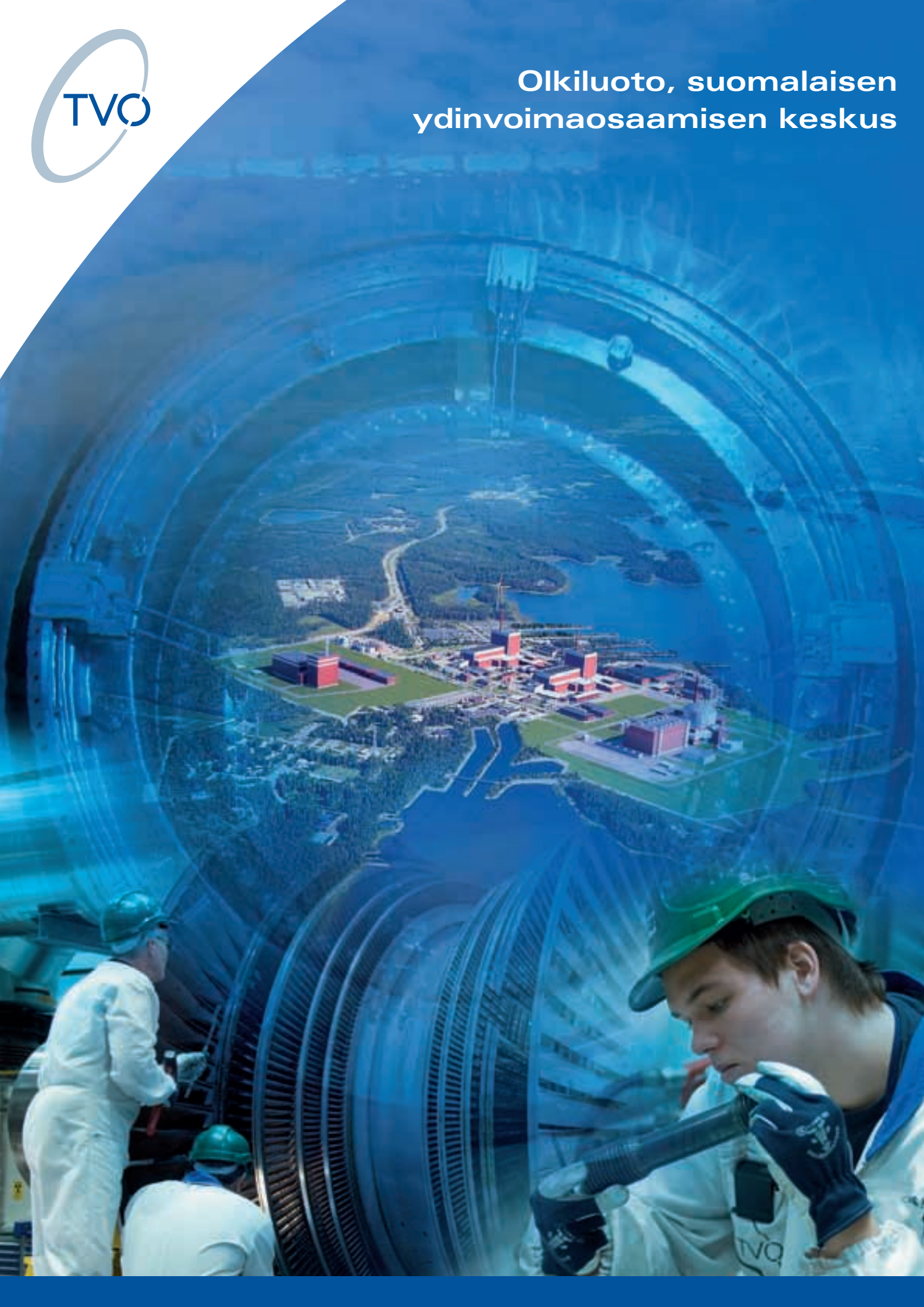
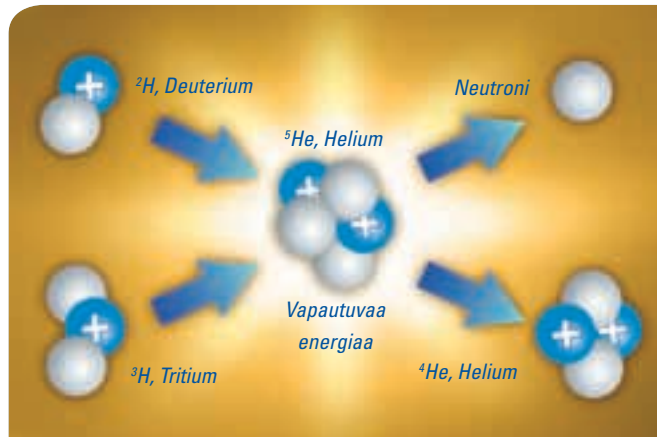




