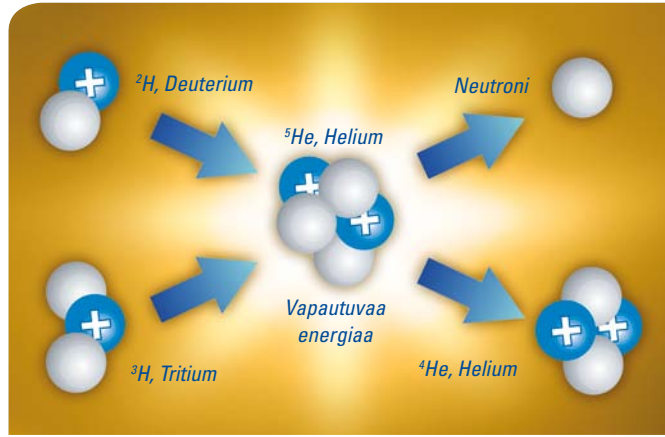




# Hyvinvointia ydinsähköllä

Teollisuuden Voima Oyj

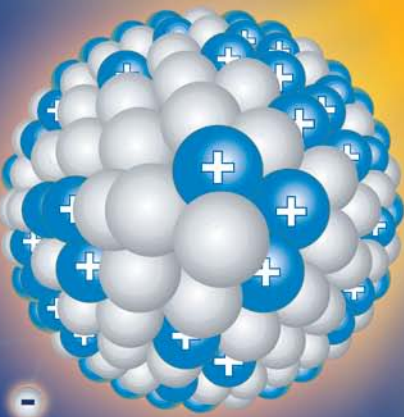
Elämäämme ylläpitävän auringon lämmöntuotto perustuu fuusioreaktioon. Fuusiovoimalaitoksen tekninen toteutus vaatii vielä vuosikymmenien kehitystyön.



Aurinko on elämän ylläpitäjä ja energian lähde.



Nykyiset ydinvoimalaitokset perustuvat fissioreaktioon.



Sähkö saa yhteiskunnan rattaat pyörimään.

$$E=mc^2$$

# Elämä vaatii energiaa

Elämä perustuu energian loputtomaan kiertokulkuun. Energia ei häviä, se muuttaa vain olomuotoaan fysiikan lakien mukaan. Muutos tapahtuu itsestään luonnossa tai ihmisen aikaansaamana.

Aurinko on kuin jättikokoinen voimalaitos. Auringon energia syntyy sen sisällä tapahtuvasta fuusiosta, jossa vety-ytimet liittyvät yhteen muodostaen heliumytimiä. Lähes kaikki tunnetut energiavarannot perustuvat auringon suoraan tai epäsuoraan energiaan.

Luonnon energialähteitä ovat kivihili, öljy, maakaasu, uraani, turve, puu ja muu biomassa, veden potentiaalienergia, tuuli, auringon säteilyenergia ja maalämpö.

Valtaosa maapallon nykyisestä energiantuotannosta perustuu fossiilisten polttoaineiden kuten kivihillen, öljyn ja maakaasun palamiseen. Palamisessa polttoaine muodostaa hapen kanssa hiilidioksidia ja vapauttaa samalla lämpöä, energiaa.

## Mitä energia on?

Energia voidaan määritellä kyvyksi tehdä työtä. Energia muuttaa muotoaan ja usein muodonmuutos ilmenee työnä. Aine ja energia ovat saman asian kaksi eri muotoa. Aine voidaan muuttaa energiaksi ja energia aineeksi.

Energian perusyksikkö on joule (J). Tehon eli sen nopeuden, jolla energiaa käytetään, yksikkö on watti (W).

## Fuusio ja fissio

Fuusio tarkoittaa ydinreaktiota, jossa kevyet atomiytimet yhtyvät raskaammiksi ja samalla vapautuu energiaa.

Fissio on fuusion vastakohta ja tarkoittaa hajoamista, halkeamista. Fissio on reaktio, jossa raskas atomiydin hajoaa kahdeksi keskiraskaaksi ytimeksi, jolloin vapautuu energiaa.

## Fissio ydinvoimalaitoksessa

Nykyiset ydinvoimalaitokset perustuvat fissiotekniikkaan. Niissä saadaan aikaan energiaa halkaisemalla ydinreaktorissa uraanipolttoaineen raskaita ytimiä keskiras-kaiksi, jolloin vapautuu energiaa ja neutroneja. Neutronien vapautuminen aiheuttaa ketjureaktion, joka pitää ydinreaktorin käynnissä. Energia vapautuu pääasiassa halkeamistuotteiden liike-energiana, joka muuttuu lämpöenergiaksi ja joka muutetaan edelleen sähköksi.

## Mitä sähkö on?

Sähkövaraus on yksi alkeishiukkasen perusominaisuuksista. Se ilmenee varattujen hiukkasten välisinä voimavaikutuksina. Sähkövirta on sähkövarausten liikettä. Sähköä kehitetään generaattoreilla. Sähköä on melko helppo siirtää ja sitä voidaan muuttaa muiksi energian muodoiksi. Sähkön kulutuksen yksikkö on kilowattitunti (1 kWh).

## Miten sähkö tehdään?

Energian, myös sähkön, tuottamisella tarkoitetaan erilaisten energialähteiden muuntamista hyötykäyttöön voimalaitoksissa.

Voimalaitoksissa on yleensä turpiineja, joita pyörittää esimerkiksi vesi, höyry, kaasu tai tuuli. Turpiinit pyörittävät generaattoreita, joissa pyörimisenergia muutetaan sähköksi.

## Uraanin tarina\*

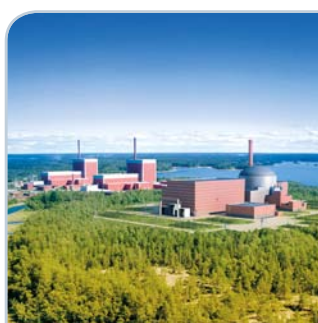
Maailmankaikkeus on muovautunut nykyisen kaltaiseksi lukuisten tähdissä tapahtuneiden ydinreaktioiden seurauksena ja eräänä tuloksena on aurinkokuntamme ja oman planeettamme, maan, synty. Ydinreaktioiden tarina on siis myös osa ihmiskunnan tarinaa.

Maailmankaikkeus, joka syntyi kuumassa alkuräjähdyksessä miljojardeja vuosia sitten, koostui aluksi vain vedystä ja heliumista. Näistä tiivistyivät painovoiman seurauksena galaksit ja tähdet. Tähtien ydinreaktioissa syntyivät muut alkuaineet. Elämälle tärkeät alkuaineet, kuten hiili, typpi, happi ja rikki ovat syntyneet hitaissa fuusioreaktioissa massiivisissa tähdissä. Rautaa raskaammat alkuaineet, kuten uraani, syntyivät jättiläistähtien nopeissa luhistumisissa eli niin sanotuissa supernova-räjähdyksissä.



\* Tiedemaailmassa nykyisin vallitseva teoria.

# TVO tuottaa sähköä suomalaisille



TVO tuottaa sähköä ydinvoimalla, kivihiilellä ja tuulella.

Teollisuuden Voima Oyj, TVO, tuottaa sähköä omistajilleen omakustannushinnalla ja rakentaa uutta voimantuotantokapasiteettia. TVO on vuonna 1969 perustettu yksityinen osakeyhtiö, joka kuuluu Pohjolan Voima -konserniin.

TVO tuottaa sähköä ydinvoimalla ja tuulella Eurajoen Olkiluodossa. Lisäksi TVO:lla on 45 prosentin osuus Meri-Porin hiilivoimalaitoksesta. TVO tuottaa sähköä omistajilleen ja niiden kautta kulutukseen eri puolille Suomea. Siitä menee puolet teollisuuden käyttöön ja puolet kotitalouksille, maatalouteen ja palvelusektorille.

TVO:n Olkiluodon ydinvoimalaitosyksiköt, Olkiluoto 1 (OL1) ja Olkiluoto 2 (OL2), ovat identtisiä ja ne on varustettu kiehumisvesireaktorilla. Turpiinlaitosten uusimisprojektin jälkeen molempien sähkön tuotantoteho on 860 MW eli yhteensä 1 720 MW.

TVO:n teho-osuus Fortumin Meri-Porin hiilivoimalaitoksesta on 257 MW.

Olkiluodossa oleva tuulivoimala on teholtaan 1 MW.

## Uusi OL3-yksikkö rakenteilla

Valtioneuvosto on myöntänyt rakentamisluvan ja Eurajoen kunta rakennusluvan vuonna 2005 uudelle Olkiluotoon rakennettavalle Olkiluoto 3 eli OL3-yksikölle. Tämän yksikön sähkön tuotantoteho tulee olemaan noin 1 600 MW.

Rakentamisesta vastaa ranskalais-saksalainen konsortio AREVA NP/Siemens, jolla on toimituksesta kokonaisvastuu.

## Vastuuta, ennakointia, avoimuutta ja jatkuvaa parantamista

TVO:n arvoina ovat vastuullisuus, ennakointi, avoimuus ja jatkuva parantaminen. TVO:n visio on olla suomalaisen yhteiskunnan arvostama ydinvoimayhtiö maailman huipulta ja toiminta-ajatus on tuottaa sähköä omistajille turvallisesti, luotettavasti, ympäristöä säästäen ja taloudellisesti.

## Pitkäjänteisyys, suunnitelmallisuus ja huolellisuus

TVO pitää pitkäjänteisellä, suunnitelmallisella ja huolellisella toiminnalla nykyiset yksiköt OL1 ja OL2 turvallisina, uudenveroisina, hyväkuntoisina ja luotettavina sekä tuotantokustannuksiltaan kilpailukykyisinä.

Uuden yksikön, OL3:n, rakentaminen toteutetaan laadukkaasti, turvallisesti ja tekniset vaatimukset täyttäen.

## Posiva ja TVONS

TVO:n ja Fortum Power and Heat Oy:n omistaman Posiva Oy:n toiminta-ajatukseen on huolehtia osakkaidensa Olkiluodon ja Loviisan ydinvoimalaitosten käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksesta. TVO:n omistusosuus Posiva Oy:stä on 60 prosenttia.

TVO:n tytäryhtiö TVO Nuclear Services Oy eli TVONS markkinoi ja myy TVO:n ydinvoimaosaamispalveluita.

# Olkiluoto

## - ydinvoimaosaamisen keskus



Sähkö pitää koko yhteiskunnan rattaat pyörimässä, mikä merkitsee meille kaikille suomalaisille työtä ja hyvinvointia. Me TVO:ssa kannamme omalta osaltamme vastuuta sähkön hankinnasta suomalaiselle teollisuudelle ja suomalaisille sähkön käyttäjille. Tuotamme sähköä turvallisesti, luotettavasti ja ilman hiilidioksidipäästöjä ympäristöä kuormittamatta.

Ydinvoima on kestävä kehityksen mukainen tuotantomuoto. Sen ympäristövaikutukset koko tuotantoketjussa uraanikaivoksesta käytetyn polttoaineen loppusijoitukseen ovat vähäiset. Olkiluodossa on valmiina jätetila matala- ja keskiaktiivisille jätteille ja tutkimuksin varmistetaan, että laitosyksiköillämme syntynyt käytetty polttoaine voidaan sijoittaa turvallisesti Olkiluodon peruskallioon.

Meillä on Olkiluodossa valmius rakentaa saarelle myös neljäs ydinvoimalaitosyksikkö. Hakemus periaatepäätöksestä jätettiin valtioneuvostolle huhtikuussa 2008. Ympäristövaikutukset on arvioitu huolella, osaamisemme on täydentynyt Olkiluoto 3:n rakentamisen myötä ja saaren infrastruktuuri on valmiina. Eurajoen kunta on tehnyt hankkeesta myönteisen päätöksen.

Yhtiömme on neljänkymmenen toimintavuoden aikana noussut maailman johtavien ydinvoimayhtiöiden joukkoon ja saamme jatkuvasti arvostusta ydinvoimaosaamisestamme. Visionamme on olla arvostettu suomalainen ydinvoimayhtiö, alansa edelläkävijä.

Toivon, että tähän esitteeseen kootut tiedot antavat lukijalle kuvan siitä, kuinka me TVO:ssa sähköntuottajana vastaamme omistajiemme ja yhteiskunnan odotuksiin.

