


TVO



# Ydinsähköä Olkiluodosta



Julkaisija: Teollisuuden Voima Oyj  
Kotipaikka: Helsinki, Y-tunnus 0196656-0  
Graafinen suunnittelu: Mainostoimisto RED  
Valokuvat: TVO, Hannu Huovila  
Painopaikka: Eura Print Oy, Eura  
Paperi: Stora Enso

# 04

SUOMI TARVITSEE  
ILMASTOYSTÄVÄLLISTÄ  
SÄHKÖÄ

# 06

LUONNOSTA  
REAKTORIIN  
POLTTOAINEEKSI

# 8

FISSIONEAKTIOLLA  
SÄHKÖÄ

- 10 Ydinvoimalaitoksen toiminta
- 12 Ydinjätteen vastuullinen käsittely
- 13 Käytetyn polttoaineen loppusijoitus
- 14 Turvallisuutta kaikissa olosuhteissa
- 15 Onnettomuuksiin varautuminen

# 16

SÄTEILY ON  
LUONNOLLINEN ASIA

- 18 Säteilysin liittyviä yksiköitä
- 19 Säteilyturvallisuus

# 20

TVO – YDINVOIMA-ALAN  
EDELLÄKÄVIJÄ

- 22 Jatkuvaa toiminnan kehittämistä
- 23 Tarkoin säädeltyä toimintaa
- 24 Olkiluodon laitospysiköiden  
perustiedot

# Suomi tarvitsee ilmastoystävällistä sähköä

Sähkö on elintärkeä osa yhteiskuntaamme. Useimmat päivittäiset ihmisen toimet, teollinen tuotanto ja oikeastaan yhteiskunnan koko toiminta ovat sähkön varassa.

Sähköä kuluu maassamme vuosittain 80–90 terawattituntia: metsäteollisuus käyttää siitä 25 %, muu teollisuus noin 25 % ja 50 % menee asumiseen, maatalouteen, palveluihin ja rakentamiseen. Ennusteiden mukaan sähkön kulutus kasvaa tulevina vuosikymmeninä. Useita aiemmin fossiilisiin polttoaineisiin perustuneita toimintoja korvataan sähköllä muun muassa tiukentuneiden hiili- ja rikkidioksidipäästövaatimusten vuoksi. On tärkeää, että Suomessa voidaan tuottaa sähköä ilman ympäristön kuormittamista hiilidioksidipäästöillä – varmasti ja kilpailukykyisesti.

Suomen tärkeimmät sähkön tuotannon energialähteet ovat ydinvoima, vesivoima, kivihiihi, maakaasu, puupolttoaineet sekä turve. Ydinvoiman osuus Suomen sähköntuotannosta on noin 30 % (2011).

### Ydinvoima ei edistä kasvihuoneilmiötä

Energiantuotanto aiheuttaa Suomessa noin neljäsosan vuosittaisista kasvihuonekaasuista. Hiilidioksidipäästöjä lisäävät muun muassa hiilen, öljyn sekä maakaasun poltto.

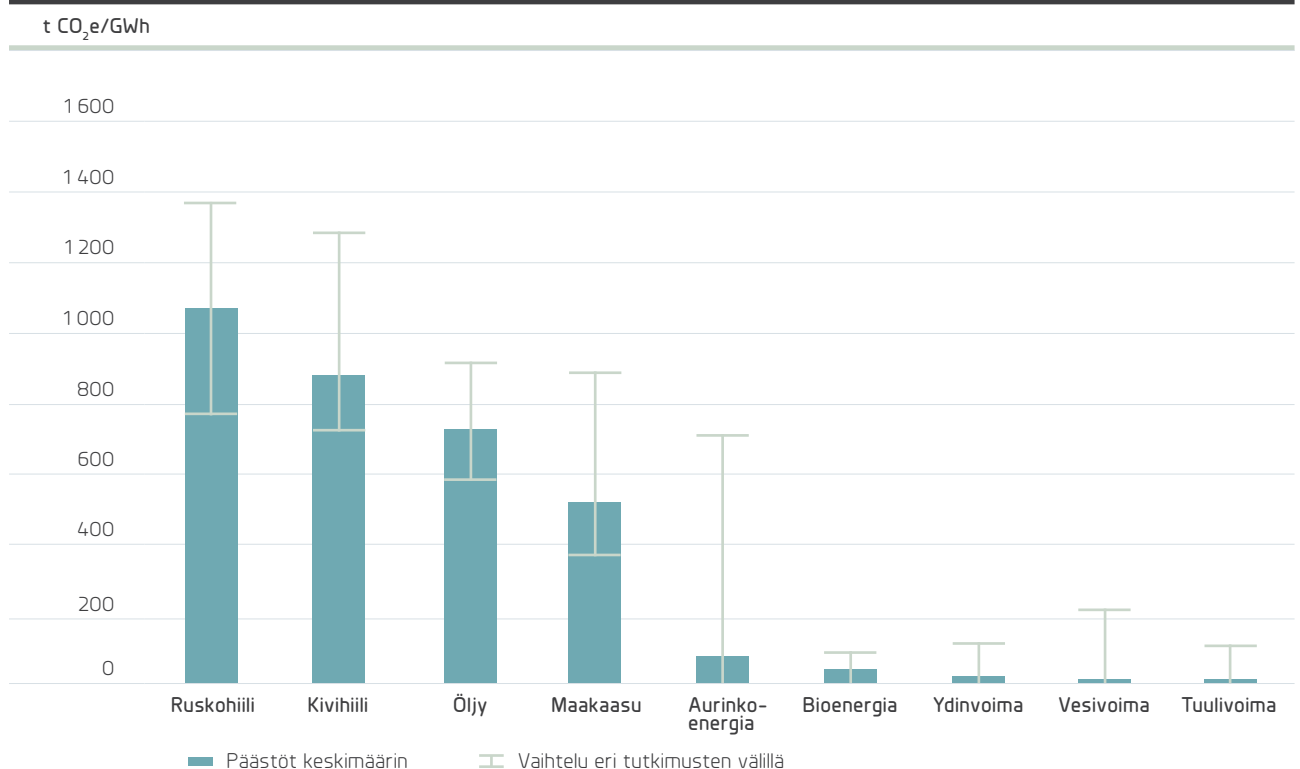
Tuuli-, ydin-, vesi- ja aurinkosähkö aiheuttavat elinkaarensa aikana vähiten päästöjä.

Sähkön tuottaminen ydinvoimalla ei edistä kasvihuoneilmiötä, eikä tuota happamoitumista lisääviä tai ilman laatua heikentäviä hiukkaspäästöjä. Suomessa ydinvoimalaitosten laajin ympäristövaikutus on meriveden lämpeneminen voimalaitosten edustalla muutamalla asteella.

### Tavoitteena omavaraisuus, vähäpäästöisyys ja toimitusvarmuus

Kotimaisen energiahuollon kriittinen tekijä on tällä hetkellä riippuvuus ulkomailta tuodusta sähköstä. Yhteiskuntaamme on myös riippuvainen siitä, että sähköä on aina ja kaikissa olosuhteissa saatavissa tarvittava määrä. Suomen kansallisena tavoitteena on sähkön tuotannon omavaraisuus talven huippukysyntätilanteessa. Maamme pyrkimyksenä on myös siirtyä vähäpäästöiseen yhteiskuntaan, jossa kasvihuonekaasupäästöjä vähennetään 80 % vuoden 2007 tasosta vuoteen 2050 mennessä. Ydinsähköllä on tärkeä rooli näiden tavoitteiden saavuttamisessa, ja siksi TVO on mukana tavoitteiden toteuttamisessa investoimalla ydinvoiman tulevaisuuteen.

## KASVIHUONEKAASUPÄÄSTÖT



Lähde: World Nuclear Association, koonti eri tutkimuksista.



# Luonnosta reaktoriin polttoaineeksi

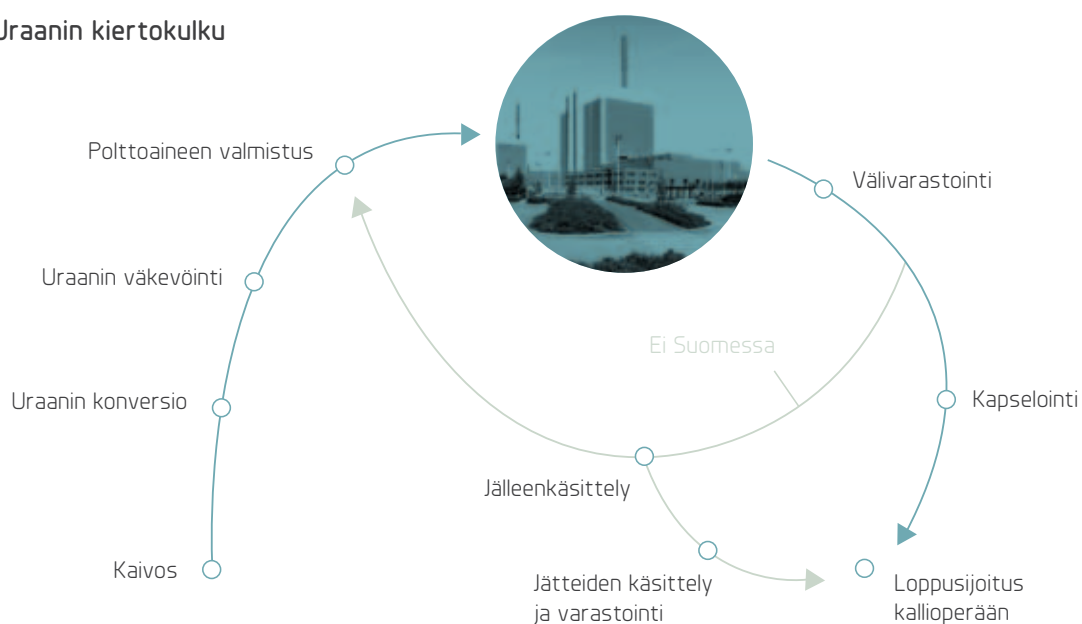
Ydinvoimalaitosten polttoaine tehdään uraanista. Uraani (U) on maapallolla yleinen, lievästi radioaktiivinen alkuaine, jonka säteilytaso on luonnossa alhainen. Maankuoressa on keskimäärin noin neljä grammaa uraania tonnissa. Luonnossa esiintyvä uraani on pääosin muotoa U-238.

