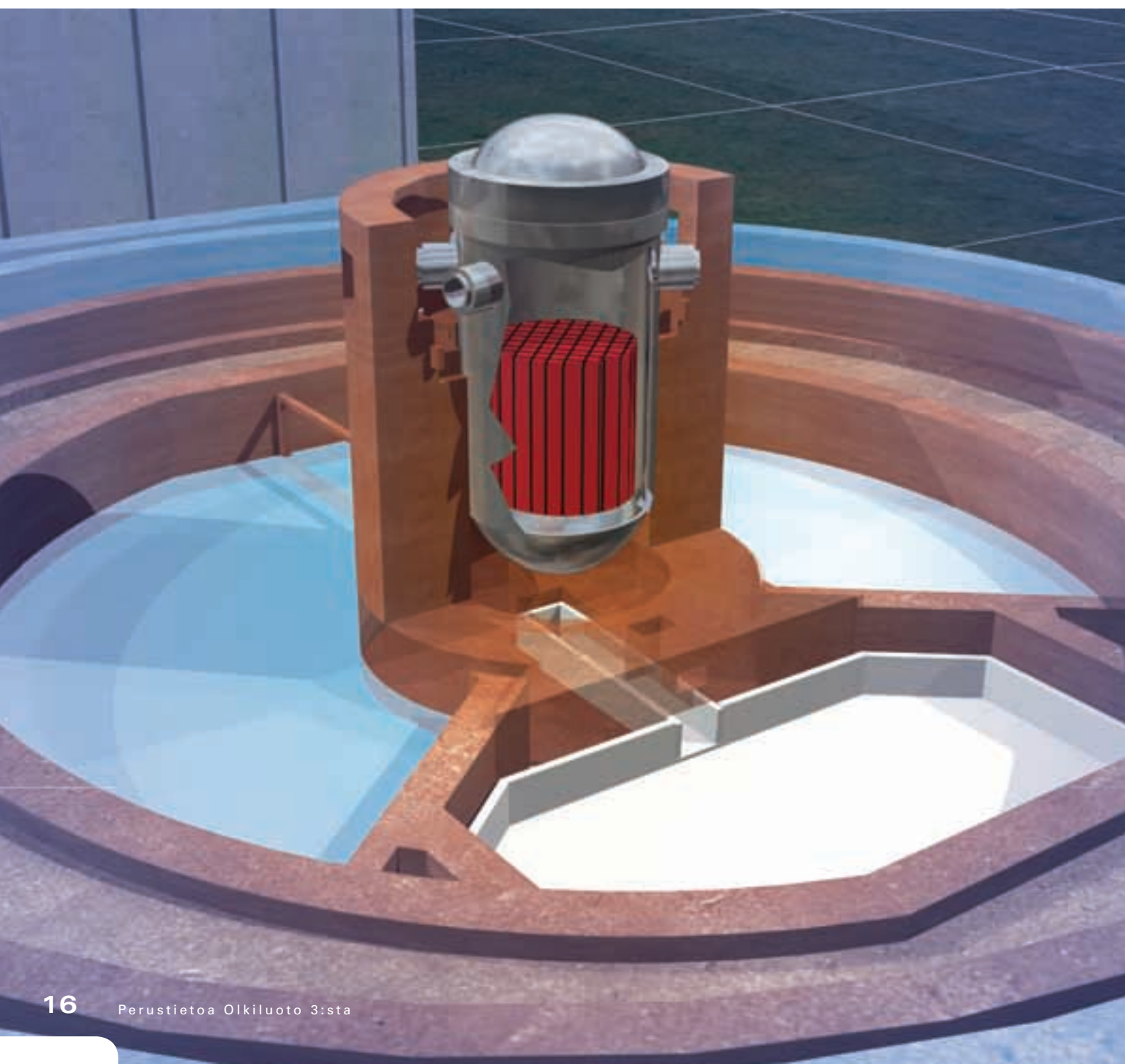
Hätäjäähdytys- ja jälkilämmönpoistojärjestelmä

Hätäjäähdytysjärjestelmä koostuu matala- ja keskipaineisesta hätäjäähdytysjärjestelmästä, hätäjäähdytysakuista ja suojarakennuksen sisällä olevasta polttoaineen vaihtoaltaasta. Järjestelmä toimii normaalikäytön aikana jälkilämmön poistojärjestelmänä sen jälkeen, kun alasajon yhteydessä höyrystimien lämmönsiirto ei enää riitä jäähdytykseen.