**Jarmo Tanhua**  
Toimitusjohtaja

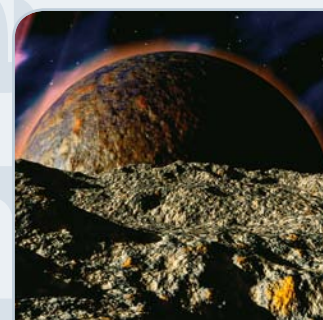
### TVO:n osakkaat ja osuudet 31.12.2009

	A-sarja	B-sarja	C-sarja	Yhteensä
EPV Energia Oy	6,5	6,6	6,5	6,5
Fortum Power and Heat Oy	26,6	25,0	26,6	25,9
Karhu Voima Oy	0,1	0,1	0,1	0,1
Kemira Oyj	1,9	-	1,9	1,1
Oy Mankala Ab	8,1	8,1	8,1	8,1
Pohjolan Voima Oy	56,8	60,2	56,8	58,3
	100,0	100,0	100,0	100,0

TVO:n tuottama sähkö toimitetaan omistajien kautta kulutukseen.

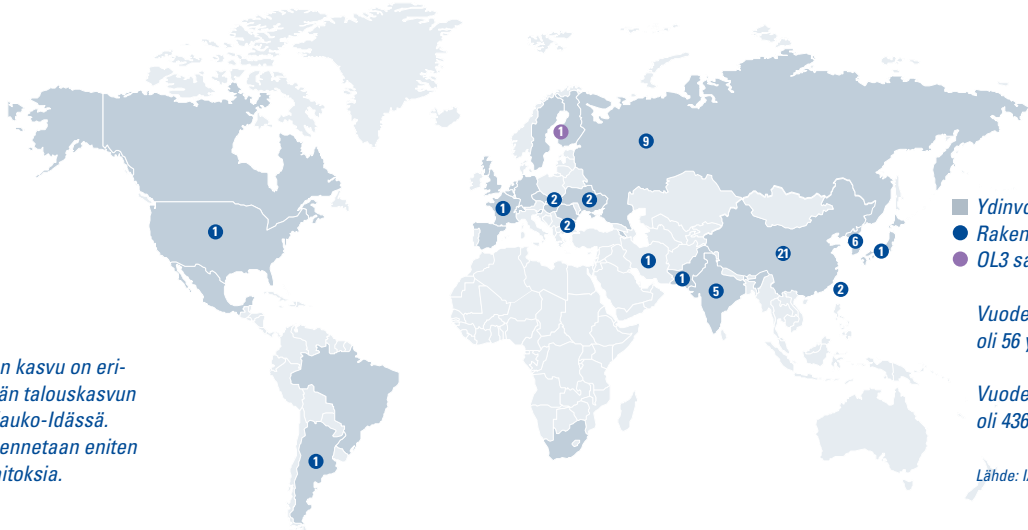
TVO:ssa on kolme osakesarjaa, A, B ja C, jotka oikeuttavat eri laitosyksiköiden tuottamaan sähkөөn.

*\* Oman aurinkokuntamme uskotaan syntyneen supernoväräjähdyksessä kokonaisen tähden luhistuessa ja kylväessä sen jälkeen sisältönsä avaruuteen tähtien väliseksi pilveksi. Myöhemmin, pilven alettua kutistua, keskelle tiivistyi aurinko ja auringon ympärille planeetta-alkiot. Korkeassa kuumuudessa aineet järjestäytyivät syntyvässä maapallossa painonsa mukaisesti: raskaimmat keskelle ja kevyimmät ulkokehälle. Aineiden järjestäytymiseen tarvittiin maapallolla olevien radioaktiivisten aineiden hajoamisessa vapautuvaa lämpöä eli reaktio, joka piti maapallon sulana. Raskaat alkuaineet, kuten uraani, rauta ja nikkeli vajosivat alas päin maapallon sisustaan. Radioaktiivisten aineiden hajoamiset lämmittävät edelleen maapallon sisäosaa pitäen sitä sulana.*



*\* Tiedemaailmassa nykyisin vallitseva teoria.*

Sähkön kulutuksen kasvu on erityisen suurta ripeän talouskasvun maissa, lähinnä Kauko-Idässä. Näihin maihin rakennetaan eniten uusia ydinvoimalaitoksia.

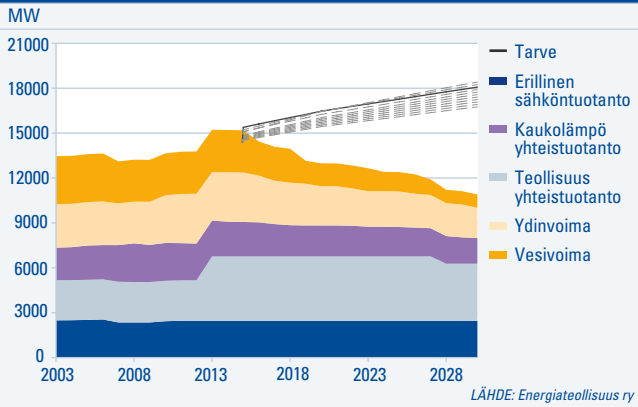


Vuoden 2010 alussa rakenteilla oli 56 yksikköä 15 maassa.

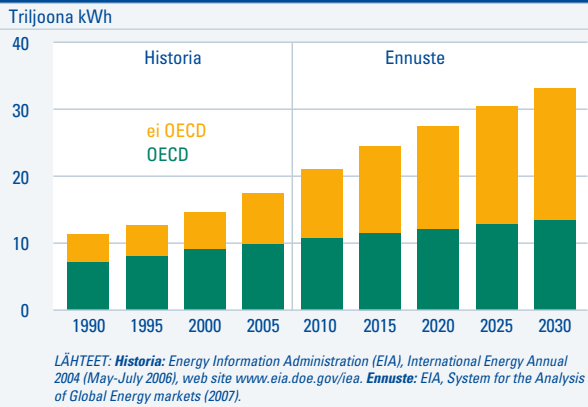
Vuoden 2010 alussa käytössä oli 436 yksikköä 29 maassa.

Lähde: IAEA

### Sähkön tehon tarpeen vs. kapasiteetin kehitys



### Maailman sähköntuotannon ennuste



Sähkön tarve kasvaa, vaikka uudet teollisuusprosessit ja kotitalouksien kodinkoneet suunnitellaan energiaa säästäviksi. Markkinoille tulee jatkuvasti uusia sähkölaitteita niin työelämään kuin vapaa-aikaan.

# Maailma pyörii sähköllä

Sähköenergia kuuluu modernin yhteiskunnan perustekijöihin. Sähkö on tärkeä perushyödyke kotitalouksille ja keskeinen tuotantopanos elinkeinoelämälle. Sähkön kulutuksen arvioidaan lähes kaksinkertaistuvan maailmassa kahtena tulevana vuosikymmenenä.

Toimiva energiajärjestelmä takaa maan elinkeinoelämän toiminnan ja sitä kautta osaltaan kaikkien suomalaisten hyvinvoinnin.

Sähkön käyttö Suomessa jakautuu lähes tasan teollisuuden ja muiden sektoreiden kesken: teollisuus käyttää sähköstä puolet ja toinen puoli käytetään kotitalouksissa, palvelusektorilla ja maataloudessa.

Sähköä tarvitaan niin teollisuusprosesseihin kuin teollisuustilojen ja kotien lämmittämiseen kylminä vuodenaikoina ja jäädyttämiseen helteellä, veden lämmittämiseen, kylmäkalusteisiin sekä lisääntyviin vapaa-ajan välineisiin ja elektroniikkaan.

## Sähköntarve kasvaa Suomessa

Taloukasvu lisää sähkön tarvetta ja samalla nouseva elintaso kasvattaa kotitalouksien sähkön kulutusta.

Sähkön kulutus kasvoi Suomessa koko 1900-luvun ja kasvun arvioidaan edelleen jatkuvan pitkällä aikavälillä keskimäärin yli yhden prosentin vuosivauhtia.

Elinkeinoelämä arvioi syksyllä 2009 sähkön kulutuksen olevan lähes 110 TWh vuonna 2030.

Hyvinvoivassa ja menestyvässä Suomessa sähköntarve kasvaa kaikilla osa-alueilla. Huolimatta jo ennestään korkean energiatehokkuuden jatkuvasta parantamisesta teollisuuden sähkön tarve kasvaa. Yhä laadukkaampien teollisuustuotteiden valmistaminen lisää erityisesti sähköenergian käyttöä.

Palveluiden sähkön käytön arvellaan tulevaisuudessa kasvavan huomattavasti eli

noin neljäkymmentä prosenttia vuoteen 2030 mennessä.

Asumisväljyys on Suomessa kasvanut ja perhekoko pienentynyt. Loma-asuntojen ja kakkosasuntojen määrä on lisääntynyt ja niiden varustelutaso parantunut. Sähkölaitteiden määrä kasvaa myös tulevaisuudessa. Lämmityksessä sähköä käyttävät lämpöpumput tulevat olemaan jatkossa yhä merkittävämmässä asemassa. Sähkön käyttö lisääntyy tulevaisuudessa myös autojen energialähteenä.

## Lisää sähköntuotantoa tarvitaan

Energiateollisuuden tekemän selvityksen mukaan maassamme tarvitaan merkittävästi investointeja uuteen sähkön tuotantokapasiteettiin. Tällä vuosikymmenellä käytöstä poistuu runsaasti vanhenevia voimalaitoksia. Tuontiriippuvuutta on vähennettävä olennaisesti, koska lähialueidemme kyky tuottaa sähköä vientiin heikkenee kaiken aikaa. Sähkön kysyntä kasvaa huolimatta energiatehokkuuden jatkuvasta parantamisesta. Uutta sähköntuotantokapasiteettia arvioidaan vuoteen 2030 mennessä tarvittavan 7 000 – 8 000 megawattia ja vuoteen 2050 mennessä 19 000 – 27 000 MW. Tätä vajetta on täytettävä mahdollisimman paljon kotimaisella hiilidioksidipäästöttömällä ja kohtuuhintaisella sähkön tuotannolla. Ydinvoima on sähkön saannin varmuuden, sähkön kilpailukykyisten tuotantokustannusten ja päästöjen rajoittamisen kannalta kokonaisuutena tarkasteltuna erittäin hyvä tuotantomuoto.

*\* Maapallon ytimen sula osa luo voimakkaan magneettikentän, joka toimii maapallon suoja-kuorena ja elämän säilyttäjänä. Sulan osan radioaktiiviset aineet, kuten uraani, edesauttavat raudan pysymistä sulana. Magneettikenttä puolestaan estää auringon suurienergisien sähkömagneettisten säteilyn ja hiukkassäteilyn eli aurinkotuulen pääsyn maapallolle. Aurinkotuulen tunkeutumisyrittäminen maapallolle näkyy meillä revontulina. Maapallon kuuma sisus saa aikaan myös laattatekniikan nimellä tunnetun ilmiön. Sen ansiosta sedimenttikiviin kertynyt hiili kulkeutuu syvälle vaippaan ja vapautuu taas vulkaanisessa toiminnassa. Tämä hiilen kierto pitää yllä maapallon lämpötasapainoa ja mahdollistaa elämälle otolliset olosuhteet.*



*\* Tiedemaailmassa nykyisin vallitseva teoria.*

# Kilpailukykyä teollisuudelle, hyvinvointia suomalaisille



TVO tuottaa Suomessa käytetystä sähköstä noin kuudesosan. Suomessa käytettiin vuonna 2009 sähköä yhteensä 80,8 TWh (terawattituntia), josta TVO tuotti noin 15,3 TWh.

TVO on tuottanut suomalaiselle yhteiskunnalle sähköä 1970-luvun lopulta alkaen yhteensä jo yli 370 TWh.

TVO:n tuottama sähkö palvelee sekä Suomen teollisuutta että koko yhteiskuntaa ja tuo hyvinvointia suomalaisille kuluttajille.



## TVO tuottaa perusvoimaa kustannustehokkaasti

Ydinvoima sopii erinomaisesti Suomen sähköntuotantojärjestelmään.

Polttoainekustannusten osuus ydinvoimalaitoksen sähkön tuotantokustannuksista on alhainen: noin 15 prosenttia. Polttoaineen hinnan vaihtelu vaikuttaa tuotantokustannuksiin vähemmän ydinsähkössä kuin esimerkiksi kaasulla tai hiilellä tuotetussa sähkössä.