TVO:n laitosyksiköt Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2 tarvitsevat vuoden aikana polttoaineenaan yhteensä noin neljäkymmentä tonnia matalarikasteista uraania. TVO hankkii polttoaineensa hajautettua hankintaketjua käyttäen, ja

jokaiselle ketjun vaiheelle on useita toimittajia. TVO:lla on pitkäaikaisia sopimuksia johtavien uraanin toimittajien kanssa, joita TVO seuraa ja arvioi jatkuvasti. Uraania hankitaan vain niiltä toimittajilta, jotka täyttävät TVO:n asettamat tiukat vaatimukset.

Johtavilla uraanin toimittajilla on kaivostoimintaa useissa maissa. Eniten uraania tuottavat valtiot ovat Kazakstan, Kanada, Australia ja Namibia.

### Uraanin kiertokulku



### Uraanin tuotantoprosessi

Maanalaisissa kaivoksissa ja avolouhoksilla tuotetaan tavanomaista kaivostekniikkaa hyödyntäen noin puolet maailman uraanista. Hieman alle puolet uraanista uutetaan talteen maaperästä. Pieni osa uraanista saadaan muiden mineraalien sivutuotteena.

Uraanin kaivosprosessin tavanomaisia vaiheita ovat malmin louhinta, murskaus ja jauhatus. Rikastamossa, joka tavallisesti sijaitsee kaivoksen yhteydessä tai sen läheisyydessä, erotetaan kiviaines sekä vieraat mineraalit uraaniyhdisteestä ja jalostetaan uraani uraanirikasteeksi.

Väkevöinti- eli isotooppirikastusprosessissa luonnonuraanissa olevan halkeamiskelpoisen isotoopin U-235 pitoisuus nostetaan 0,7 prosentista 3–5 prosenttiin. Väkevöinnin jälkeen uraani kuljetetaan erityisvalmisteisissa painesäiliöissä ja suojapakkauksissa polttoainetehtaalle.

Polttoaineen valmistusprosessissa uraanidioksidijauhe puristetaan tableteiksi ja tabletit tiivistetään sintraamalla eli kuumentamalla niitä noin 1 700 asteen lämpötilassa. Tämän jälkeen halkaisijaltaan noin sentin mittaiset polttoainetabletit ladotaan polttoainesauvoihin ja sauvat kootaan polttoaine-elementeiksi.



# Fissioreaktiolla sähköä



## Hallittu ketjureaktio

Ydinvoimalaitoksen energiantuotanto perustuu uraanipolttoaineessa tapahtuvaan fissioon ja hallittuun ketjureaktioon. Fissiossa neutroni törmää U-235-isotoopin ytimeen ja halkaisee sen. Halkeamisen yhteydessä vapautuu 2–3 uutta neutronia sekä fissiotuotteita. Osa vapautuneista neutroneista jatkaa ketjureaktiota. Jokaisen halkeamisen seurauksena vapautuu runsaasti energiaa. Näin hyvin pienillä määrillä uraanipolttoainetta pystytään tuottamaan suuria määriä lämpöä.

Fissioreaktiossa syntyvät fissiotuotteet ovat radioaktiivisia eli ne hajoavat toiseksi alkuaineiksi. Hajoamisen yhteydessä ytimet lähettävät säteilyä. Radioaktiivisten fissiotuotteiden säteily aiheuttaa polttoaineessa ns. jälkilämpöä. Jälkilämmön poistosta tulee huolehtia polttoaineen käsittelyn kaikissa vaiheissa.

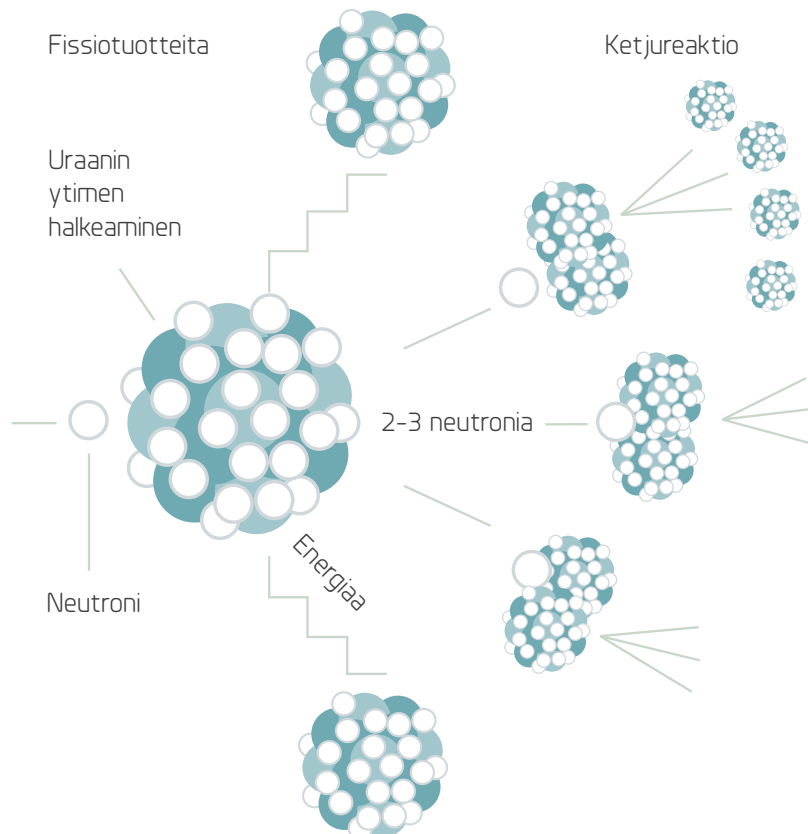
Vapautuneet neutronit liikkuvat keskimäärin 20 000 kilometriä sekunnissa. Reaktorissa neutronien liike hidastetaan muutamaankin tuhanteen metriin sekunnissa, mikä lisää moninkertaisesti uraaniytimien halkeamisen todennäköisyyttä. Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2 -laitosyksiköillä hidastimena käytetään täyssuolanpoistettua vettä ja Olkiluoto 3 -laitosyksiköllä vesi-boori-seosta.

## Säätösauvoilla hallitaan ketjureaktiota

Ketjureaktiota ja reaktorisydämen tehokautumaa säädetään säätösauvojen ja veden virtauksen avulla. Säätösauvat sisältävät esimerkiksi booria tai kadmiumia, jotka sitovat tehokkaasti neutroneja ja näin heikentävät ketjureaktiota. Pikasulussa ketjureaktio voidaan pysäyttää säätösauvojen avulla muutamassa sekunnissa.

Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2 -laitosyksiköillä säätösauvojen pituus on neljä metriä ja kummankin laitosyksikön reaktorisydämessä niitä on 121 kappaletta. Olkiluoto 3 -laitosyksiköllä käytettävät säätösauvat ovat säätösauvanippuja. Yksi säätösauvanippu sisältää 24 sormityyppistä sauvaa. Pituudeltaan Olkiluoto 3 -säätösauva on viisi metriä, ja säätösauvanippuja on yhteensä 89 kappaletta.

Olkiluoto 3 -laitosyksiköllä ketjureaktiota säädetään säätösauvojen lisäksi reaktorissa olevan veden sisältämällä boorilla, jonka pitoisuutta säädellään siihen tarkoitetulla järjestelmällä. Näin aikaansaadaan hidasketjureaktion muutos, jonka tarkoituksena on tasoittaa polttoaineen palamaa.

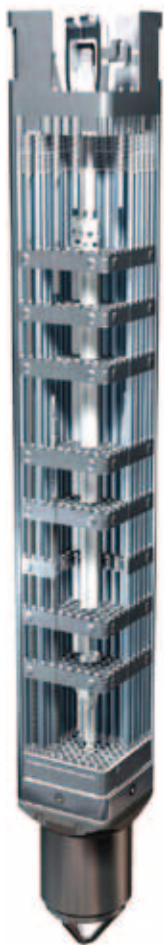


Ydinvoimalaitoksen energiantuotanto perustuu fissioon ja hallittuun ketjureaktioon.

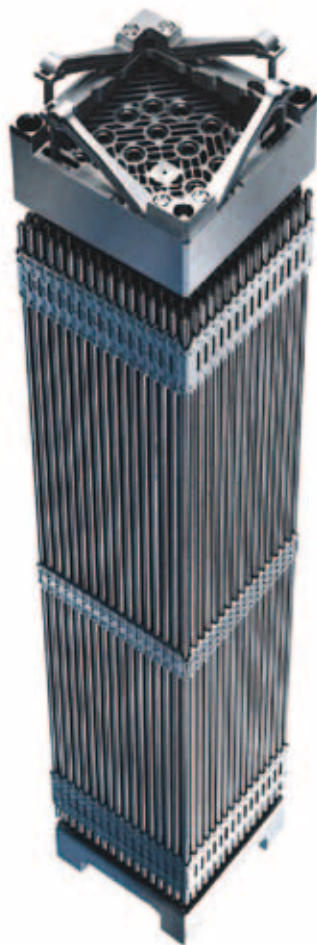
# Ydinvoimalaitoksen toiminta

Ydinvoimalaitoksen toimintaperiaatteena on muuttaa fissiona tuotetun lämmön energia turbiiniin ja generaattorin avulla sähköksi. Fissioreaktiossa syntyvällä lämmöllä vesi höyrystetään joko reaktorissa tai erillisillä höyrystimillä. Tämän jälkeen höyry johdetaan laitoksen putkistoissa turbiineille. Turbiineilla höyryn paine lasketaan vähitellen, jolloin höyry paisuu tuhatkertaiseksi. Paisunut höyry työntää turbiinisiivekkeitä edellään, ja turbiini alkaa pyöriä. Turbiini pyörittää samalle akselille kytkettyä generaattoria, joka tuottaa sähköä valtakunnan kantaverkkoon.

## Olkiluodon polttoaine-elementit



Olkiluoto 1 ja 2



Olkiluoto 3

Kaiken hyötyenergian luovutettuaan höyry johdetaan lauhduttimeen, jossa se lauhdutetaan meriveden lämpötilan avulla takaisin vedeksi. Lopuksi jäädytetty prosessivesi pumpataan takaisin alkupisteeseensä ja kierto alkaa uudelleen.