# Olkiluoto, suomalaisen ydinvoimaosaamisen keskus



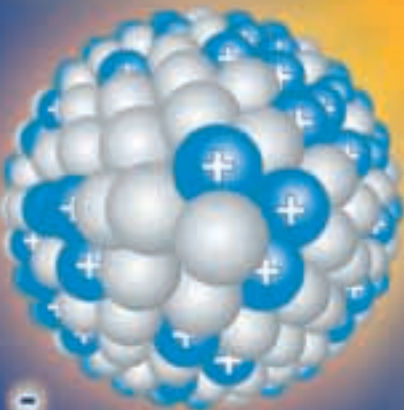
Elämäämme ylläpitävän auringon lämmöntuotto perustuu fuusioreaktioon. Fuusiovoimalaitoksen tekninen toteutus vaatii vielä vuosikymmenien kehitystyön.



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 kivihiihi, öljy, maakaasu, uraani, turve, puu ja muu biomassa, veden potentiaalienergia, tuuli, auringon säteilyenergia ja maalämpö.

Valtaosa maapallon nykyisestä energiantuotannosta perustuu fossiilisten polttoaineiden kuten kivihiihen, 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 miljardeja 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



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.

Suunnitelmien mukaan OL3-yksikön sähköntuotanto alkaa vuonna 2012.

## Vastuuta, ennakoitua, avoimuutta ja jatkuvaa parantamista

TVO:n arvoina ovat vastuullisuus, ennakoitua, 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 vuosina 2005–2012 toteutetaan laadukkaasti, turvallisesti ja tekniset vaatimukset täyttäen, asetetun aikataulun ja kustannusarvion mukaisesti.

## Posiva ja TVONS

TVO:n ja Fortum Power and Heat Oy:n omistaman Posiva Oy:n toiminta-ajatuksena 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.



TVO tuottaa sähköä ydinvoimalla, kivihiihellä ja tuulella.

# 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 säilyä maailman huipulla olevana, yhteiskunnan arvostamana ydinvoimayhtiönä.

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

  
Jarmo Tanhua  
Toimitusjohtaja

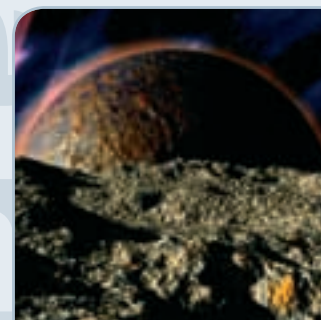
### TVO:n osakkaat ja osuudet (%) 31.12.2008

	A-sarja OL1 ja OL2	B-sarja OL3	C-sarja Meri-Pori	Yhteensä
Etelä-Pohjanmaan Voima Oy	6,5	6,6	6,5	6,6
Fortum Power and Heat Oy	26,6	25,0	26,6	26,0
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	58,1
	100,0	100,0	100,0	100,0

TVO:n tuottama sähkö toimitetaan omistajien kautta kulutukseen.