Ydinvoimalla tuotetun sähkön hinta on vakaa ja ennustettavissa. Ydinvoima sopii erinomaisesti sähkön perustarpeen kattamiseen.

Ydinvoimalla tuotetun sähkön tuotantokustannuksista suurimman osuuden muodostaa investointikustannus. Se on Olkiluodossa uudella yksiköllä noin 60 prosenttia ja alenee vähitellen tulevien käyttövuosien aikana. Voimalaitoksen käyttökustannukset ovat uudella yksiköllä noin 15 prosenttia ja jätahuoltokustannukset noin 10 prosenttia sähköntuotantokustannuksista.



*Teollisuuden hyvinvointi heijastuu suomalaisen yhteiskunnan parhaaksi.*

Varautuminen käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen muodostaa suurimman erän jätahuoltokustannuksista. Varat tulevaan jätahuoltoon kerätään tuotetun sähkön hinnassa valtion hallinnoimaan ydinjätahuoltorahastoon.

## Korkeat käyttökertoimet kertovat hyvästä toimivuudesta

Ydinvoimalaitoksen käyttökerroin ilmaisee, kuinka hyvin laitos yltää suunniteltuun tehoon ja käyttöaikaan. TVO:n molempien yksiköiden OL1:n ja OL2:n käyttökertoimet ovat aina olleet maailmanlaajuisesti huippuluokkaa. Korkeat käyttökertoimet kertovat luotettavasta toiminnasta.

## Turvallisuus mitataan kansainvälisellä INES-asteikolla

Ydinvoimalaitoksilla sattuvia poikkeuksellisia tapahtumia varten on laadittu kansainvälinen, seitsenportainen INES-asteikko (International Nuclear Event Scale). TVO:n yksiköillä ei ole sattunut vakavasti turvallisuuteen vaikuttavia INES-tapahtumia.

Laitoksen turvallisuus on aina ensisijainen tekijä kaikessa TVO:n toiminnassa, ja käytön turvallisuutta seurataan jatkuvasti.

## Ei kasvihuonekaasuja

Ydinenergian käytöstä ei aiheudu päästöjä normaaliolosuhteissa juuri lainkaan. Ydinvoimalaitos ei edistä kasvihuoneilmiötä, ei tuota happamoitumista edistäviä päästöjä eikä ilman laatua heikentäviä hiukkaspäästöjä.

Kansainväliset ilmastomuutoksen hallintaan tähtäävät sopimukset edellyttävät myös Suomelta hiilidioksidipäästöjen vähentämistä. TVO:n tuottama sähkö edistää näiden sopimusvelvoitteiden saavuttamista. Käyttöikänsä aikana TVO:n yksiköt ovat jo vähentäneet Suomen sähköntuotannon hiilidioksidipäästöjä noin kolmanneksella verrattuna siihen, jos vastaava sähkö olisi tuotettu kivihiehellä.

### Hyvinvointia ja palveluita arkeen

Palveluihin kuuluu monenlaisia toimintoja, jotka tähtäävät hyvinvoinnin lisäämiseen. Suomalaisen elämänmenon on nykyisin entistä enemmän riippuvainen sähköstä.

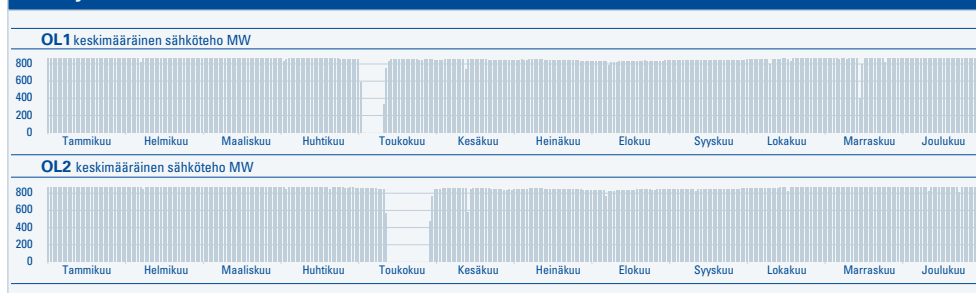
Sähkökatkos lamauttaa pahimmillaan yhteiskunnan toiminnot. Kaupan ja pankkien palveluissa sähköisillä palveluilla on nykyisin merkittävä rooli.

Kotitöitä helpottavat laitteet lisääntyvät. Sähkölaitteet keventävät niin työelämässä mukana olevien kuin ikääntyvien henkilöiden arkea.

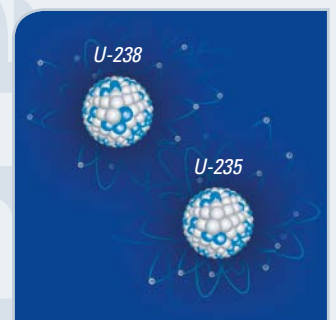
Ikääntyvien ihmisten määrä kasvaa Suomessa, ja tarve erilaisille palveluille, erityisesti terveyspalveluille lisääntyy. Suomessa pyritään tukemaan turvallista itsenäistä asumista. Uudet nykyaikaiset sähköiset ratkaisut helpottavat kansalaisten elämää monin eri tavoin.

*Ydinvoimalaitoksen polttoaineena käytetään raskainta luonnossa esiintyvää alkuainetta, uraania. Luonnossa esiintyvä uraani on pääosin muotoa U-238. Saman alkuaineen atomeja, jotka eroavat toisistaan ytimessä olevien neutroneiden määrän suhteen, kutsutaan isotoopeiksi. U-238 on uraanin raskain isotooppi. Siinä on ytimessä enemmän neutroneja kuin kevyemmässä isotoopissa U-235, jonka osuus luonnon uraanista on noin 0,7 prosenttia. Ydinvoimalaitokset maailmalla hyötykäyttävät polttoaineena myös ydinaseriisunnan seurauksena saatua uraania.*

### OL1 ja OL2 tuotanto 2009



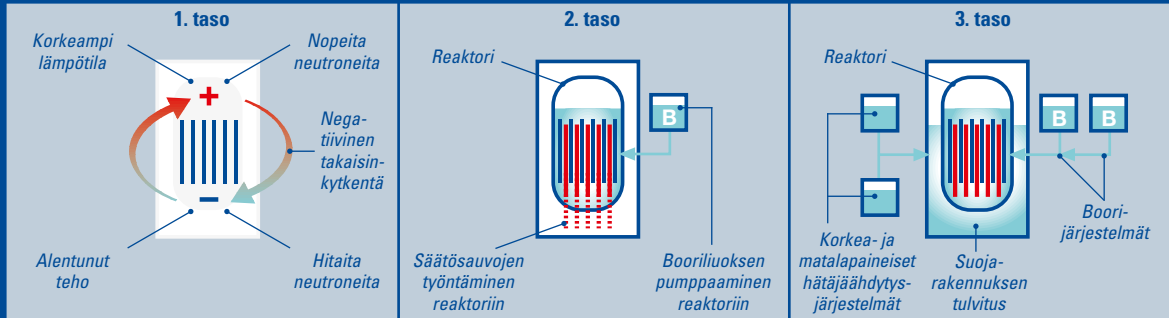
*Olkiluodon laitosyksiköt tuottavat sähköä yötä päivää, kesät talvet. Poikkeuksina tasaisessa ympärivuotisessa tuotannossa ovat vuosihuoltojen aikaiset seisokit sekä erilaiset määräaikaiskokeet.*



## Turvallisuus nojaa kahteen pääperiaatteeseen:

1. Syvyysuuntainen turvallisuusperiaate
2. Moninkertaiset vapautumisesteet

### Esimerkkejä syvyysuuntaisesta turvallisuusperiaatteesta



Reaktorin lämpötilan kasvaessa sen teho laskee, koska lisääntynyt kiehuminen tuottaa vähemmän hitaita neutroneita ja siten hidastaa ketjureaktiota.

Reaktori voidaan sammuttaa muutamassa sekunnissa kahdella eri periaatteella toimivalla järjestelmällä.

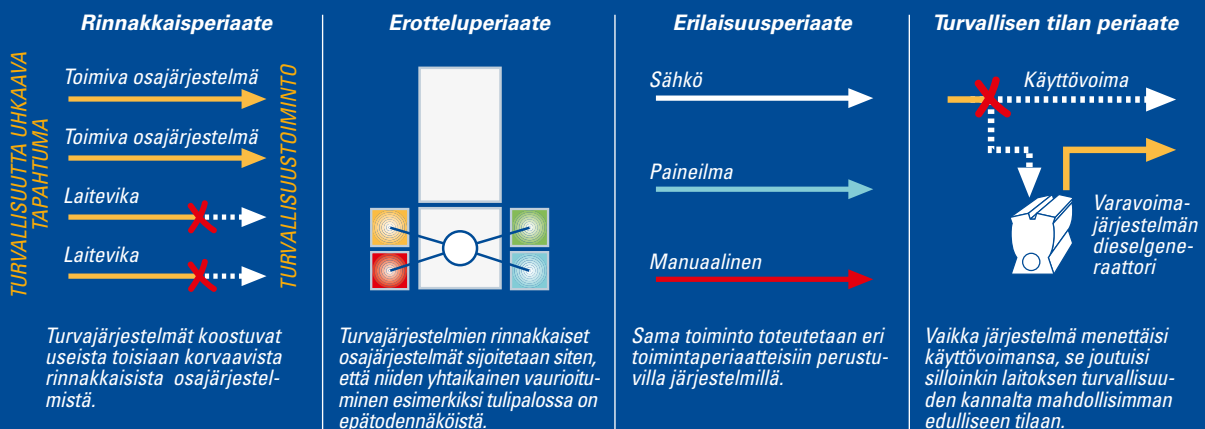
Onnettomuustilanteessa turvajärjestelmät estävät tai lieventävät seurauksia.

### Moninkertaiset vapautumisesteet



Yksi ydinturvallisuuden keskeisiä periaatteita on moninkertaisten esteiden järjestäminen radioaktiivisten aineiden ja ympäristön välille.

### Esimerkkejä muista tärkeistä turvallisuusperiaatteista



# Ydinenergiaa turvallisesti

TVO:n ydinvoimalaitoksen henkilöstön päätavoitteena on varmistaa laitosyksiköiden turvallinen käyttö kaikissa olosuhteissa. He pitävät turvallisuudesta kiinni tinkimättä. Henkilökunta pyrkii eliminoidaan ennakolta häiriötilanteet, ja niihin on varauduttu myös moninkertaisin teknisin järjestelmin.

Ydinvoimalaitoksen suunnittelussa on lähdetty siitä oletuksesta, että laiteviat voi esiintyä ja että käyttäjä voi tehdä inhimillisiä virheitä. Erilaiset häiriöiden mahdollisuudet on jo ydinvoimalaitoksen suunnittelussa analysoitu huolella ja yksiköt on varustettu moninkertaisin turvallisuusjärjestelmin, jotka perustuvat hyväksi havaittuun tekniikkaan ja luotettaviin koetuloksiin.

## Moninkertaiset turvallisuusjärjestelmät

Olkiluodon ydinvoimalaitoksella on moninkertaiset ja eri periaatteilla toimivat turvallisuusjärjestelmät, joiden avulla häiriötilanteet havaitaan ja saadaan nopeasti hallintaan.

Turvallisuusjärjestelmien automaatio ja sähkönsyöttö ovat erillään normaalin käytön järjestelmistä.

Valtioneuvoston päätöksen 395/91 mukaisesti tärkeimpien turvallisuuslaitosten järjestelmien on pystyttävä toimimaan, vaikka mikä tahansa järjestelmän yksittäinen laite olisi toimintakyvytön, tai vaikka mikä tahansa turvallisuuslaitosten vaikuttava laite olisi samanaikaisesti poissa käytöstä korjauksen tai huollon vuoksi.

## Häiriöt ennakoitaa

TVO käyttää häiriöiden ennakoitamiin todennäköisyysperustaisia turvallisuus- ja käytettävyyssuunnitelmia.

TVO:n toimintaa ja turvallisuutta parannetaan jatkuvasti keräämällä koko henkilöstöltä ilmoituksia pienistäkin ns. läheltä piti -tapauksista.

## Viranomaisvalvonta on jatkuvaa

TVO:n ydinvoimalaitoksen toimintaa valvotaan jatkuvasti ydinenergialain ja ydinenergia-asetuksen mukaisesti. Viranomaiset valvovat laitosyksiköiden käyttöä tiukkojen ohjeiden mukaisesti.