## Yleisimmät ydinvoimalaitostyyppit

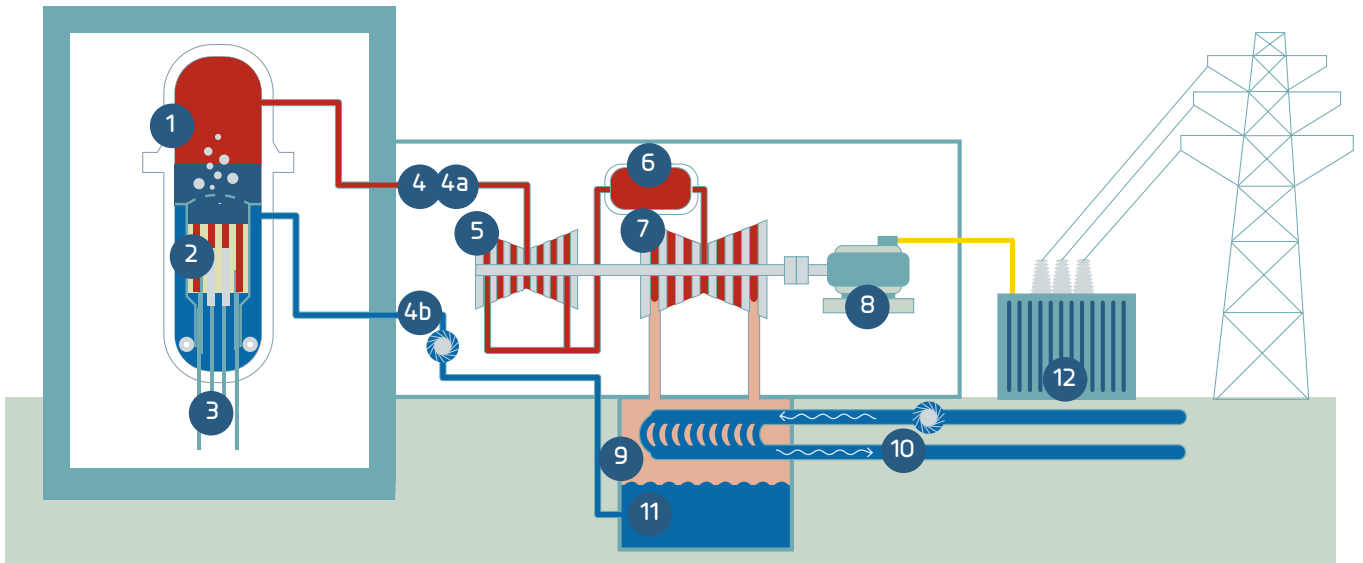
Pääosa käytössä olevista ydinvoimalaitoksista on kiehutus- tai painevesilaitoksia. Niiden pääero on höyryn muodostuksessa. Kiehutusvesilaitoksella (BWR, Boiling Water Reactor) vesi kiehuu reaktorisydämissä. Vedestä syntynyt paineistettu höyry siirretään putkistoja pitkin suoraan turbiineille.

Painevesilaitoksella (PWR, Pressurized Water Reactor) noin 300-asteinen reaktorin vesi pidetään korkean paineen avulla kiehumattomana. Tämän jälkeen kuuma vesi kulkee nesteenä erillisille höyrystimille, joissa se kiehuaa putkiston toisella puolella olevan veden höyryksi. Syntynyt höyry johdetaan turbiineille.

TVO:n käynnissä olevat laitosyksiköt Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2 ovat tyypiltään kiehutusvesilaitoksia. Olkiluoto 3 on painevesilaitos.

Polttoaine-elementit sijoitetaan reaktorisydämeen. Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2 -laitosyksiköiden reaktorissa on kummassakin polttoaine-elementtejä 500 kappaletta. Olkiluoto 3 -laitosyksiköllä elementtejä on 241 kappaletta.

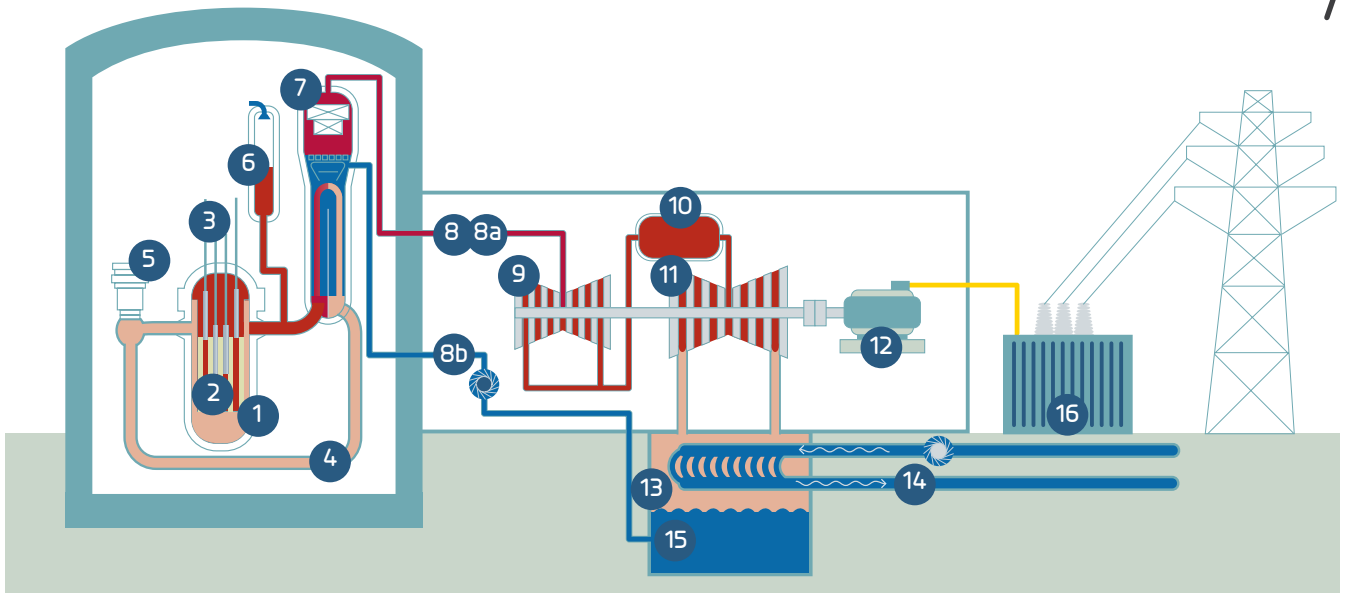
## Kiehuvesilaitoksen toimintaperiaate



- |                       |                           |                   |
|-----------------------|---------------------------|-------------------|
| 1. Reaktori           | 4b. Syöttövesi reaktoriin | 9. Lauhdutin      |
| 2. Sydän              | 5. Korkeapaineturbiini    | 10. Merivesipiiri |
| 3. Säätösauvat        | 6. Välitulistin           | 11. Lauhde        |
| 4. Primääripiiri      | 7. Matalapaineturbiini    | 12. Muuntaja      |
| 4a. Höyry turbiinille | 8. Generaattori           |                   |

## Painevesilaitoksen toimintaperiaate

TVO:n laitosyksiköt Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2 ovat tyypiltään kiehuvesilaitoksia. Olkiluoto 3 on painevesilaitos.



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

# Ydinjätteen vastuullinen käsittely

Vastuullinen ydinjätehuolto on tärkeä osa ydinsähkön tuotannon kokonaisuutta. TVO:lla on käytössä ympäristöasioiden hallintajärjestelmä, joka ydinenergialainsäädännön ohella ohjeistaa jätteiden käsittelyä ja kierrätystä.

Ydinsähköä tuottaessa syntyy radioaktiivisia jätteitä, joten jätehuoltoon on kiinnitettävä erityistä huomiota. Jätteet on eristettävä elollisesta luonnosta niin pitkäksi aikaa, että niiden radioaktiivisuus vähenee vaarattomalle tasolle. TVO:n tavoitteena on aina alittaa selvästi sekä viranomaisten asettamat että TVO:n itsensä määrittämät, viranomaisvaatimuksia tiukemmat päästörajat.

## Kaikki ydinjätteet käsitellään

Olkiluodon ydinvoimalaitoksella syntyvät jätteet luokitellaan valvonnasta vapautettuun jätteeseen, matala- ja keskiaktiiviseen voimalaitosjätteeseen, korkea-aktiiviseen käytettyyn polttoaineeseen sekä käytöstäpoistojätteeseen. Lajitteluperusteena on jätteen sisältämä radioaktiivisuus.

Matala-aktiivisia jätteitä ovat huoltotöissä kertyvät suoja-  
muovit, työkalut, suojavaatteet ja pyyhkeet. Keskiaktiivisia jätteitä ovat muun muassa prosessiveden puhdistusmassat. Matala- ja keskiaktiiviset jätteet pakataan joko betonilaatikkoon sijoitettaviin tynnyreihin tai suoraan betonilaatikoihin. Pakkauksen jälkeen laatikot loppusijoitetaan laitosalueen kallioperään louhittuun voimalaitosjäteluolaan (VLJ-luola).

Valvonnasta vapautettu jäte sisältää niin vähän tai ei ollenkaan radioaktiivisia aineita, että jäte voidaan palauttaa hyötykäyttöön tai sijoittaa Olkiluodon kaatopaikalle.