Järjestelmässä on neljä erillistä alajärjestelmää, joista jokainen pystyy itsenäisesti syöttämään vettä reaktoripiiriin akuista sekä keski- ja matalapaineisten hätäjäähdytyspumppujen avulla. Kukin neljästä hätäjäähdytysjärjestelmästä on sijoitettu erillisiin turvallisuusjärjestelmäarakennuksiin.

Alajärjestelmät syöttävät hätäjäähdytysvettä yhteen neljästä primääripiirin haarasta, kukin eri haaraan. Järjestelmä on yksinkertainen ja takaa riittävän jäähdytyskapasiteetin kaikissa jäähdytteenmenetystilanteissa.

Mahdollisen sydämensulamisonnettomuuden yhteydessä reaktorin paineastiasta valunut sydänsula on ohjattu leviämään passiivisesti sydänsieppariin reaktorirakennuksen pohjalle, jota jäähdytetään.



Automatisointia lisätty, tilavuuksia kasvatettu

Lyhyellä aikavälillä tarvittavat reaktorin suojaus- ja turvallisuustoiminnot häiriö- ja onnettomuustilanteissa on automatisoitu. Operaattorin toimintaa valvomosta käsin ei tarvita 30 minuutin aikana tapahtumasta eikä korjaavia toimenpiteitä laitossyksikön sisällä paikallisesti yhden tunnin aikana tapahtumasta.

Reaktorin suurimpien komponenttien kuten paineastian, höyrystimien ja paineastimen tilavuuksia on aikaisempiin laitoksiin verrattuna kasvatettu, mikä hidastaa reaktorin käyttäytymistä ja antaa operaattoreille mahdollisessa onnettomuustilanteessa enemmän aikaa korjaavien toimenpiteiden käynnistämiseen.

Vakavien reaktorionnettomuuksien seurausten rajoittaminen

Vaikka sydämensulamisonnettomuus onkin erittäin epätodennäköinen, OL3 -laitossyksiköllä sen seuraukset olisivat laitosalueen ulkopuolella vähäiset sekä ajallisesti että alueellisesti.

OL3:n suunnitteluperusteissa on otettu huomioon vakavien reaktorionnettomuuksien seurausten rajoittaminen. Sellaiset tilanteet, joissa merkittävä määrä radioaktiivisia aineita vapautuisi ympäristöön, on käytännöllisesti katsoen eliminoitu. Tällaisia ovat sydämen sulaminen korkeassa paineessa, suuri höyrörajähdys, suojarakennuksen sisäinen vetyräjähdys ja ohivirtaus suojarakennuksesta.

Reaktorin suojarakennuksen tiiveys on varmistettu jopa siinä tapauksessa, että reaktorisydän sulaa ja valuu paineastian pohjan läpi alhaisessa paineessa. Tämä on aikaansaatu sydänsulan etenemistä hidastavilla rakenteilla ja passiivisella sydänsulan jäähdytysjärjestelmällä, joka jähmettää sulan suojarakennuksen sisälle.

Tilanteet, joissa ympäristöön voisi vapautua merkittäviä määriä radioaktiivisia aineita, on käytännöllisesti katsoen eliminoitu.

Sydänsulan keräytymis- ja leviämisalue muodostaa sydänsiepparin, joka on kiinteä betonilla päällystetty metallirakenne. Sen tarkoituksena on suojata reaktorirakennuksen pohjaa lisävaurioilta. Leviämisalueen alapuolella on jäähdytyskanavia, joissa virtaa vesi. Leviämisalueen suuri pinta-ala (170 m²) varmistaa sydänsulan jäähtymisen.

Sydänsulan siirtyminen reaktorikuilusta leviämisalueelle käynnistyy passiivisella järjestelyllä: kuuma sydänsula sulattaa puhki purkautumiskanavan suulla olevan terästulpan.