Säteilyturvakeskus (STUK) toimii Suomessa ydinvoimalaitosten valvovana viranomaisena. TVO raportoi toiminnastaan säännöllisesti STUKille. Ydinpolttoainetta valvovat myös kansainvälinen atomienergiajärjestö IAEA sekä Euroopan Atomienergia-yhteisö Euratom.

## Jatkuva koulutus simulaattorilla

OL1:n ja OL2:n ohjaajien koulutus kestää noin kolme vuotta. Koulutuksessa käytetään laitostoimintoja tarkasti mukailevaa koulutussimulaattoria sekä opiskellaan teoriaa.

Ydinvoimalaitosyksiköitä käyttävät vain henkilöt, jotka ovat osoittaneet laitostuntemuksensa ja järjestelmien hallinnan. Säteilyturvakeskus järjestää näyttö- ja teoriakokeet. Vain kokeen hyväksytysti suorittaneet eli lisenssin saaneet voivat toimia OL1-, OL2- ja uuden OL3-yksikön ohjaajina.



*Yksiköiden valvomoissa on aina paikalla laitoksen käyttöön lisenssin saaneet vuoropäällikkö ja ohjaajat.*

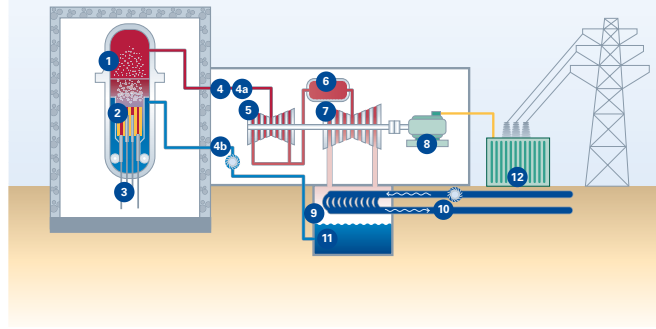
*Uraanin aiheuttama säteilytaso on luonnossa alhainen. Uraani on luonnossa yleinen alkuaine, yleisempi kuin esimerkiksi kulta. Uraania on maapallon meriin liuenneena arviolta 4 miljardia tonnia. Maankuoressa on yleensä keskimäärin noin neljä grammaa uraania tonnissa.*

*Uraanin varantojen arvioidaan riittävän vuosisadoiksi. Suurimmat tunnetut uraanivarannot ovat Australiassa, Kanadassa, Kazakstanissa, Uzbekistanissa, Etelä-Afrikassa ja Namibiassa.*

*Uraania louhitaan esiintymistä, joissa on 0,3–200 kiloa uraania tonnissa malmia. Suomessa on neliökilometrin suuruisella alueella metrin syvyyteen ulottuvassa kerroksessa uraania noin 4 500 kiloa. Suomessa tiedetään olevan useita uraanialueita, joiden kaivosmahdollisuuksia tutkitaan.*

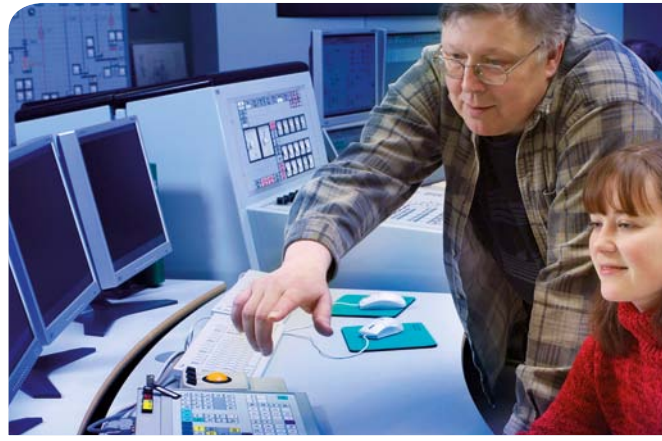


## Kiehumusvesilaitoksen periaatekaavio



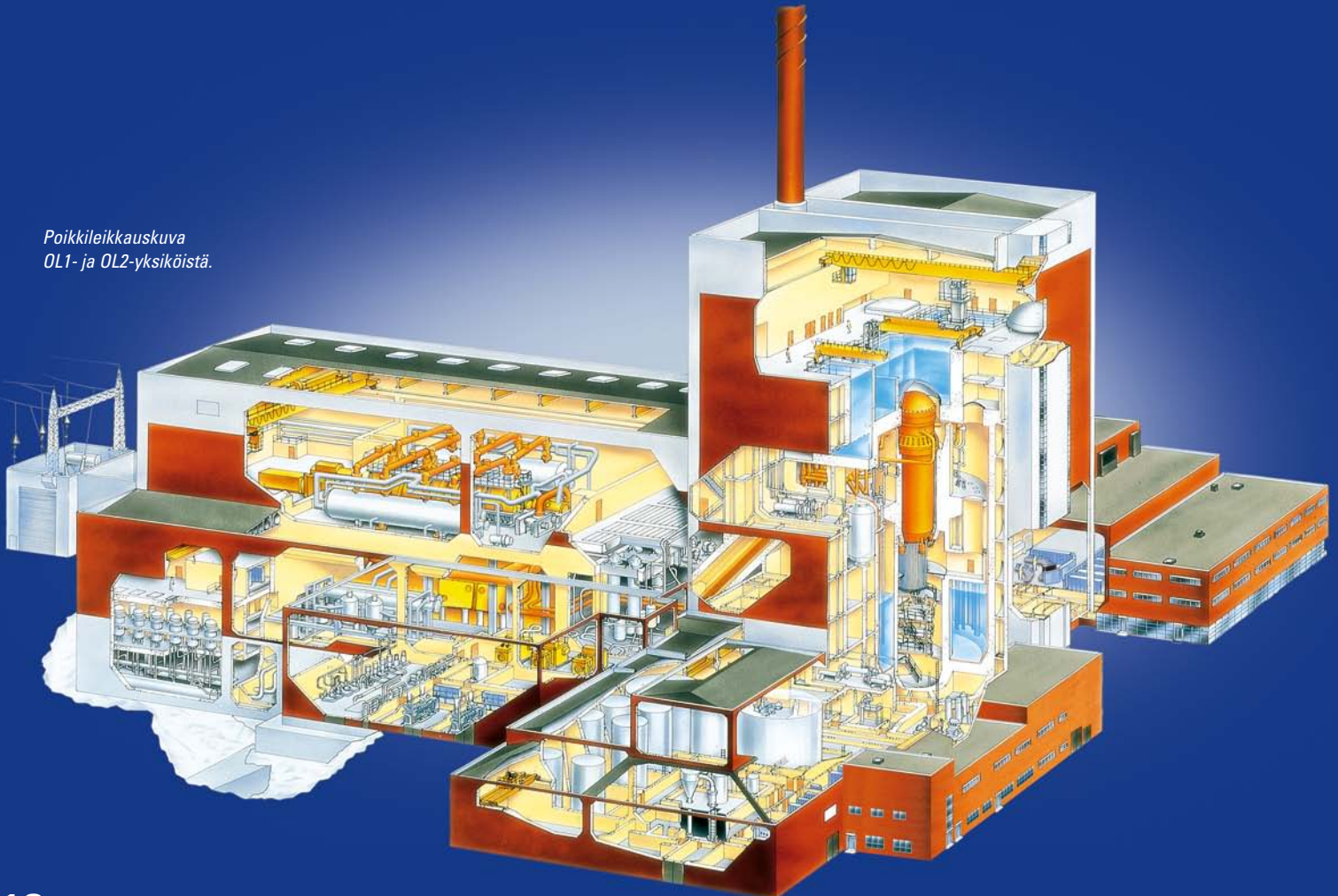
1. Reaktori
2. Sydän
3. Säätösauvat
4. Primääripiiri
- 4a. Höyry turpiinille
- 4b. Vesi reaktoriin
5. Korkeapaineturpiini

6. Välitulstin
7. Matalapaineturpiini
8. Generaattori
9. Lauhdutin
10. Merivesipiiri
11. Lauhdevesi
12. Muuntaja



Ydinvoimalaitoksen ohjaajien koulutus kestää useita vuosia.

Poikkileikkauskuva OL1- ja OL2-yksiköistä.



# OL1 ja OL2 pidetään uudenveroisina

TVO:n toiminnan kulmakivenä on pitää pitkäjänteisellä, suunnitelmallisella ja huolellisella toiminnalla nykyiset yksiköt OL1 ja OL2 turvallisina, uudenveroisina, hyväkuntoisina ja luotettavina sekä tuotantokustannuksiltaan kilpailukykyisinä.

TVO pitää OL1- ja OL2-ydinvoimalaitosyksikkönsä uudenveroisina. Laitosyksikköjä uudistetaan ja kehitetään jatkuvasti siten, että ne vastaavat nykyajan vaatimuksia.

## Laitosyksiköt huolletaan ja tarkastetaan joka vuosi

Kummallakin laitosyksiköllä pidetään joka vuosi vuosihuolto. Vuosihuoltoja TVO:n laitosyksiköillä on vuoden 2009 loppuun mennessä ollut yhteensä jo 58.

Joka toinen vuosi pidetään noin kahden viikon mittainen huoltoseisokki, jossa tehdään polttoainevaihdon, määräaikaistarkastusten, ennakkohuoltojen ja korjausten lisäksi merkittäviä muutos- ja modernisointitöitä sekä tarkastetaan laitoksen kunto. Joka toinen vuosi on vuorossa lyhyempi polttoainevaihtoseisokki, jolloin polttoainevaihton ja korjausten lisäksi tarkastetaan laitoksen kunto.

## Uudistuksia suunnitellusti ja jatkuvasti

Normaalien vuosihuoltojen lisäksi TVO toteuttaa noin kerran vuosikymmenessä laajan huoltoseisokin, johon keskitetään suuret laitosmuutoskokonaisuudet.



Voimalaitosyksiköllä toteutettavissa pitkissä vuosihuolloissa 2010 (OL1) ja 2011 (OL2) uusitaan mm. matalapaineturpiinit.

Vuosina 1995–1998 voimalaitosyksiköillä OL1 ja OL2 toteutettiin reaktoriin ja turpiiniin liittyvien järjestelmien modernisointihanke. Tämä voimalaitosyksiköiden modernisointi käsitti kaikkiaan noin 40 isoa työkokonaisuutta.

Vuosina 2005–2006 toteutettiin turpiinilaitoksen uudistus, jolloin uusittiin muun muassa voimalaitoksen välitulistimet, korkeapaineturpiinit, turpiiniautomaatiot sekä 6,6 kV:n keskijännitekojeistot.

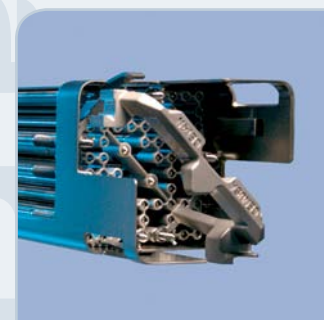
Voimalaitosyksiköillä toteutettavissa pitkissä vuosihuolloissa 2010 (OL1) ja 2011 (OL2) uusitaan mm. matalapaineturpiinit, merivesipumput, päähöyryputkien sisemmät eristysventtiilit ja päägeneraattorit. Edellä esitetyillä muutoksilla saadaan turpiinilaitoksen hyötysuhdetta parantamalla lisätehoa jopa 25 MW / laitosyksikkö.

## Perusteellinen koekäyttö muutosten jälkeen

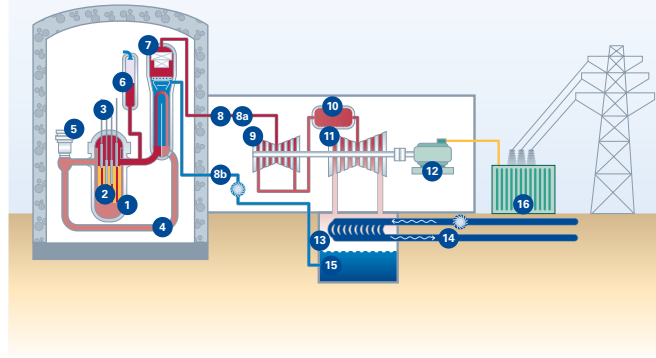
Laitosyksiköillä tehdään laaja koekäyttö rakenteellisten muutosten jälkeen. Säteilyturvakeskus seuraa paikan päällä koekäyttöohjelmien mukaista koekäyttöä.