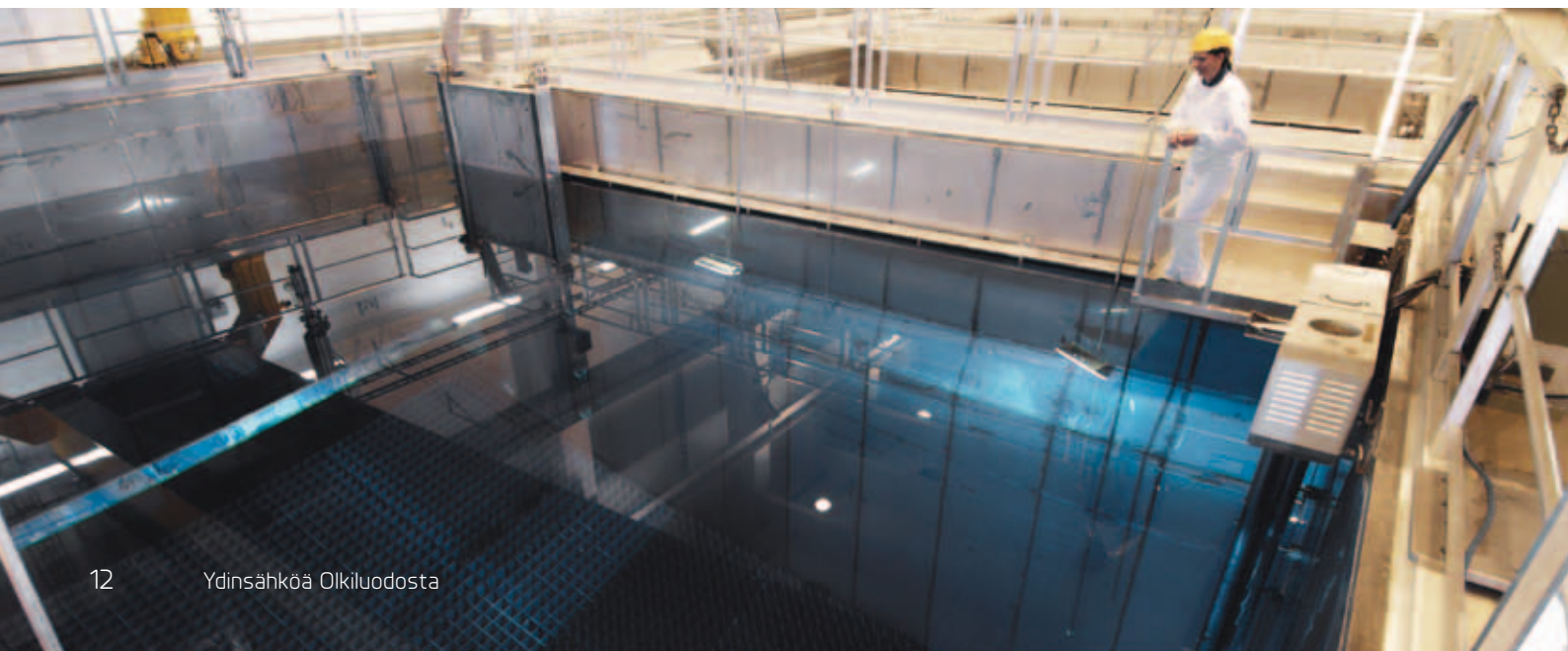
Käytöstäpoistojätettä syntyy voimalaitosyksiköiden käytön jälkeen laitosyksiköiden purkamisen yhteydessä. Jätteen loppusijoitukselle on jo tilavaraus Olkiluodossa.

## Käytetty polttoaine välivarastoidaan

Reaktorissa oleva polttoaine muuttuu käytön aikana korkea-aktiiviseksi. Ydinpolttoainetta käytetään Olkiluodon voimalaitosyksiköiden reaktoreissa keskimäärin neljä vuotta. Vuosittain osa polttoaineesta vaihdetaan. Reaktorista poiston jälkeen käytettyä polttoainetta säilytetään muutama vuosi reaktorihallin vesialtaissa, jonka jälkeen se siirretään voimalaitosalueella sijaitsevaan käytetyn polttoaineen välivarastoon (KPA-varasto).

Käytettyä polttoainetta jäähdytetään välivarastossa noin neljäkymmentä vuotta ennen loppusijoitusta. Neljässä-kymmenessä vuodessa polttoaineen radioaktiivisuus ja lämmöntuotto laskevat alle tuhannenteen osaan alkuperäisestä. Tällöin käytettyä polttoainetta on helpompi kuljettaa ja käsitellä loppusijoitusta varten.

## Käytetty polttoaine välivarastoidaan vesialtaissa.



# Käytetyn polttoaineen loppusijoitus

Geologisen loppusijoituksen tehtävänä on eristää käytetty polttoaine Olkiluodon vanhaan ja vakaaseen kallioperään siten, että loppusijoitetusta uraanipolttoaineesta ei ole missään olosuhteissa haittaa elolliselle luonnolle.

Loppusijoituksen alkaessa polttoaine siirretään välivarastointialtaista kapselointilaitokseen törmäyksenkestävässä kuljetussäiliössä, joka toimii säteilysuojana ja estää polttoaine-elementtien vaurioitumisen siirron aikana. Tämän jälkeen käytetyt polttoaine-elementit kapseloidaan massiiviseen valuraudasta ja kuparista valmistettuun suojakapseliin.

Kapselin vahva, valurautainen sisäosa antaa sille vaadittavan lujuuden ja suojaa polttoainetta mekaaniselta rasitukselta ja paineelta. Ulko-osan puhdas kupari säilyttää ominaisuutensa hyvin kallioperän hapettomissa olosuhteissa, ja sen ansiosta kapseli säilyy tiiviinä. Käytetty polttoaine sijoitetaan peruskallioon noin 420 metrin syvyydessä sijaitseviin loppusijoitustiloihin.

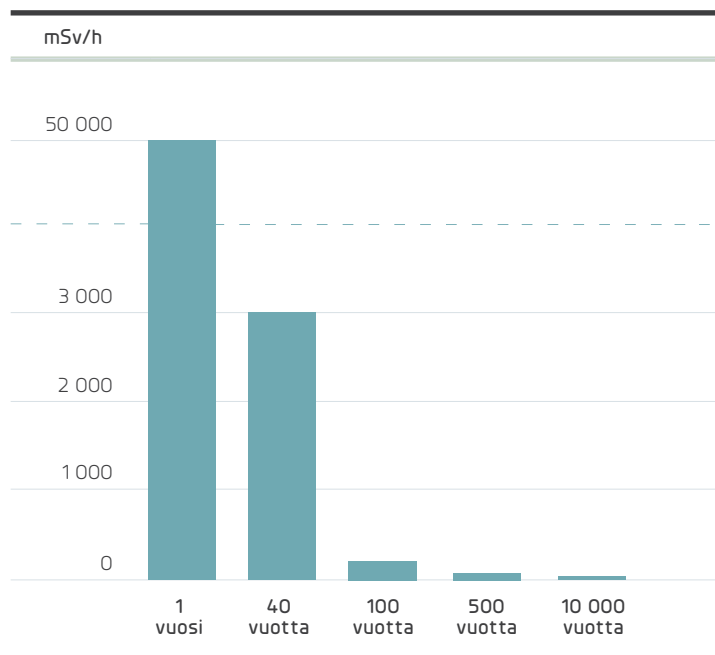
## Moninkertainen suojaus pysäyttää säteilyn

Käytetty polttoaine sijoitetaan kallion sisään satojen metrien syvyyksiin, mutta jo kahden metrin paksuinen kerros loppusijoituksessa käytettyjä eristysmenetelmiä estää loppusijoitettavan polttoaineen säteilyn ympäristöönsä.

Suojakapselit sijoitetaan syvälle kallioperän tunneleihin porattuihin loppusijoitusreikiin. Kapseli eristetään kalliosta lujalla ja joustavalla bentoniittisavella, joka eristää vettä, estää pohjaveden kulkeutumista kapselin pinnalle ja suojaa kapselia kallion mahdollisilta liikkeiltä. Tämän jälkeen loppusijoitustunnelit täytetään kapselit paikallaan pitävillä ja pohjavedenvirtauksen estävillä savilohkoilla ja -pelleteillä. Lopuksi tunnelit suljetaan huolellisesti.

TVO aloitti käytetyn polttoaineen loppusijoituksen tutkimukset jo 1970-luvun lopulla. Vuonna 1995 TVO ja Fortum perustivat Posiva Oy:n hoitamaan perustajayhtiöidensä käytetyn polttoaineen loppusijoitusta. Loppusijoituksen on tarkoitus alkaa vuonna 2020.

## KÄYTETYSTÄ YDINPOLTTOAINEESTA SAATAVA SÄTEILYANNOS TUNNISSA (mSv/h) MITATTUNA METRIN PÄÄSSÄ POLTTOAINENIPUSTA



### 1 VUOSI / 50 000 mSv/h:

Käytöstä poistetun polttoainenipun säteilytaso pienenee vuodessa lähes sadasosaan

### 40 VUOTTA / 3 000 mSv/h:

1 000 mSv aiheuttaa äkillisesti saatuna säteily sairauden ja 8 000 mSv kuoleman

### 100 VUOTTA / 70 mSv/h:

Säteilytyössä työntekijän annosraja viidessä vuodessa on 100 mSv

### 500 VUOTTA / 4 mSv/h:

Suomalaisen keskimääräinen säteilyannos on noin 4 mSv vuodessa

### 10 000 VUOTTA / 0,3 mSv/h:

Mammografia-röntgentutkimuksen säteilyannos on noin 0,3 mSv

# Turvallisuutta kaikissa olosuhteissa

Ydinturvallisuuden peruseriaate on, että radioaktiiviset aineet eivät saa päästä ympäristöön missään olosuhteissa. Siksi ydinvoimalaitoksessa kaiken toiminnan lähtökohtana on turvallisuus, joka perustuu monitasoiseen turvallisuusajatteluun. Turvallisuudesta huolehditaan järjestelmillä, jotka ovat moninkertaisia, toisistaan riippumattomia, fyysisesti toisistaan erotettuja ja eri periaatteilla toimivia.

Useat erilaiset sekä päällekkäiset turvallisuusjärjestelmät vähentävät onnettomuuden mahdollisuutta. Olkiluodossa on nelinkertaiset turvallisuusjärjestelmät, minkä ansiosta yhden järjestelmän vikaantuessa käytettävissä on vielä useita muita järjestelmiä. Käyttäjän virheet tai useatkaan laiteviat eivät yksinään voi aiheuttaa vakavaa onnettomuutta.

Esimerkiksi reaktorissa olevalla radioaktiivisella uraanipolttoaineella on viisi päällekkäistä vapautumisestettä. Näitä

ovat keraaminen polttoaine, kaasutiivis polttoainesauva, paineenkestävä reaktoripaineastia, paineenkestävä reaktorin suojarakennus sekä reaktorirakennus.