Sydänsulan kulkeutuessa leviämisalueelle sen yläpuolinen jäähdytys käynnistyy jousikuormitteisten venttiilien avulla. Jäähdytys tapahtuu edelleen passiivisesti vedenvaluessa painovoimaisesti sydänsulan päälle reaktorin suojarakennuksen sisällä olevasta säiliöstä.

Jäähdytys on riittävän tehokas, jotta sydänsula stabiloituu muutamassa tunnissa ja jähmettyy muutamassa päivässä.



OL3:n päävalvomo on ergonomisesti suunniteltu. Valvomossa on neljä erillistä työpistettä reaktori- ja turpiinoperaattoreita, vuoropäällikköä ja erillisjärjestelmiä varten, sekä suuret näytöt laitoksen yleiskuvan esittämiseksi.

OL3 tekniset tiedot

Yleistä

Reaktorin lämpöteho	4 300 MWth
Sähköteho, brutto	1 720 MW
Sähköteho, netto	1 600 MW
Hyötysuhde	n. 37 %
Pääkiertovirtaus	22 250 kg/s
Reaktorin paine	15,5 MPa
Reaktorin lämpötila	312 °C
Syöttöveden lämpötila	296 °C
Vuotuinen sähköntuotanto	n. 13 TWh
Käyttöikä	n. 60 v.
Rakennustilavuus	950 000 m ³
Suojarakennuksen tilavuus	80 000 m ³
Suojarakennuksen suunnittelupaine	5,3 bar

Reaktorisydän, polttoaine ja säätöelementit

Polttoaineniippujen määrä	241 kpl
Reaktorisydämen korkeus	4,2 m
Reaktorisydämen halkaisija	3,77 m
Uraanin määrä reaktorissa	n. 128 tU
Polttoaineen rikastusaste, alkulataus	1,9 – 3,3 % U-235
Polttoaineen rikastusaste, vaihtolataukset	1,9 – 4,9 % U-235
Polttoaineen kulutus vuodessa	n. 32 tU
Vuotuinen polttoainekulutus nippuina	n. 60 nippua
Polttoaine	uraanidioksidi UO ₂
Nipputyyppi	17x17 HTP
Polttoainesauvoja nipussa	265 kpl
Polttoaineniipun pituus	4,8 m
Polttoaineniipun paino	735 kg
Säätöelementtien lukumäärä	89

Reaktoripaineastia

Sisähalkaisija	4,9 m
Sisäkorkeus	12,3 m
Seinämän paksuus	250 mm
Suunnittelupaine	154 bar
Suunnittelulämpötila	351 °C
Paineastian paino	405 t

Turpiinilaitos

Turpiinigeneraattoriyksikkö	1
Nimellisteho	n. 1 600 MW
Höyryn paine turpiinilla	7,55 MPa
Höyryn lämpötila	290 °C
Höyryn virtaus	2 443 kg/s
Kierrosluku	1 500/min
Viimeinen siipivyöhyke - siiven pituus	1 830 mm

Generaattori

Nimellisteho	1 992 MWeI
Nimellisjännite	27 kV + 5 %
Taajuus	50 Hertz
Kierrosnopeus	1 500 rpm
Jäähdytys, roottori/staattori	vesi



Teollisuuden Voima Oy
27160 Olkiluoto, Finland
Puhelin (02) 83 811
Faksi (02) 8381 2109
www.tvo.fi

Teollisuuden Voima Oy
Töölönkatu 4
00100 Helsinki, Finland
Puhelin (09) 61 801
Faksi (09) 6180 2570

Teollisuuden Voima Oy
Scotland House
Rond-Point Schuman 6
1040 Brussels, Belgium
Puhelin +32 2 282 8470
Faksi +32 2 282 8471

Tytärtytiöt:

Posiva Oy
27160 Olkiluoto, Finland
Puhelin (02) 837 231
Faksi (02) 8372 3709
www.posiva.fi

TVO Nuclear Services Oy
27160 Olkiluoto, Finland
Puhelin (02) 83 811
Faksi (02) 8381 2809
www.tvons.fi