Louhittu uraanimalmi rikastetaan ensin noin 70-prosenttiseksi uraanirikasteeksi. Väkevöintiä eli isotooppirikastusta varten se muunnetaan kaasumaiseksi uraaniheksafluoridiksi. Väkevöinnissä halkeamiskelpoisen U-235:n määrä noin viisinkertaisesti. Väkevöity uraani muunnetaan takaisin uraanidioksidijauheeksi, josta valmistetaan sintraamalla polttoainetabletteja. Nämä ladotaan polttoainesauvoihin, jotka kootaan nipuiksi. Olkiluodossa reaktoreissa OL1 ja OL2 on yhdessä polttoainepipussa noin 180 kilogrammaa uraania. OL3:n polttoainepipussa uraania on noin 530 kilogrammaa.

TVO:n käyttämä uraanipolttaine valmistetaan Saksassa, Ruotsissa tai Espanjassa. Väkevöity uraani on heikosti radioaktiivista. Tuoreeseen eli käyttämättömään uraanipolttaineeseen ei liity säteilyvaaraa.



## Painevesilaitoksen periaatekaavio



1. Reaktori
2. Sydän
3. Säätöelementit
4. Primääripiiri (veden kierto)
5. Pääkiertopumppu
6. Paineistin
7. Höyrystin
8. Sekundääripiiri
- 8a. Höyry turpiinille

- 8b. Vesi höyrytimille
9. Korkeapaineturpiini
10. Välitulistin
11. Matalapaineturpiini
12. Generaattori
13. Lauhdutin
14. Merivesipiiri
15. Lauhdevesi
16. Päämuuntaja



Reaktorilaitoksen reaktoripaineastia tuli Olkiluotoon merikuljetuksena vuoden 2009 alussa.

Poikkileikkauskuva OL3-yksiköstä.



# OL3:ssa kehittyneintä tekniikkaa

Suomen viides ydinvoimalaitosyksikkö OL3 on rakenteilla Olkiluodon saaren länsipäähän, OL1- ja OL2-yksiköiden viereen. OL3-yksikön rakentamisesta vastaa kokonaisuudessaan avaimet käteen -periaatteella AREVA NP:n ja Siemensin muodostama konsortio.

Laitosyksikön rakentamisessa AREVA NP vastaa reaktorilaitoksen valmistumisesta ja Siemens turpiinilaitoksesta. Molemmat yhtiöt ovat maailman huipputekniikka-alallaan.

## Hyvän teknologian harkittua kehitystyötä

Uudessa OL3-yksikössä on EPR-painevesireaktori (European Pressurized water Reactor). Laitosyksikön sähköteho on noin 1 600 MW.

Uusi OL3-yksikkö on edistysellinen ja edustaa alansa huipputekniikkaa. Erityisesti turvallisuusominaisuuksia on kehitetty samantyyppisistä laitoksista saatujen kokemusten perusteella: lähtökohtana yksikön suunnittelussa ovat olleet käytössä olevat ranskalaiset N4- ja saksalaiset Konvoityyppiset ydinvoimalaitokset.

OL3:n tekniset perusratkaisut perustuvat muun muassa näiden laitosten hyviin käyttökokemuksiin. Uusia teknisiä ominaisuuksia on maltillisesti lisätty kehittämällä edelleen turvallisuutta, tuotantokykyä ja luotettavuutta.



Rakentamisessa tarvitaan tarkkuutta myös paperitöissä.

## Keskeiset parannukset Euroopan uusimpiin laitoksiin verrattuna

OL3-yksikön suunnittelussa on lukuisia parannuksia, joista keskeisiä ovat:

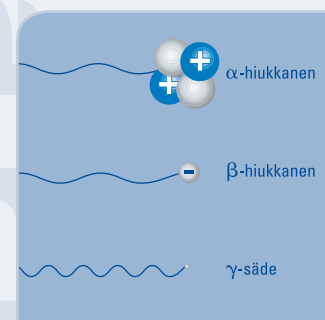
- vakavan reaktorionnettomuuden mahdollisuus on huomioitu suunnittelussa ja laitoksen rakenteessa alusta alkaen.
- laitoksen digitaalinen ohjaus- ja automaatiojärjestelmä varmennetaan analogisella järjestelmällä.
- laitosyksikkö on suunniteltu kestämään myös suuren lentokoneen törmäyksen.

Lisäksi tekniikan kehityksestä kertoo se, että OL3:n sähköntuotanto on tehokkaampaa ja taloudellisempaa. Myös radioaktiivista jätettä syntyy vähemmän jokaista tuotettua megawattituntia kohden, koska polttoainetta pystytään hyödyntämään tehokkaammin.

## Sähköä useaksi vuosikymmeneksi

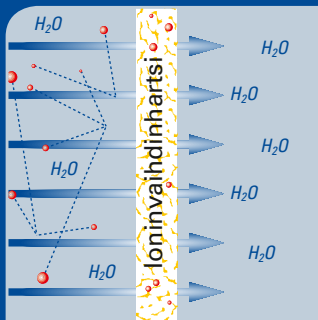
OL3-yksikön on mahdollista päästä taloudellisesti vähintään 60 vuoden toiminta-aikaan, sillä vaikeasti vaihdettavissa olevat laitteet ja rakenteet, kuten reaktoripaineastia ja suojarakennus, on suunniteltu kestämään vähintään 60 vuotta. Muut rakenteet ja laitteet voidaan tarvittaessa uusia useammin.

*Radioaktiivisia aineita ja niiden lähettämää säteilyä esiintyy kaikkialla luonnossa.  $\alpha$ -säteily ja  $\beta$ -säteily ovat pitkäaalloista hiukkassäteilyä, joilta suojaavat ohuet kerrokset, esimerkiksi iho tai muovi. Ydinvoimalaitoksessa syntyy uraanin atomiytimen hajoamisreaktiossa  $\alpha$ - ja  $\beta$ -säteilyn lisäksi lyhytaalloista ja läpätunkevaa gammasäteilyä. Vesi, lyijy, betoni ja teräs suojaavat gammasäteilyltä. Suomalainen saa suurimman osan säteilyannoksestaan luonnossa esiintyvistä säteilystä. Suomalaisen säteilyannoksesta yli puolet tulee radonista, jota syntyy luonnossa olevan uraanin radioaktiivisessa hajoamisketjussa.*





Kaikki ydinvoimalaitoksella käytettävä materiaali tarkastetaan.



Prosessivedestä valmistetaan nykyaikaisin menetelmin mahdollisimman puhdasta.

Laitosyksiköllä työntekijät käyttävät työtehtävien mukaista suojavaatetusta ja lisävarusteita. Työkohteet suojataan aina säteilyvalvonnan antamien ohjeiden mukaan.



Ydinvoimalaitoksen ohjaajat kouluttautuvat jatkuvasti. Laitossimulaattori on tärkeä osa koulutusta. Laitoksen ajoon oikeuttava lisenssi on voimassa kolme vuotta kerrallaan.

Säteilyturvakeskuksen paikallistarkastaja Jarmo Konsin työhön kuuluu muun muassa laitoksen käytön valvonta, käynnistyslupan antaminen seisokkien jälkeen sekä osallistuminen laitosohjaajien lisensointitilaisuuksiin.



### INES-asteikon vakavuusluokat

		TVO:n INES-tapahtumat											
		Luokka 2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009		
Erittäin vakava onnettomuus	7	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vakava onnettomuus	6	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ympäristölle vaaraa aiheuttava onnettomuus	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Laitosonnettomuus	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vakava turvallisuuteen vaikuttava tapahtuma	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Merkittävä turvallisuuteen vaikuttava tapahtuma	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Poikkeuksellinen turvallisuuteen vaikuttava tapahtuma	1	1	-	1	1	7	-	3	-	2	5	3	
Ei merkitystä ydin- eikä säteilyturvallisuuden kannalta	0	0	6	7	5	10	6	3	4	5	5	2	

Ydinvoimalaitosten poikkeuksellisia tapahtumia luokitellaan kansainvälisen INES-asteikon mukaan. Suomessa päätöksen luokituksesta tekee Säteilyturvakeskus. Olkiluodon voimalaitoksessa INES 1-luokan tapahtumia ovat olleet esimerkiksi öljyvuodosta aiheutunut palonalku ja se, ettei höyrylinjan eristysventtiili sulkeutunut määräaikaikokeessa.

# Turvallisuuskulttuuria kehitetään jatkuvasti

Jatkuva parantaminen ja ennakointi kuuluvat TVO:n arvoihin. Hyväkin voi aina parantaa ja ennakointi auttaa ehkäisemään häiriöitä. Turvallisuuskulttuuri muodostuu toimintatavoista ja ihmisten asenteista.

Turvallisuuskulttuuri on kansainvälisen atomienergiajärjestön IAEA:n määritelmän mukaan organisaation toimintatavoista ja yksittäisten ihmisten asenteista muodostuva kokonaisuus, jonka tuloksena ydinvoimalaitoksen turvallisuuteen vaikuttavat tekijät saavat kukin tärkeytensä edellyttämän huomion ja ovat etusijalla päätöksiä tehtäessä. Määritelmä on yleisesti käytössä ydinvoimalalla.

TVO:ssa turvallisuuskulttuuri nähdään toiminnan edellytyksenä. Turvallisuus on päätöksenteossa tärkein asia. Yhtiön johto, esimiehet ja henkilöstö pitävät turvallisuutta olennaisena osana kaikkea toimintaa. Koko henkilökunta ja alihankkijat saavat jatkuvaa koulutusta turvallisuusasioissa.

TVO toimii aktiivisesti ydinvoima-alan kansainvälisissä organisaatioissa ja on mukana kehittämässä sekä omien ydinvoimalaitosyksiköiden että koko ydinvoima-alan turvallisuutta.



*Kehityspäällikkö Petri Koistisen tehtäväalueeseen kuuluu turvallisuuskulttuurin arviointi ja kehittäminen. Turvallisuus otetaan huomioon jokapäiväisessä toiminnassa erityisesti inhimillisten tekijöiden osalta.*

## Itsearviointi on osa turvallisuuskulttuuria

TVO on ottanut käyttöön jatkuvan kehittämisen apuvälineeksi itsearvioinnin. Arvioinnin pohjaksi kerätään monipuolisesti tietoa turvallisuuskulttuurin tilasta ja saadut tiedot analysoidaan tarkasti. Tiedonhankinnassa käytetään kyselylomakkeita, tutkitaan ohjeita, käsikirjoja, tutkimustuloksia sekä pöytäkirjoja. Pienryhmäkeskustelut ovat osa itsearviointia.

Itsearvioinnin tulokset analysoidaan huolellisesti. Saatujen tulosten pohjalta laaditaan toimintamallit TVO:n toiminnan edelleen parantamiseksi.

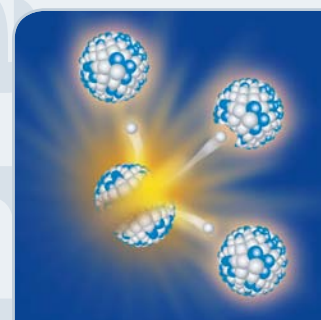
## Korkea ammattitaito ja työmoraali

TVO:n henkilöstö tietää, että ydinvoimalaitoksella työskentely vaatii korkeaa ammattitaitoa ja tinkimättömyyttä.

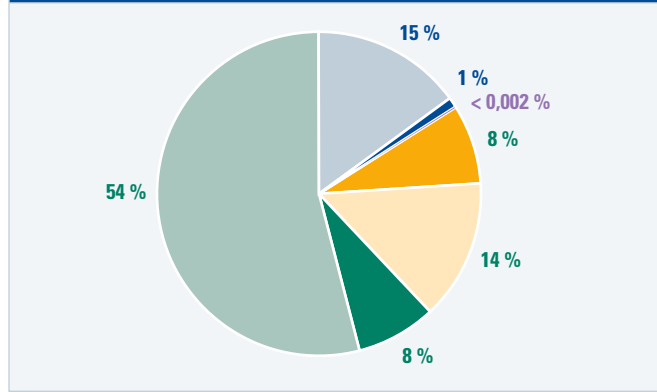
TVO:laiset etsivät toimintayksiköissään kehittämiskohteita ja suunnittelevat yhä parempia toimintatapoja.