## Avainasemassa hyvä turvallisuuskulttuuri

Hyvä ydinturvallisuus ei synny pelkästään teknisistä ratkaisuista, vaan laitoksen toimintaan osallistuvan henkilöstön sitoutumisella alan vaatimaan korkeaan moraalisiin ja oikeisiin toimintatapoihin on ratkaiseva merkitys. Sitoutumista kutsutaan turvallisuuskulttuuriksi ja se on yksi osa laitoksen turvallisuuden varmistamista. Samaa sitoutumista TVO vaatii myös alihankkijoiltaan.

Hyvä ydinturvallisuus ei synny pelkästään teknisistä ratkaisuista – myös henkilöstön sitoutumisella on ratkaiseva merkitys.

## Kiehuvesilaitoksen päällekkäiset vapautumisestettä

1. este



Keraaminen polttoaine

2. este



Kaasutiivis polttoainesauva

3. este



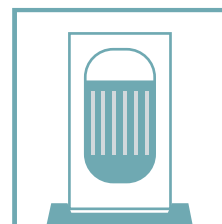
Paineenkestävä astia ja primäärijärjestelmä

4. este



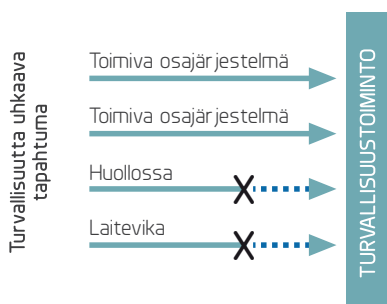
Paineenkestävä reaktorin suojarakennus

5. este

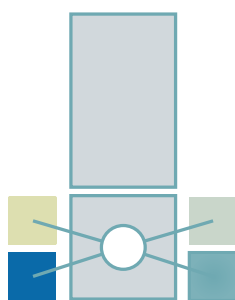


Reaktorirakennus

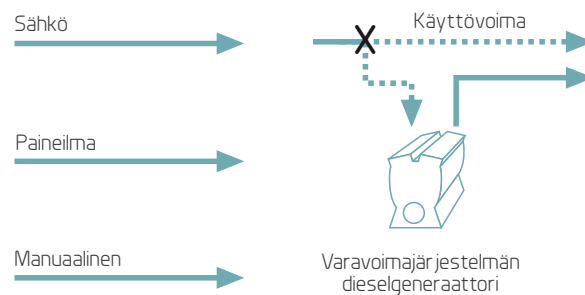
## Rinnakkaisuus



## Erottelu



## Erilaisuus



# Onnettomuuksiin varautuminen

Ydinvoimalaitoksessa erilaisilla ehkäisevillä toimenpiteillä varaudutaan laitoshäiriöihin. Mahdollisia onnettomuustilanteita varten on olemassa kattavat suojaus- ja valvontajärjestelmät sekä valmiit toimintamallit. Seurausten lieventämistoimenpiteillä radioaktiiviset aineet eristetään ympäristöstä ja estetään näin pysyvien haittojen syntyminen poikkeuksellisissa ja epätodennäköisissä onnettomuustilanteissa.

## Reaktoriturvallisuus varmistetaan monin tavoin

Reaktoriturvallisuus edellyttää kaikissa olosuhteissa ketjureaktion sekä sen tuottaman tehon hallintaa, polttoaineen jäädyttämistä sekä radioaktiivisten aineiden eristämistä ympäristöstään. Vakavien onnettomuuksien varalta laitossyksiköt on varustettu suodattimin varustetuilla poistokaasujärjestelmillä, jotka minimoivat radioaktiivisten aineiden pääsyn ympäristöön. Suodatinlinja on suunniteltu kestämaan vakavien onnettomuuksien paineen ja lämpötilan.

Olkiluodon laitossyksiköiden turvallisuutta ja mahdollisia riskitekijöitä on analysoitu monin eri tavoin. Yksi näistä menetelmistä on todennäköisyysperustainen riskianalyysi, jonka avulla voidaan tunnistaa ja arvioida reaktorisydämen vakavaan vaurioitumiseen mahdollisesti johtavia onnettomuustilanteita sekä niiden todennäköisyyksiä.

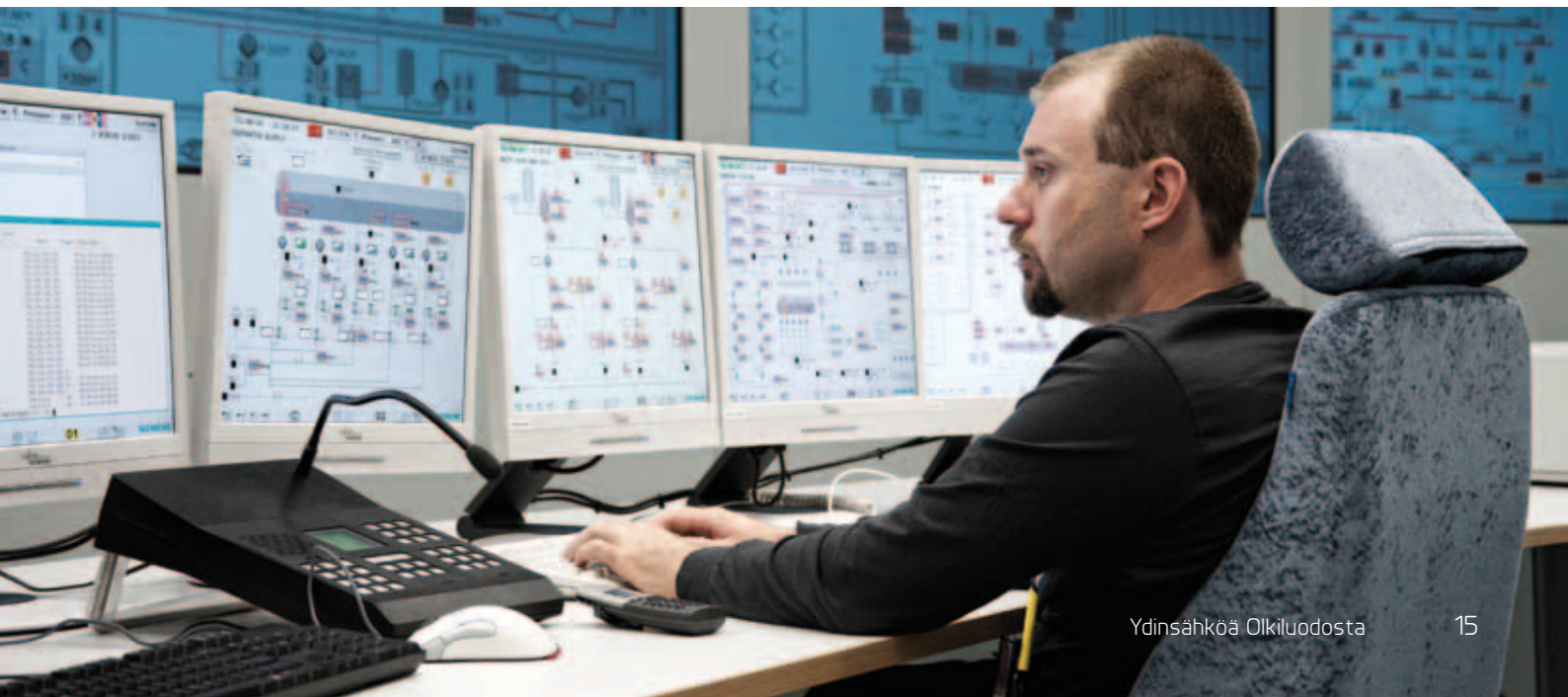
Turvallisuusjärjestelmien suunnittelussa, kehittämisessä ja rakentamisessa on otettu huomioon pahimmat mahdolliset Olkiluotoa uhkaavat vaarat. TVO on mm. analysoinut viitisenkymmentä erilaista maahan, mereen ja ilmaan liittyvää luonnonilmiötä ja niiden yhdistelmää, joihin on myös varauduttu. Tällaisia ovat muun muassa myrskyt, tulvat, jäätymisolot, tulipalot ja maanjäristykset.

## Reaktori sammuu tarvittaessa sekunneissa

Olkiluodon käynnissä olevien laitossyksiköiden reaktoreiden toimintaperiaatteeseen sisältyy niin sanottu negatiivinen takaisinkytkentä, minkä avulla reaktorin ylikuumentuminen on estetty. Reaktorin lämpötilan kasvaessa sen teho laskee automaattisesti, koska reaktorissa olevan veden kiehuminen höyryksi tuottaa vähemmän ketjureaktiossa tarvittavia hitaita neutroneita.

Tarvittaessa reaktori voidaan sammuttaa muutamassa sekunnissa joko työntämällä säätösauvat reaktorisydämeen tai pumppaamalla sinne booriliuosta. Ydinvoimalaitoksen automaatio sammuttaa reaktorin automaattisesti häiriötilanteessa.

**Olkiluoto 3 -laitossyksikön simulaattori on täysimittakaavainen ja laitosidenttinen koulutus- ja harjoittelusimulaattori. Simulaattorilla harjoitellaan erilaisia laitossyksikön käyttö- ja häiriötilanteita.**





Säteily on  
luonnollinen asia



Ihminen altistuu asuin- ja elinympäristössään säteilylle. Säteilyä ovat esimerkiksi valo, lämpösäteily, radioaallot, röntgensäteily ja radioaktiivisten aineiden lähettämä säteily. Erilaiset aineet säteilevät eri tavoin.

### Radioaktiivisuutta on kaikkialla

Radioaktiivisia aineita kulkeutuu kehoon ruoan, juoman ja hengitysilman mukana. Merkittävin aine suomalaisten säteilyaltistuksen kannalta on asuntojen radon. Muita säteilylähteitä ovat avaruuden kosminen säteily, maaperän luonnollisissa mineraaleissa ja ihmisen omassa kehossa olevien radioaktiivisten aineiden lähettämä gammasäteily, säteilyn lääkinällinen käyttö sekä teollisuuden aiheuttama säteily. Suomessa keskimääräinen säteilyannos on noin neljä millisievertiä (mSv) vuodessa.

Säteily on joko ionisoivaa tai ionisoimatonta sen perusteella, miten se vaikuttaa kohtaamaansa aineeseen. Hiukkassäteily (alfa-, beeta-, protoni- ja neutronisäteily) sekä gamma- ja röntgensäteily pystyvät poistamaan niiden vaikutuspiirissä olevista atomeista elektroneja,

jolloin kohdeatomeista tulee positiivisesti varautuneita eli ionisoituneita atomeja. Edellä mainittuja säteilylajeja kutsutaan sen vuoksi ionisoivaksi säteilyksi.

### Ionisoiva säteily on haitallista

Ionisoitunut atomi on kemiallisesti hyvin reaktiivinen ympäröivien atomien ja molekyylien kanssa. Elävissä soluissa ionisoituneet atomit purkavat ja synnyttävät uusia kemiallisia sidoksia, jotka eivät välttämättä ole edullisia solun toiminnan kannalta. Ionisointikyky onkin juuri säteilyn haitallinen ominaisuus.

Ydinvoimaan liittyvästä säteilystä puhuttaessa tarkoitetaan yleensä ionisoivaa säteilyä. Fissioreaktiossa säteilyä syntyy aina, mutta huolellisella suunnittelulla ja täsmällisellä työllä sitä vastaan voidaan suojautua tehokkaasti.

Ionisoimattoman säteilyn, kuten valon, energia ei riitä ionisoimaan atomia eikä aiheuttamaan siihen sähkövarausta. Ionisoimattoman säteilyn, esimerkiksi auringonvalon, haittamekanismit ovat erilaiset.

Suomessa keskimääräinen säteilyannos on noin neljä millisievertiä (mSv) vuodessa.

# Säteilyyn liittyviä yksiköitä

Aktiivisuus on suure, joka ilmaisee radioaktiivisessa aineessa tapahtuvien hajoamisten lukumäärän aikayksikköä kohden. Aktiivisuuden yksikkö on becquerel (Bq), joka tarkoittaa yhtä hajoamista sekunnissa. Tämän hajoamisen yhteydessä aineesta lähtee säteilyä.

Jokaisella radioaktiivisella aineella on sille ominainen puoliintumisaika, jonka kuluessa aineen aktiivisuus pienentyy puoleen. Puoliintumisajat vaihtelevat sekunnin murto-osista miljardeihin vuosiin.

## Säteilyannokset mitataan sieverteissä

Säteilyannoksesta puhuttaessa tarkoitetaan usein efektiivistä annosta. Sen yksikkö on sievert (Sv). Yksikkö kuvaa käytännössä säteilystä aiheutuvaa myöhäishaittaa ihmiselle.

Käytännön työssä käytetään myös annosnopeuden yksikön sievertiä tunnissa tuhannes- tai miljoonasosia (mSv/h ja  $\mu$ Sv/h). Annosnopeuden avulla voidaan määrittellä tarvittavat säteilysuojelutoimet säteilyannosten minimoimiseksi.

## SUOMALAISTEN ERI LÄHTEISTÄ VUOSITTAIN SAAMAT SÄTEILYANNOKSET

|   | mSv         |
|---|-------------|
| Sisäilman radon                             | 2,0         |
| Luonnon radioaktiivisuus kehossa            | 0,36        |
| Ulkoinen säteily maaperästä                 | 0,45        |
| Kosminen säteily avaruudesta                | 0,33        |
| Lääketieteelliset röntgentutkimukset        | 0,5         |
| Lääketieteelliset radioisotooppitutkimukset | 0,03        |
| Ydinasekokeet ja Tshernobyl-laskeuma        | 0,02        |
| <b>Yhteensä</b>                             | <b>3,69</b> |

Lähde: Säteilyturvakeskus (STUK) [www.stuk.fi](http://www.stuk.fi).

# Säteilyturvallisuus

Säteilyä mitataan Olkiluodossa ja sen ympäristössä jatkuvasti monin tavoin. Säteilyvalvontaa TVO:lla ohjaavat lainsäädännön ohella viranomaisohjeet, kansainväliset suositukset sekä TVO:n turvallisuuskulttuurin periaatteet.

## Säteilymittaukset henkilöstölle ja ympäristölle

Olkiluodon voimalaitos on jaettu säteilymittausten perusteella valvonta- ja tarkkailualueeseen sekä näiden ulkopuoliseen säteilysuojelun kannalta luokittelemattomaan alueeseen. Kaikkien Olkiluodossa valvonta-alueella työskentelevien säteilyannosta valvotaan ja mitataan annosmittareilla. Niiden lisäksi Säteilyturvakeskus (STUK) tekee säteilytyöntekijöiden ja lähiseudun asukkaiden kokokehomittauksia.

TVO mittaa säteilyä myös ilmasta, vedestä, maaperästä ja eliöstöstä. Mittaustulokset osoittavat, että Olkiluodon ydinvoimalaitos ei ole aiheuttanut haitallista säteilyaltistusta ihmisille tai ympäristölle.

## Monipuolista suojautumista

Ydinvoimalassa säteilevät aineet eristetään ympäristöstä ja säteilyä vastaan suojaudutaan huolellisesti. Säteilysuojelussa noudatetaan yleisesti periaatetta, jonka mukaan turhaa altistumista säteilylle on vältettävä ja säteilyannokset on kohtuullisin toimenpitein pidettävä niin pieninä kuin mahdollista.

Ydinvoimalassa säteilyltä suojautumiseen on eri keinoja. Keskeisimmät tekijät suojautumisessa ovat aika, suoja ja etäisyys. Minimoimalla säteilyn piirissä tapahtuva oleskeluaika, eristämällä säteilylähde erikseen asennettavilla suojuilla ja säilyttämällä riittävä etäisyys säteilylähteeseen vähennetään tehokkaasti säteilyannoksia. Lisäksi on aina varmistettava, että radioaktiivisia aineita ei pääse kehon sisään esimerkiksi hengityksen mukana.

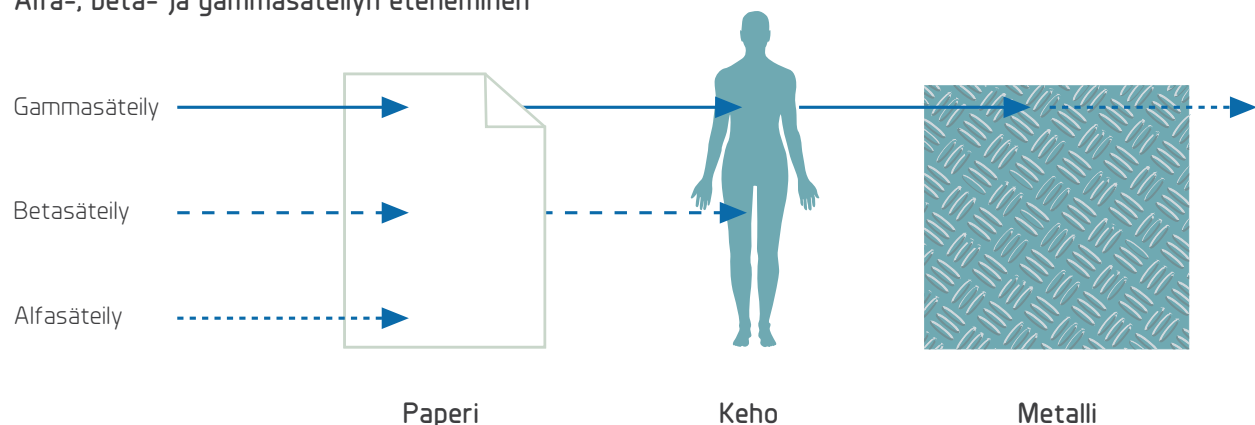
## Säteilytoiminta on säädeltyä

Säteilytoimintaa säätelevät muun muassa säteily-, ydinenergia- ja työterveyshuoltolaki sekä säteilyasetus. STUK ohjeistaa omilla säteilyturvallisuus- ja ydinvoimalaitosohjeillaan ydinvoimalaitosten toimintaa. Näiden lisäksi TVO:lla on oma ohjeisto käytännön säteilysuojelun toteuttamiseksi laitossyksiköissä.

Säteilylaissa ja -asetuksessa säädetään enimmäisrajat säteilynalasta työtä tekeville henkilöille. Säteilytyöntekijän suurin sallittu annos viidessä vuodessa on 100 millisieverttiä (mSv) eikä annos saa yksittäisenä vuonna ylittää 50 millisieverttiä (mSv).

Ydinvoimalaitoksen käytöstä aiheutuvan säteilyn vuosiansnosrajaksi on Suomessa asetettu 0,1 millisieverttiä (mSv). Olkiluodon voimalaitoksen radioaktiiviset päästöt ovat enintään muutama promille sallituista määristä ja siten alittavat selvästi viranomaisen asettamat rajat. STUK seuraa ja valvoo Olkiluodon ydinvoimalaitoksen toimintaa muun muassa paikallistarkastajan voimin.

## Alfa-, beta- ja gammasäteilyn eteneminen





# TVO – ydinvoima-alan edelläkävijä

Teollisuuden Voima Oyj (TVO) on vuonna 1969 perustettu listaamaton julkinen osakeyhtiö, joka tuottaa sähköä omistajilleen omakustannushintaan.

Yhtiö omistaa ja käyttää kahta ydinvoimalaitosyksikköä, Olkiluoto 1 ja Olkiluoto 2, sekä rakentaa uutta Olkiluoto 3 -voimalaitosyksikköä Eurajoen Olkiluodossa. Lisäksi TVO on osakkaana Meri-Porin hiilivoimalaitoksessa. Heinäkuussa 2010 eduskunta vahvisti valtioneuvoston myönteisen periaatepäätöksen Olkiluoto 4 -ydinvoimalaitosyksikön rakentamisesta.

Olkiluodon laitosyksiköt ovat toimineet jo yli 30 vuoden ajan varmasti ja luotettavasti. Molempien käyvien laitosyksiköiden käyttökertoimet ovat olleet lähes koko toiminnan ajan kansainvälistä huippuluokkaa. Kummankin laitosyksikön

nykyinen nettotuotantoteho on 880 megawattia (MW). Vuonna 2011 TVO tuotti 20 % Suomessa tuotetusta sähköstä eli yli 14 terawattituntia (TWh). TVO:n tuottamaa sähköä kulutetaan lähes koko Suomen alueella noin 140 kunnassa – kodeissa, teollisuudessa, maataloudessa ja palveluissa.

TVO on merkittävä työllistäjä Eurajoen kunnassa ja sen lähialueilla. Olkiluoto 3 -laitosyksikön valmistuttua yhtiö tarjoaa uusia pysyviä työpaikkoja noin 150–200 henkilölle. TVO:laisten lisäksi voimalaitoksen vuosihuolto ja muut alihankintatyöt työllistävät vuosittain reilut tuhat henkilöä. TVO tunnetaan myös hyvänä kesätyö- ja harjoittelupaikana.