TVO:n toiminta ja tuotanto on alan toimijoiden keskuudessa maailmanlaajuisesti arvostettua. TVO ja sen henkilöstö pyrkii jatkuvaa parantamiseen.

*Ydinvoimalaitoksen reaktorissa osa polttoaineen uraaniytimistä halkeaa ja samalla vapautuu 2–3 neutronia. Halkeamistuoteatomien ja neutronien liike-energia muuttuu lämmöksi niiden törmätessä ympärillä oleviin atomiytimiin. Neutronit hidastuvat törmätessään vesimolekyyliin ja hidastunut neutroni voi halkaista uuden uraaniytimen. Ytimien halkeamisten määrää hallitaan säätämällä neutronien nopeutta tai sitomalla neutronit esimerkiksi säätösauvan materiaaliin. Lämpö johdetaan höyrynä turpiiniin, jonka akselin liike-energia muutetaan generaattorissa sähköksi.*



Suomalaisen keskimääräinen säteilyannos eri säteilylähteistä



**KEINOTEKOISET LÄHTEET**

Lääketieteellinen käyttö	15 %
Ydinlaskeuma (Tshernobyl, ydinkokeet)	1 %
Olkiluodon ydinvoimalaitos	< 0,002 %

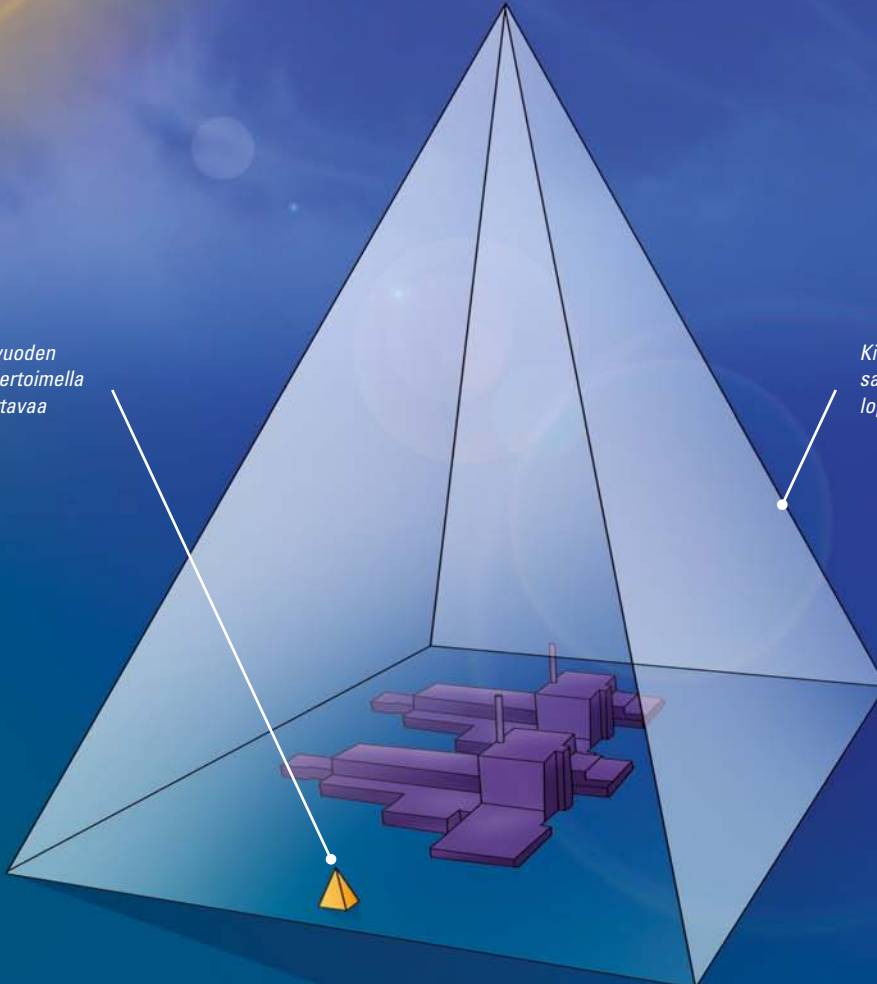
**LUONNOLLISET LÄHTEET**

Kosminen säteily (aurinko ja avaruus)	8 %
Ulkoisen säteily maaperästä ja rakennusmateriaalit	14 %
Luonnon radioaktiivisuus kehossa	8 %
Sisäilman radon	54 %



Ydinvoimalaitosten toiminnan mahdollisia ympäristövaikutuksia seurataan jatkuvasti muun muassa erilaisten näytteiden avulla.

OL1- ja OL2-yksiköiden 40 vuoden käyttö 90 prosentin käyttökertoimella tuottaa 970 m<sup>3</sup> loppusijoitettavaa käytettyä polttoainetta.



Kivihiililaitoksen käyttö aikaansaa lähes 28 000 000 m<sup>3</sup> sivu- ja lopputuotteita.

# Radioaktiivisten aineiden päästöt murto-osa viranomaisrajoista

Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristön tilaa seurataan säännöllisesti. Voimalaitoksen sallittujen päästöjen raja-arvot on määritelty käyttöehdoissa ja vesiluvassa.

Ydinenergian käytöstä ei aiheudu päästöjä juuri lainkaan, eivätkä ydinvoimalat tuota kasvihuonekaasuja ja happamoitumista edistäviä päästöjä. Ydinvoimalaitoksen toiminnan laajin ympäristövaikutus on läheisen merialueen veden lämpeneminen muutamalla asteella.

## Ympäristöasioiden hallintajärjestelmä ohjaa toimintaa

TVO:lla on käytössä ympäristöasioiden hallintajärjestelmä. Se ohjaa toimintaa ympäristönsuojelun tason edelleen nostamiseen.

TVO tunnistaa jatkuvasti ympäristönäkökohtia, joille se määrittää tarkkailu- ja mittausohjelmia ja asettaa lisäksi vuosittaiset ympäristönsuojelun parannustavoitteet.

## Päästöt ilmaan vähäisiä

Viranomaiset asettavat raja-arvot ydinvoimalaitoksen radioaktiivisille päästöille.

TVO:n radioaktiiviset päästöt ilmaan alittavat selvästi viranomaisen asettamat rajat ja ovat enintään muutaman promillen sallitusta. Säteilyannokset ovat niin vähäisiä, että ne peittyvät paljon suuremman luonnon taustasäteilyn vaihteluihin.

Ydinvoimala-alueen ympäristöä mitataan valvon-

tamittarein. Lähialueiden asukkaita mitattaessa ei ole havaittu ydinvoimalaitokselta peräisin olevia radioaktiivisia aineita.

## Päästöt mereen minimaalisia

Meriveteen laitokselta pääsevät aktiiviset ja fissiotuotteet ovat viranomaisen rajoista vain prosentin osia ja tritiumpäästöt joitakin prosentteja.

Ydinvoimalaitoksen prosessivettä puhdistetaan jatkuvasti ja samalla poistuvat siinä olevat fissio- ja aktiivisuustuotteet. Käytetyt suodatinmassat kiinteitetään bitumoinnalla ja loppusijoitetaan tiiviisti tynnyreihin pakattuina Olkiluodossa olevaan matala- ja keskiaktiivisten jätteiden sijoituspaikkaan, VLJ-luolaan.

## Ydinvoimalaitosten aiheuttama säteily peittyy luonnon taustasäteilyn alle

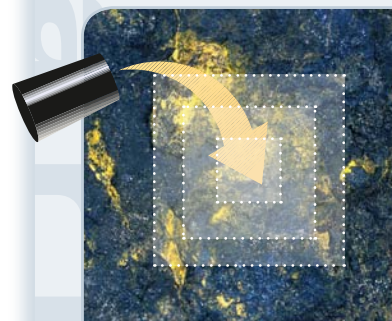
Ydinvoima aiheuttaa Suomessa vain alle 0,1 prosenttia keskimääräisestä vuotuisesta säteilyannoksesta. Sallittu radioaktiivisten aineiden päästö lähiympäristöön on määritelty niin, ettei laitoksen lähistöllä asuva voi saada suurempaa kuin 0,1 millisievertin säteilyannosta vuodessa. Suomessa aiheutuu ihmisille keskimäärin noin 4 millisievertin säteilyannos vuodessa.



Olkiluodon ympäristössä tuotettuja elintarvikkeita valvotaan säännöllisesti.

Luonnon aikaansaamissa ydinreaktoreissa on käynnistynyt uraanin fissio ilman ihmisen vaikutusta. Rikkaat uraaniesiintymät ovat synnyttäneet olosuhteet, joissa luonnon reaktio on voinut käynnistyä.

Tunnetuin luonnonreaktori on Gabonissa sijaitseva Oklo, jossa kaksi miljardia vuotta sitten käynnistyi ketjureaktio ja sen seurauksena luonnonreaktorin toiminta. Reaktorin on arvioitu olleen toiminnassa satojen tuhansien vuosien ajan. Lopputuloksena syntyi samoja radioaktiivisia aineita kuin käytetyssä ydinpolttoaineessa. Luonnonreaktorissa syntyneistä ydinjätteistä on suurin osa aikojen kuluessa hajonnut stabiileiksi alkuaineiksi. Hajoamistuotteiden sijainnista on voitu päätellä, että luonnonreaktorin toiminnassa syntyneet "ydinjätteet" ovat pysyneet syntysijoillaan.



Vastaavasti nykyaikaisten voimaloiden käyttämä ydinpolttoaine varastoidaan moninkertaisin turvajärjestelyin uraanin alkuperäiselle syntysijalle, syvälle maan uumeniin.



Matala-aktiiviseen jätteen kuuluu muun muassa suojavaatteita, palokankaita ja muoveja.

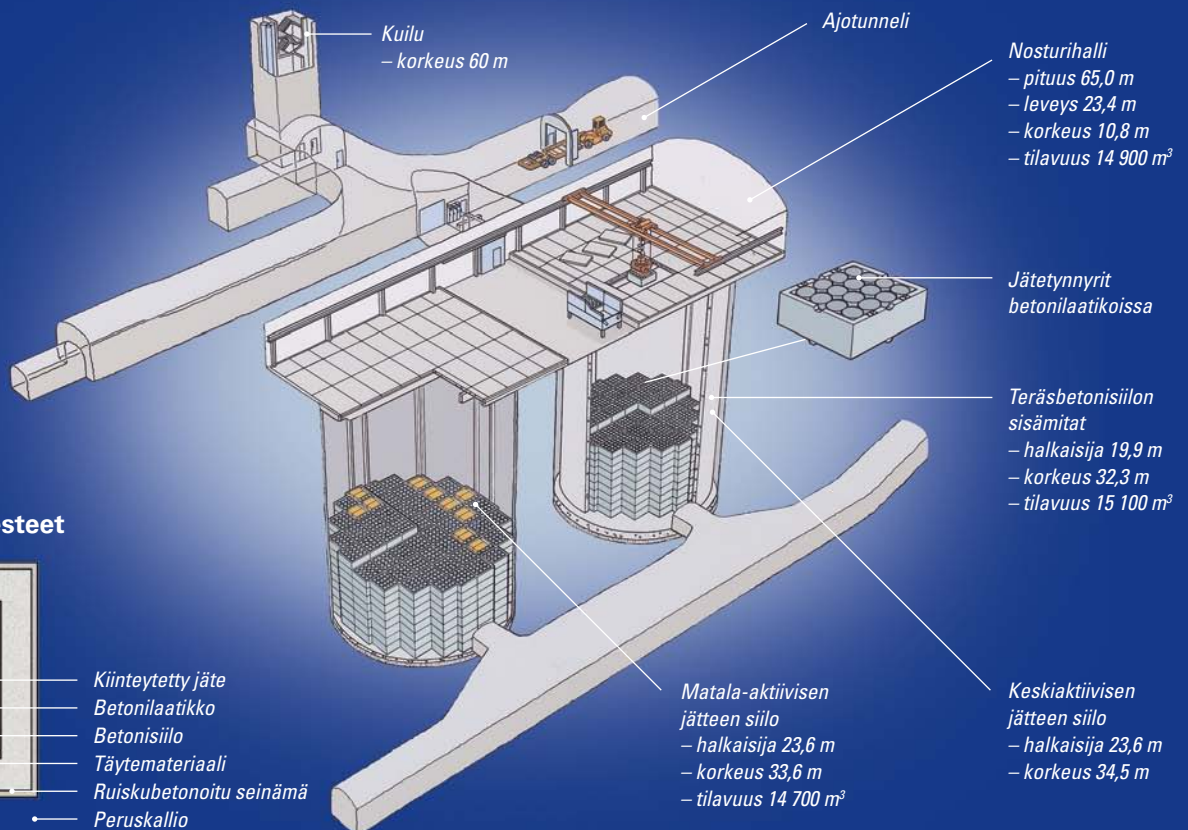


Prosessiveden puhdistuksessa käytetyt suodatinmassat kiinteytetään bitumiin ja seos valetaan terästynnyriin. Bitumointia ohjataan jätteenkäsittely-rakennuksen valvomosta.