## KÄYTTÖKERTOIMET

|                          | 2011 | 2010 | 2009 | 2008 | 2007 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|
| Olkiluoto 1              | 94,8 | 91,8 | 97,0 | 93,7 | 97,5 |
| Olkiluoto 2              | 90,9 | 95,2 | 95,1 | 96,9 | 93,7 |
| Käyttökertoimet yhteensä | 92,8 | 93,5 | 96,0 | 95,3 | 95,6 |



- |                |  |  |
|----------------|--|--|
| 1. Olkiluoto 1 | 4. Olkiluoto 4                           | 7. Käytetyn polttoaineen loppusijoituksen maanalainen tutkimusluola ONKALO |
| 2. Olkiluoto 2 | 5. Voimalaitosjäteluola VLJ              |  |
| 3. Olkiluoto 3 | 6. Käytetyn polttoaineen välivarasto KPA |  |

# Jatkuvaa toiminnan kehittämistä

TVO on tuottanut sähköä suomalaiselle yhteiskunnalle yli kolmen vuosikymmenen ajan. Kuluneiden vuosien aikana Olkiluodon laitosyksiköitä on modernisoitu monin tavoin, ja samalla niiden turvallisuutta on parannettu. Turvallisuusparannuksiin kuuluvat muun muassa maanjäristystestävyyden ja palosuojauksen parantaminen, reaktoreiden paineenalennusjärjestelmiin tehdyt parannukset sekä käytetyn polttoaineen välivaraston rakenteiden vahvistaminen. Lisäksi laitosalueelle on rakennettu erillinen kaasuturbiinilaitos, jolta voidaan tarvittaessa syöttää sähköä laitosyksiköiden turvallisuusjärjestelmille sekä valtakunnan sähköverkkoon.

## Säännöllistä ja tarkkaa huoltoa

Olkiluodon ydinvoimalaitos pidetään jatkuvasti uudenveroisena laitosyksiköillä vuorottelevien polttoaineenvaihto- ja huoltoseisokkien avulla. Olkiluodon jokakeväiset vuosihuollot alkavat noin viikon mittaisella polttoaineenvaihtoseisokilla, jossa vaihdetaan uraanipolttoaine ja tehdään tarpeelliset vikakorjaukset ja huollot sekä laitoksen seuraavan vuoden huoltoseisokin mahdolliset valmistelutyöt.

Vuosihuolto jatkuu toisen laitosyksikön huoltoseisokilla, jossa polttoaineen vaihdon ohella tehdään isot huolto- ja muutostyöt. Huoltoseisokin kesto on yleensä 2–3 viikkoa. Molemmat seisokit vaativat tarkkaa suunnittelua töiden laadukkaan etenemisen varmistamiseksi.

## Osaamisen varmistaminen

Turvallisesti toimiva ydinvoimalaitos tarvitsee sekä ajantasaista tekniikkaa että osaavaa henkilöstöä. Osaamisen avulla varmistetaan, että tehtävät hoidetaan oikealla tavalla kaikissa olosuhteissa.

TVO järjestää jatkuvasti koulutusta ylläpitääkseen henkilöstönsä ammattitaitoa ja osaamista. Suurin osa koulutuksesta liittyy TVO:n omaan toimintaan, etenkin laitos- ja käyttötekniikkaan.

Laitosyksiköt pidetään aina sellaisessa kunnossa, että niitä voidaan käyttää vielä seuraavat 40 vuotta.



# Tarkoin säädeltyä toimintaa

Ydinenergian tuotanto on tarkoin säänneltyä ja luvanvaraista, jotta se olisi yhteiskunnan kokonaisedun mukaista. Energian tuotannosta ei saa aiheutua vahinkoa ihmisille, ympäristölle tai omaisuudelle. Turvallisuus ja siihen vaikuttavat tekijät asetetaan aina taloudellisten tavoitteiden edelle.

## Kaiken taustalla ydinenergiainsäädäntö

Ydinenergiain nojalla on annettu ydinenergia-asetus sekä viisi ydinenergian käyttöä koskevaa valtioneuvoston päätöstä. Päätökset koskevat ydinvoimalaitosten turvallisuutta, turvajärjestelyjä, valmiusjärjestelyjä sekä voimalaitosjätteen ja käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta.

Ydinlaitoksen luvanhaltijan on muun muassa huolehdittava ydinenergian käytön turvallisuudesta ja toiminnassa syntyvistä ydinjätteistä sekä kaikista ydinjätehuollon kustannuksista. Jo vuosikymmenten ajan ydinjätehuollon kustannuksiin on varauduttu siten, että ydinvoimalla tuotetun sähkön hinnassa kerätään ydinjätevarausmaksua rahastoitavaksi Valtion ydinjätehuoltorahastoon.

Säteilyturvakeskus (STUK) toimii Suomessa ydinvoimalaitosten valvovana viranomaisena. TVO raportoi toiminnastaan säännöllisesti STUK:lle. Ydinpolttoainetta valvovat myös kansainvälinen atomienergiajärjestö IAEA ja Euroopan Atomienenergiayhteisö Euratom.

## Toimintajärjestelmä takaa turvallisuuden

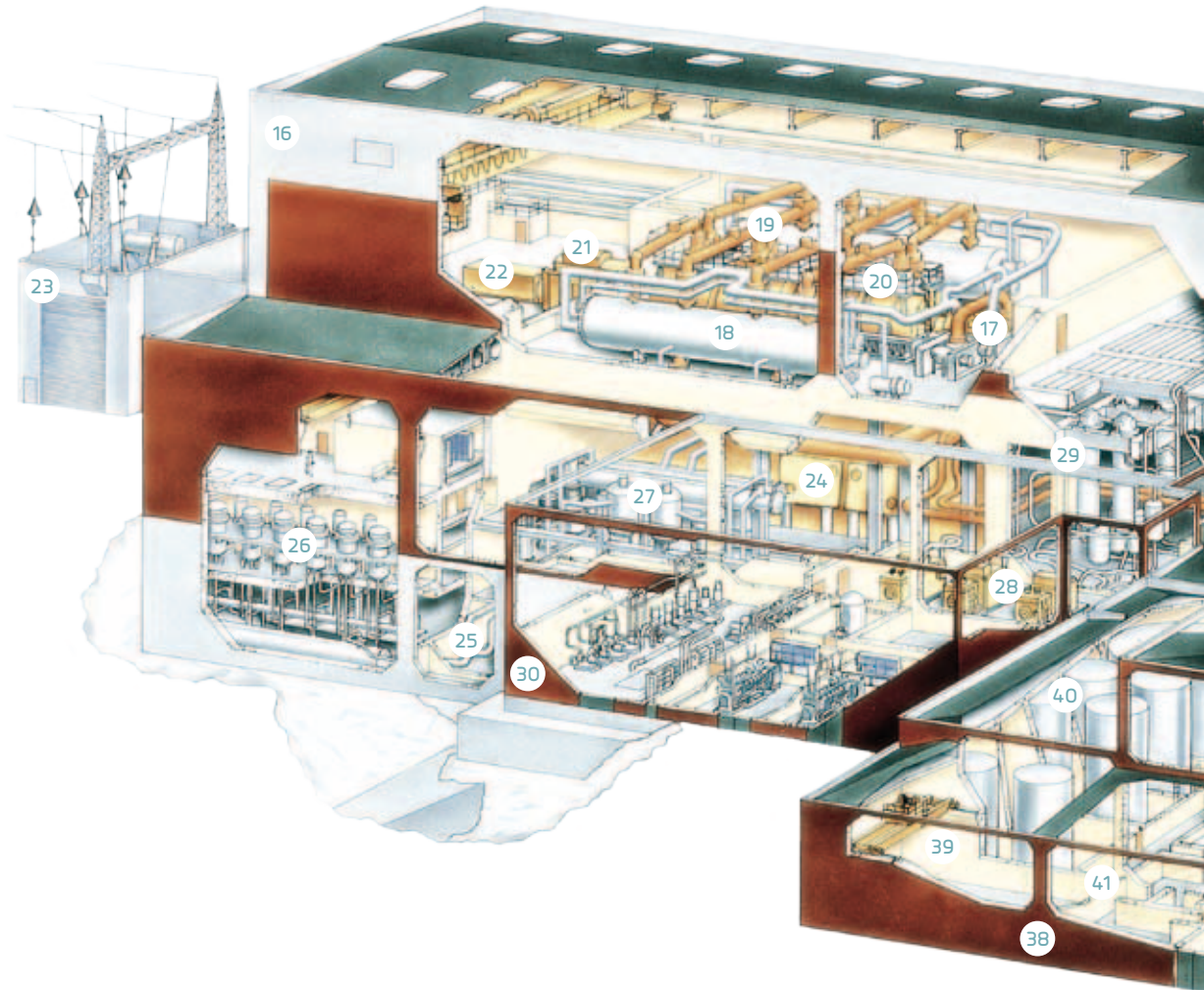
TVO:lla on käytössään toimintajärjestelmä, joka perustuu Suomen lainsäädännössä ja STUK:n ydinvoimalaitosohjeistossa määriteltyihin vaatimuksiin. Toimintajärjestelmässä on kuvattu toiminta-ajatuksen, arvojen ja politiikkojen mukaiset menettelytavat, jotka ohjaavat jokaisen

TVO:laisen ja Olkiluodossa toimivan yhteistyökumppanin työtä. Toimintajärjestelmä antaa menettelytavat turvallisen, kilpailukykyisen, laadukkaan ja ympäristöystävällisen sähköntuotannon turvaamiseksi.

TVO noudattaa kansainvälisiä laadunhallinta-, ympäristö- sekä työterveys- ja työturvallisuusstandardeja. STUK sekä ulkopuolinen sertifiointilaitos tarkastavat vuosittain, että TVO toimii näiden säädösten ja standardien mukaisesti.