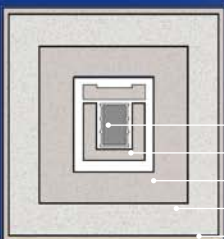


VLJ-luolan siilot sijaitsivat noin 60–100 metrin syvyydessä.

### Voimalaitosjätteen loppusijoitustila (VLJ)

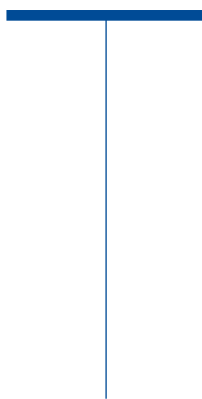


### Moninkertaiset esteet



- Kiinteytetty jäte
- Betonilaatikko
- Betonisiilo
- Täytemateriaali
- Ruiskubetonoitu seinämä
- Peruskallio

# Matala- ja keskiaktiivinen jäte



Olkiluodon ydinvoimalaitoksessa jätteet lajitellaan ja käsitellään ympäristöasioiden hallintajärjestelmän mukaisesti. Osa jätteistä sisältää radioaktiivisia aineita ja ne käsitellään erikseen.

Voimalaitoksen käytön aikana ja huolloissa syntyvää jätettä kutsutaan voimalaitosjätteeksi. Voimalaitosjäte jaotellaan matala- ja keskiaktiiviseen jätteeseen.

## Suojavaatteita ja prosessiveden puhdistusmassoja

Matala-aktiivinen jäte on sekajätettä, johon on tarttunut radioaktiivisia aineita. Mukana on palokankaita, muoveja, suojavaatteita ja työkaluja sekä laitokselta poistettuja koneenosia ja putkia.

Keskiaktiivinen jäte on prosessiveden puhdistuksessa syntyvää käytettyä suodatinmassaa eli ioninvaihtomassaa.

## Jätteet pakataan jäterakennuksessa

Voimalaitosjätteet käsitellään Olkiluoto 1:n ja Olkiluoto 2:n jäterakennuksissa, joissa ne pakataan terästynnyreihin. Pehmeä matala-aktiivinen jäte pakataan 200 litran tynnyreihin ja tynnyrit puristetaan noin puoleen alkuperäisestä tilavuudestaan, jolloin niitä mahtuu loppusijoitustilaan kaksinkertainen määrä. Puristetut tynnyrit laitetaan betonilaatikoihin. Matala-aktiiviseen



Jätteet kuljetetaan Voimalaitosjäteluolaan säteilysuojalla varustetulla ajoneuvolla.

jätteeseen kuuluva metalliromu paloitetlaan tai murskataan ja pakataan suoraan betonilaatikoihin.

Prosessiveden suodatinmassa kuivataan ja kiinteytetään bitumiin, joka valetaan 200 litran tynnyreihin. Myös nämä tynnyrit pakataan betonilaatikoihin.

## Loppusijoitustilana VLJ-luola

Matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoitustila on Olkiluodon alueella oleva Voimalaitosjäteluola, eli VLJ-luola. Betonilaatikoihin pakattu jäte kuljetetaan säteily-suojalla varustetulla ajoneuvolla luolaan. Luolassa betonilaatikot siirretään matala- ja keskiaktiivisen jätteen siiloihin, jotka on louhittu noin 60–100 metrin syvyyteen peruskallioon.

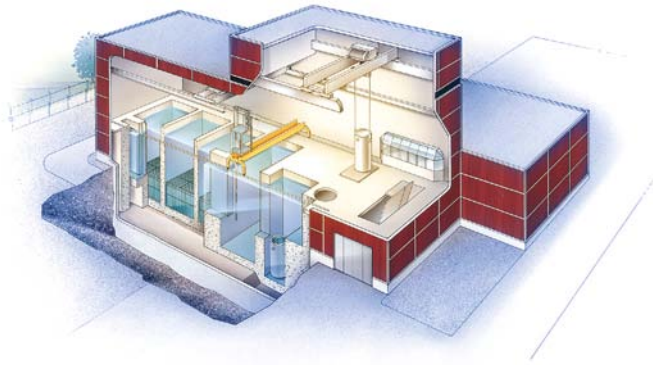
Lisäksi VLJ-luolassa on erillinen tila, jonne varastoidaan pieniä määriä Suomen terveydenhuollossa ja tutkimuksessa syntyvää radioaktiivista jätettä.

VLJ-luolan turvallisuus on varmistettu siten, että radioaktiiviset aineet ovat moninkertaisten esteiden ympäröiminä. Tehokkain este on kallioperä, jota muut esteet täydentävät.

*\* Alkuaineet jatkavat kiertoaan aurinkokunnassa ja galaksissa yhä uudelleen. Aurinkokuntamme on syntynyt noin viisi miljardia vuotta sitten ja sinkoaa massaansa avaruuteen jälleen miljardien vuosien päästä. Atomit palaavat alkuaineiden kiertoon ja tulevat käytetyiksi jälleen uusien tähtien, planeettojen ja elämän synnyssä.*



*\* Tiedemaailmassa nykyisin vallitseva teoria.*



*OL1- ja OL2-yksiköiden käytettyä uraanipolttoainetta säilytetään vesialtaissa käytetyn polttoaineen välivarastossa eli KPA-varastossa.*

*KPA-varaston altaissa oleva vesi jäädyttää polttoainenippuja ja pysäyttää nipuista lähtevän säteilyn. Jo runsas kaksi metriä vettä riittää suojaamaan säteilyltä.*



# Käytetyn polttoaineen loppusijoitus

Käytetty polttoaine loppusijoitetaan satojen metrien syvyyteen peruskallioon. TVO:n ja Fortum Power and Heat Oy:n omistama Posiva Oy huolehtii osakkaidensa Olkiluodon ja Loviisan ydinvoimalaitosten käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksesta. Posiva Oy rakentaa Olkiluotoon loppusijoitukseen liittyvää tutkimustilaa.

Suomessa ydinjätteiden vieni muualle tai tuonti muualta on kielletty lailla. Kaikki Suomessa syntyneet ydinjätteet käsitellään, varastoidaan ja loppusijoitetaan Suomen omalla alueella.

Reaktorista poistamisen jälkeen käytetyt polttoaineniput siirretään reaktorihallissa oleviin polttoainealtaisiin muutamaksi vuodeksi jäähtymään. Samalla käytetyn polttoaineen radioaktiivisuus vähenee voimakkaasti, alle sadasosaan.

## KPA-varasto

Muutaman vuoden jäähtymisen jälkeen polttoaineniput pakataan vahvarakenteiseen, vesitäytteiseen siirtosäiliöön. Säiliö kuljetetaan erikoisajoneuvolla laitosalueella olevaan käytetyn polttoaineen välivarastoon, eli KPA-varastoon.

Ennen loppusijoitusta käytettyä polttoainetta säilytetään välivarastossa vedellä täytetyissä varastoaltaissa noin neljäkymmentä vuotta.

## Käytetty polttoaine sijoitetaan Olkiluotoon

TVO aloitti korkea-aktiivisen käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen liittyvät tutkimukset Suomessa 1970-luvun lopussa, ja loppusijoituspaikaksi hyväksyttiin Olkiluoto vuonna 2001.

Loppusijoitustilojen käytännön toteutuksesta vastaa TVO:n yhteisyritys Posiva Oy. Loppusijoitus alkaa vuonna 2020.

Loppusijoitustiloihin sijoitetaan Olkiluodon ny-

kyisten ja rakenteilla olevan yksikön käytetty ydinpolttoaine sekä Loviisan nykyisten yksiköiden käytetty polttoaine.

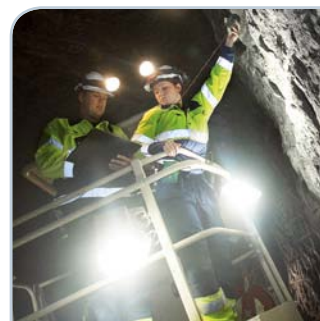
Posiva on lisäksi jättänyt valtioneuvostolle periaatepäätöshakemukset Olkiluoto 4:n sekä Loviisa 3:n käytetyn polttoaineen loppusijoittamisesta Olkiluodon loppusijoitustiloihin.

## Loppusijoituksen tutkimustilojen rakentaminen on alkanut

Posiva Oy on aloittanut vuonna 2004 ONKALO-nimisen, käytetyn polttoaineen loppusijoitustutkimustilan rakentamisen. Loppusijoitussyvyyteen päästään vuoden 2010 alkupuolella, minkä jälkeen on mahdollista kerätä varmentavaa tutkimustietoa suunnitellulta loppusijoitussyvyydeltä. Loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemus on tarkoitus jättää vuonna 2012.

## Varat on jo kerätty Valtion ydinjätehuoltorahastoon

Ydinenergialaissa määriteltyjen periaatteiden mukaisesti varat ydinjätehuollon toteuttamiseen kerätään ennakkoon ydinsähkön hinnassa. Varat rahastoidaan Valtion ydinjätehuoltorahastoon. Vuoden 2009 lopussa ydinjätehuoltorahaston varat olivat noin 1,8 miljardia euroa. TVO:n osuus tästä on noin 1,1 miljardia euroa. Näillä varoilla katetaan myös ydinvoimalaitosten purkamiskustannukset.

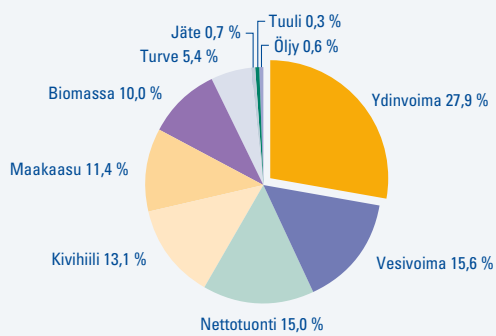


*Loppusijoitusta edeltävät huolelliset tutkimukset muun muassa kallio-perän eheydestä ja geologisesta vakaudesta. Käytetty polttoaine loppusijoitetaan noin 420 metrin syvyyteen kuparirautakapsleissa.*



*Käytetty polttoaine kuljetetaan välivarastoon pallografiittiraudasta valetulla siirtosäiliöllä.*

Suomen sähköntuotanto energialähteittäin 2009 (80,8TWh)