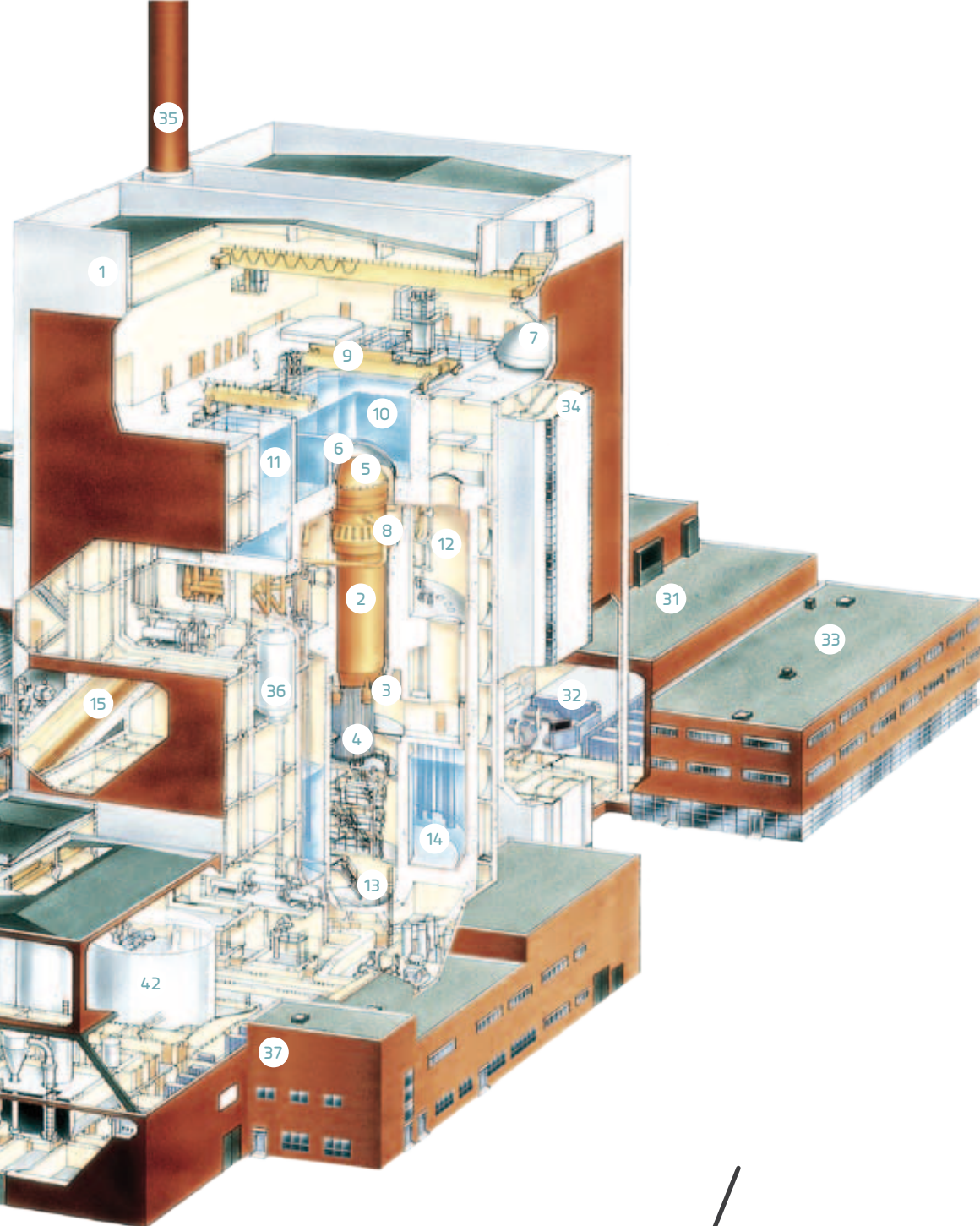


# Olkiluoto 1 ja 2 -halkileikkaus



- |    |   |    |                                    |
|----|---|----|------------------------------------|
| 1  | Reaktorirakennus  | 15 | Päähöyrylinjat                     |
| 2  | Reaktoripaineastia  | 16 | Turbiinirakennus                   |
| 3  | Pääkiertopumput   | 17 | Korkeapaineturbiini                |
| 4  | Säätösauvojen toimilaitteet                               | 18 | Välitulistin                       |
| 5  | Reaktoripaineastian kansi                                 | 19 | Höyryputket matalapaineturbiinille |
| 6  | Suojarakennuksen kupoli                                   | 20 | Matalapaineturbiinit               |
| 7  | Suojarakennuksen kupoli avattuna<br>(vuosihuollon aikana) | 21 | Generaattori                       |
| 8  | Päähöyryputket  | 22 | Magnetointikone                    |
| 9  | Polttoaineen siirtokone                                   | 23 | Päämuuntaja                        |
| 10 | Reaktoriallas   | 24 | Lauhdutin                          |
| 11 | Polttoaineallas   | 25 | Lauhdeputket                       |
| 12 | Suojarakennuksen ylempi kuivatila                         | 26 | Lauhteen puhdistus                 |
| 13 | Suojarakennuksen alempi kuivatila                         | 27 | Matalapaine-esilämmittimet         |
| 14 | Suojarakennuksen lauhdutusallas                           | 28 | Syöttövesipumput                   |
|    |   | 29 | Korkeapaine-esilämmittimet         |
|    |   | 30 |                                    |
|    |   | 38 |                                    |
|    |   | 39 |                                    |
|    |   | 40 |                                    |
|    |   | 41 |                                    |





- 30 Apurakennus
- 31 Valvomorakennus
- 32 Valvomo
- 33 Sisäänkulku-/toimistorakennus
- 34 Hissi
- 35 Ilmastointipiippu
- 36 SAM-suodatin (suojarakennuksen suodatettu paineenalennusjärjestelmä)
- 37 Aktiivikorjaamo-/laboratoriorakennus (vain OL1)
- 38 Jäterakennus
- 39 Matala- ja keskiaktiivisen jätteen varasto
- 40 Nestemäisen jätteen säiliöt
- 41 Nestemäisen jätteen käsittely
- 42 Lisävesisäiliö

## OLKILUOTO 1 JA OLKILUOTO 2 -LAITOSYKSIKÖIDEN TEKNISET TIEDOT

|                              |          |
|------------------------------|----------|
| Reaktorin lämpöteho          | 2 500 MW |
| Nettosähköteho               | 880 MW   |
| Reaktorin paine              | 70 bar   |
| Höyryn lämpötila             | 286 °C   |
| Polttoaine-elementtien määrä | 500 kpl  |
| Säätösauvat                  | 121 kpl  |

|                 |           |
|-----------------|-----------|
| Turbiinilaitos  |           |
| Bruttosähköteho | 910 MW    |
| Kierrosluku     | 3 000 rpm |

|                                   |                      |
|-----------------------------------|----------------------|
| Lauhduttimen jäähdytysvesivirtaus | 38 m <sup>3</sup> /s |
|-----------------------------------|----------------------|

# Olkiluoto 3 -halkileikkaus



## A Reaktorirakennus

- 1 Sisempi ja ulompi suojarakennus
- 2 Polttoaineen siirtokone
- 3 Höyrystin
- 4 Päähöyrylinjat
- 5 Pääsyöttövesilinjat
- 6 Reaktorin säätösauvakoneisto
- 7 Reaktoripaineastia
- 8 Primääripiirin pääkiertopumppu
- 9 Sydänsulan leviämialue
- 10 Häätäjäähdytysvesiallas
- 11 Primääripiirin paineistin
- 12 Päähöyryventtiilit
- 13 Syöttövesiventtiilit

## B Turvallisuusjärjestelmärakennus 1

## C Turvallisuusjärjestelmärakennus 2

- 14 Päävalvomo

## D Turvallisuusjärjestelmärakennus 3

## E Turvallisuusjärjestelmärakennus 4

## F Polttoainerakennus

- 15 Polttoaineen siirtokone
- 16 Polttoainealtaat
- 17 Polttoaineen siirtoputki

## G Reaktorilaitoksen apurakennus

- 18 Ilmastointipiippu

## H Jätteenkäsittelyrakennus

- 19 Jäteveden keräyssäiliö
- 20 Valvontasäiliöt
- 21 Konsentroitissäiliöt
- 22 Jätetynnyrivarasto

## I Dieselrakennus

- 23 Varavoimadieselit

## J Sisäänkulkurakennus

## K Toimistorakennus

## L Turbiinirakennus

- 24 Välitulistin
- 25 Syöttöveden korkeapaine-esilämmittimet
- 26 Korkeapaineturbiini



- 27 Matalapaineturbiini
- 28 Lauhduuttimet
- 29 Generaattori
- 30 Magnetoitkone
- 31 Syöttövesisäiliö
- 32 Syöttöveden matalapaine-esilämmitin
- 33 Syöttövesipumput
- 34 Syöttöveden matalapaine-esilämmitin

**M Kytkinlaitos**

- 35 Muuntajat

**N Merivesipumppaamo**

**O Varmennetun merivesijärjestelmän pumppaamo**

**P Suponestojärjestelmän pumput**

**Q Apuhöyrykattilarakennus**

- 36 Täyssuolanpoistetun veden varastointisäiliöt
- 37 Varasyöttömuuntaja
- 38 Päämuuntajat
- 39 Omakäyttömuuntajat
- 40 Kytkinkenttä
- 41 Korkeajännitelinjat

## OLKILUOTO 3 -LAITOSYKSIKÖN TEKNISET TIEDOT

|                              |             |
|------------------------------|-------------|
| Reaktorin lämpöteho          | 4 300 MW    |
| Nettosähköteho               | n. 1 600 MW |
| Toimintapaine                | 155 bar     |
| Tuorehöyryn lämpötila        | 291 °C      |
| Polttoaine-elementtien määrä | 241 kpl     |
| Säätösauvat                  | 89 kpl      |

**Turbiinilaitos**

|                 |             |
|-----------------|-------------|
| Bruttosähköteho | n. 1 720 MW |
| Kierrosluku     | 1 500 rpm   |

|                                    |                      |
|------------------------------------|----------------------|
| Lauhduuttimen jäähdytysvesivirtaus | 53 m <sup>3</sup> /s |
|------------------------------------|----------------------|

[www.tvo.fi](http://www.tvo.fi)



**Olkiluoto**  
27160 Eurajoki  
Puhelin 02 83 811  
Faksi 02 8381 2109

**Helsinki**  
Töölönkatu 4  
00100 Helsinki  
Puhelin 09 61 801  
Faksi 09 6180 2570

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