Kaikki yhteensä 80,8 TWh

Lähde: Energiatieteellisyys ry

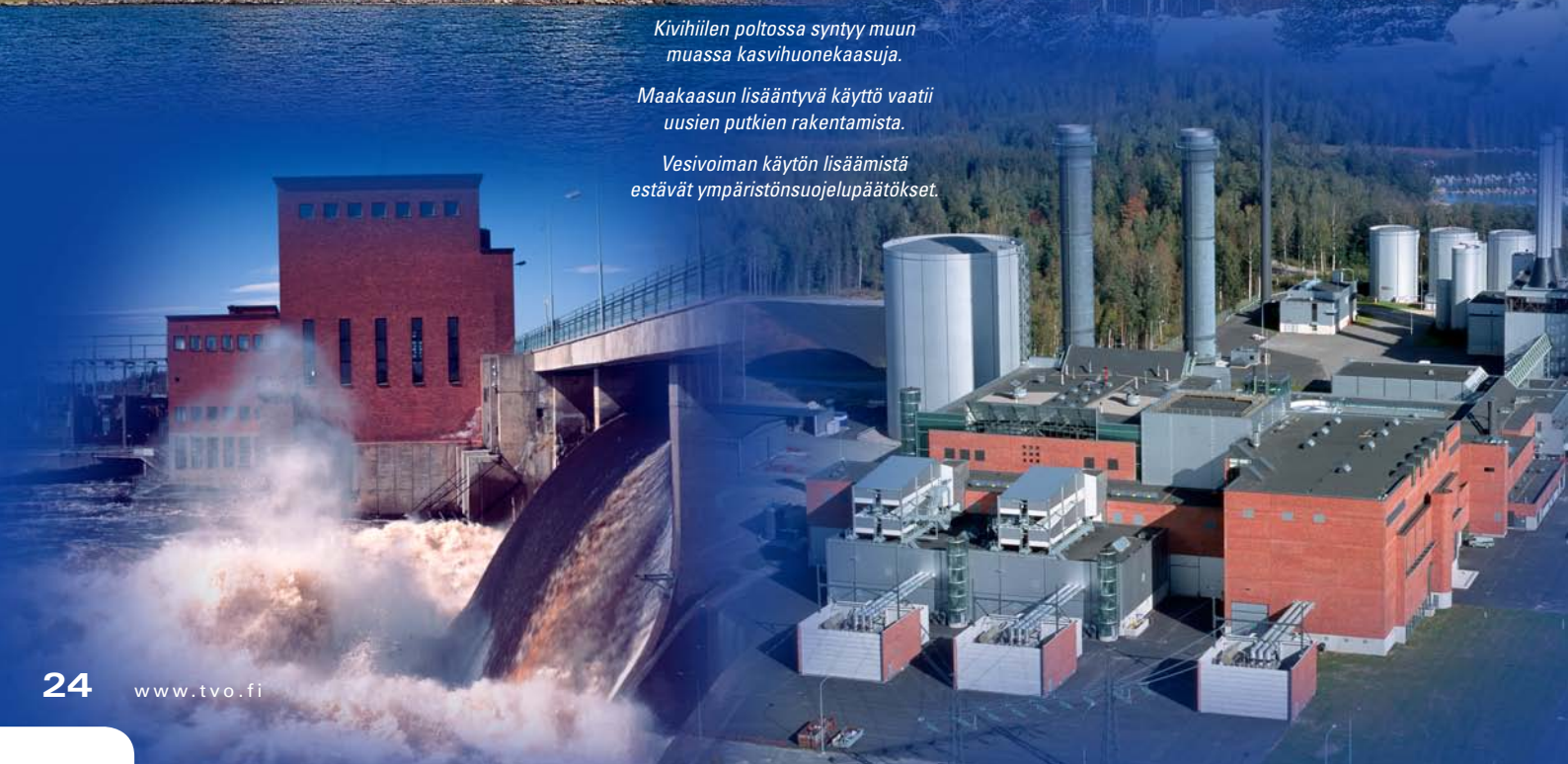
Suomessa on käytössä monia eri sähköntuotantomuotoja. Lisäksi Suomeen tuodaan merkittävä määrä sähköä Venäjältä, Pohjoismaista ja Virosta.



*Kivihiilen poltossa syntyy muun muassa kasvihuonekaasuja.*

*Maakaasun lisääntyvä käyttö vaatii uusien putkien rakentamista.*

*Vesivoiman käytön lisäämistä estävät ympäristönsuojelupäätökset.*



# Ydinvoimalla tärkeä rooli Suomen sähköntuotannossa

Sähköä tuotetaan Suomessa monipuolisesti ja hajautetusti erilaisilla tuotantotavoilla. Tärkeimmät sähkön tuotannon energialähteet ovat ydinvoima, vesivoima, kivihiili, maakaasu, puupolttoaineet, turve ja tuuli. Sähkön tuotanto ja koko Suomen energiajärjestelmä on suurten muutosten edessä, sillä tavaoitteeksi on asetettu täysin päästötön energiajärjestelmä.

Suomessa on yhteensä noin 400 voimalaitosta. Olkiluodon ja Loviisan ydinvoimalaitokset tuottavat runsaan neljäsosan Suomessa käytetystä sähköstä.

Olkiluodon kaksi ydinvoimalaitosyksikköä tuottivat vuonna 2009 noin kuudesosan Suomessa käytetystä sähköstä.

Suomi pysyy mahdollisimman riippumattomana muiden maiden poliittisista ja muista päätöksistä, kun sähköä tuotetaan pääosin kotimaassa.

## Tuonti

Sähkön kulutuksesta Suomessa on viimeisten kymmenen vuoden aikana tuonnin osuus vaihdellut 5–20 prosentin välillä. Tästä Venäjältä tuodun sähkön osuus on yli puolet. Tuontisähkön tuottamiseen on käytetty ydinvoimaa, vesivoimaa, kivihiiltä, öljyä ja maakaasua.

## Kivihiili

Fossiilisia polttoaineita, esim. kivihiiltä poltettaessa syntyy savukaasuja, joista hankalin on hiilidioksidi. Meri-Porin hiilivoimalaitoksen omistajat, Fortum ja TVO, ovat aloittaneet projektin, jonka tavoitteena on kehittää suuren kokoluokan koelaitos hiilidioksidin talteenottoon ja varastointiin. Lopullinen investointipäätös on tarkoitus tehdä vuosien 2011–2012 aikana, jolloin järjestelmä olisi käytössä vuoden 2015 loppuun mennessä. Fossiilisten polttoainereiden palaessa vapautuu ilmaan myös rikkidioksidia, typen oksideja ja pienhiukkasia.

## Maakaasu

Suomessa käytettävä maakaasu tulee

Venäjältä Länsi-Siperiasta noin 3 300 kilometrin päästä. Maakaasun saannin varmuus vaatii lisäyhteyksien rakentamista. Maakaasuputken jatkaminen länsirannikolle on vielä suunnitteluvaiheessa. Mahdollisuus liittyä eurooppalaiseen kaasuverkkoon riippuu eri osapuolten investointihalukkuudesta ja tilanteesta Keski-Euroopan markkinoilla.

## Vesivoima

Suomessa suojelupäätösten ulkopuolelle jäävät vesistöt ovat jo lähes kokonaan valjastettuja. Laajamittainen vesivoiman lisärakentaminen sähkön tuotantoon Suomessa ei ole mahdollista, ellei joitakin suojelupäätöksiä oteta uudelleen harkintaan.

## Kotimaiset polttoaineet

Uusiutuvan energian käyttöä edistetään investointiavustuksilla ja verotuilla. Suurin osa uusiutuvan energian lisäyksestä on puun ja muun biomassan energiakäyttöä. Turpeen nykykäyttö Suomessa vastaa likimain turpeen uusiutumista. Jättepolttoaineiden, turpeen ja muiden biopolttoaineiden osuus Suomen sähkön hankinnasta oli noin 16 prosenttia vuonna 2009.

## Tuuli

Tuulivoiman laajamittaista käyttöä rajoittavat korkeat kustannukset, tuotannon vaihteluista aiheutuva säätövoiman tarve sekä sopivien sijoituspaikkojen löytäminen. Tuulivoimakapasiteetin laajamittainen lisärakentaminen Suomessa edellyttää myös merkittävää vesivoimakapasiteetin lisäämistä säätövoimaksi.



*Tuuli, peltobiomassa ja aurinkopaneelit soveltuvat pienimuotoiseen sähköntuotantoon.*

40 vuoden kokemus ja 800 vahvaa ydinvoiman osaajaa.



## Olkiluoto on valmis neljännelle laitosyksikölle



- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| ① Olkiluoto 1                       | ⑪ Varavoimalaitos                                     |
| ② Olkiluoto 2                       | ⑫ Voimalinjat OL1, OL2 ja OL3                         |
| ③ Olkiluoto 3                       | ⑬ Uusi OL4-voimalinja (suunnitteilla)                 |
| ④ Olkiluoto 4                       | ⑭ Laivaväylä  |
| ⑤ Keskuskonttori                    | ⑮ Satama  |
| ⑥ Paloasema                         | ⑯ Majoituskylä  |
| ⑦ Kunnossapitokeskus ja varastot    | ⑰ Urakoitsija-alue                                    |
| ⑧ Käytetyn polttoaineen välivarasto | ⑱ Tiestö  |
| ⑨ Voimalaitosjäteluola              | ⑲ Vierailukeskus                                      |
| ⑩ Koulutuskeskus, simulaattorit     | ⑳ Käytetyn polttoaineen loppusijoituksen tutkimustila |

# Ydinosaajien Olkiluoto

TVO:lla on monipuoliset valmiudet neljännen laitosesikön turvalliseen toteuttamiseen. Yhtiöllä on valmius tuottaa suomalaisille neljän laitosesikön voimin ilmastomuutosta hillitsevää, kohtuuhintaista ja luotettavaa ydinsähköä.

TVO jätti valtioneuvostolle periaatepäätöshakemuksen neljännen ydinvoimalaitosesikön rakentamisesta Olkiluotoon huhtikuussa 2008. Samaan aikaan TVO:n ja Fortumin yhdessä omistama Posiva Oy jätti oman periaatepäätöshakemuksensa OL4:n käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksesta.

## Olkiluoto on valmis neljännelle laitosesikölle

Ydinvoimatuotannossa tarvitaan voimalaitoksen lisäksi erilaisia perusrakenteita. Olkiluodon alueelle vahvistettu kaava on mahdollistanut saaren kehittämisen ydinvoimatuotantoa tukevaksi toiminta-alueeksi. Eurajoen kunta on johdonmukaisesti puoltanut TVO:n ja Posivan suuria rakennushankkeita vuosikymmenten aikana.

Saarella onkin olemassa ydinvoiman tuottamiseen, rakentamiseen, käyttöön, kunnossapitoon ja ydinjätehuoltoon tarvittava valmius. Saarella on hyvät jäähdytysvesiolosuhteet, tiet, laivaväylä, verkkoyhteydet, korjaamot, varastot, kaasuturpiinilaitos, sähkö-, vesi- ja jätevesiverkostot, koulutuskampus, majoituskylä ja Vierailukeskus. Alueella työskentelee TVO:n noin 800 kokeneen ammattiosaajan lisäksi tuhansia OL3-rakentajia.

## Olkiluodossa hallitaan ydinjätehuolto

Alueella on valmiina käytetyn ydinpolttoaineen välivarasto ja matala- ja keskiaktiivisen voimalaitosjätteen loppusijoitustila, ns. VLJ-luola. Sinne päätyvät tiiviisti pakattuina suojatyövaatteet, koneiden ja laitteiden osat sekä prosessivesien puhdistusmassat. Käytetyn polttoaineen välivarastossa ydinpolttoaine jäähtyy vesialtaissa vähintään 40 vuotta reaktorista poistamisen jälkeen. Samalla polttoaineen radioaktiivisuus vähenee jo huomattavasti. Omistajiensa ydinpolttoaineen turvallisesta loppusijoituksesta huolehtii Posiva Oy, jonka tavoitteena on aloittaa ydinpolttoaineen loppusijoitus Olkiluodossa vuonna 2020.

## Suomalaista osaamista ja pitkäaikaista kokemusta

OL4-hankkeen menestykselle tärkein voimavara on TVO:n noin 800 osaajalle kertynyt osaaminen ja kokemus. Maailman huippuluokkaa olevat OL1:n ja OL2:n käyttökertoimet ovat todisteita taidosta ja laitosesiköiden hyvästä kunnosta. TVO:n neljän vuosikymmenen aikana yhtiöön on vahvistunut tinkimättä noudatettava turvallisuuskulttuuri, ja TVO:laisessa ydinsähkön tuotannossa toiminnan perustana ovat aina turvallisuusnäkökohdat. Olkiluoto on valmis neljännelle laitosesikölle.



*TVO:lla on laaja alueellinen ja paikallinen tuki, joka perustuu vuosikymmenten hyville naapurisuhteille.*

*OL4-lupaprosessiin kuuluneessa YVA-menettelyssä käytiin monipuolista vuoropuhelua paikallisten asukkaiden kanssa.*



Teollisuuden Voima Oyj  
Olkiluoto  
27160 EURAJOKI  
Puhelin 02 83 811  
Faksi 02 8381 2109  
[www.tvo.fi](http://www.tvo.fi)

Teollisuuden Voima Oyj  
Töölönkatu 4  
00100 HELSINKI  
Puhelin 09 61 801  
Faksi 09 6180 2570

Teollisuuden Voima Oyj  
4 rue de la Presse  
1000 BRUSSELS, BELGIUM  
Puhelin +32 2 227 1122  
Faksi +32 2 218 3141