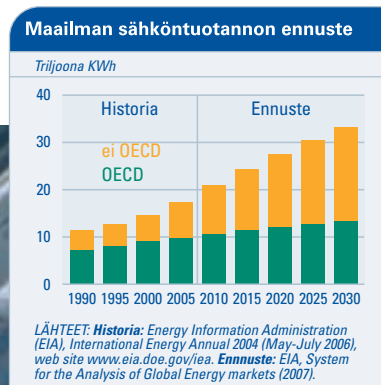
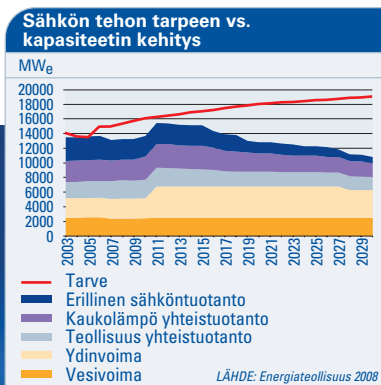
TVO:ssa on kolme osakesarjaa, A, B ja C, jotka oikeuttavat eri laitosyksiköiden tuottamaan sähkөөn.

\* 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. Rasakaat alkuaineet, kuten uraani, rauta ja nikkeli vajosivat alas päin maapallon sisustaan. Radioaktiivisten aineiden hajoamisesta 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.



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 tuotantopanós elinkeinoelämälle. Sähkön kulutuksen arvioidaan lähes kaksinkertaistuvan maailmassa kahtena tulevana vuosikymmenenä.

Toimiva energiajärjestelmä takaa maan elinkeinoelämän toiminnan ja sitä kautta osataan 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.

## Sähkötarve kasvaa Suomessa

Taluskasvu 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 keväällä 2008 sähkön kulutuksen olevan lähes 107 TWh vuonna 2020 ja liki 115 TWh vuonna 2030.

Hyvinvoivassa ja menestyvässä Suomessa sähkön tarve 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 neljänneksellä nykyisestä vuoteen 2020 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. Ensi vuosikymmenellä käytöstä poistuu runsaasti vanhenevia voimalaitoksia. Tuontiriippuvuutta on vähennettävä olennaisesti, koska lähialueittemme kyky tuottaa sähköä vientiin heikkenee kaiken aikaa. Sähkön kysyntä kasvaa huolimatta energiatehokkuuden jatkuvasta parantamisesta. Sähkötehon tarpeen ja oman tuotantokyvyn välinen ero on arviolta 5 500 MW vuonna 2020 ja 8 400 MW vuonna 2030. 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 sulaa osa luo voimakkaan magneettikentän, joka toimii maapallon suojakuorena ja elämän säilyttäjänä. Sulan osan radioaktiiviset aineet, kuten uraani, edesauttavat raudan pysymistä sulana. Magneettikenttä puolestaan estää auringon suurienergisien sähkömagneettisen 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



Lähde: Fingrid

■ 400 kV kantaverkko  
■ 220 kV kantaverkko  
■ 110 kV kantaverkko



TVO tuottaa Suomessa käytetystä sähköstä noin kuudesosan. Suomessa käytettiin vuonna 2008 sähköä yhteensä 86,9 TWh (terawattituntia), josta TVO tuotti noin 15,2 TWh.

TVO on tuottanut suomalaiselle yhteiskunnalle sähköä 1970-luvun lopulta alkaen yhteensä jo yli 350 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



*Teollisuuden hyvinvointi heijastuu suomalaisen yhteiskunnan parhaaksi.*

Yli puolet Suomen sähkönkulutuksesta käytetään teollisuudessa ja tästä määrästä yli puolet on prosessiteollisuuden eli metsä-, metalli- ja kemianteollisuuden jatkuvaa peruskuormaa. Sen kattamiseen ydinvoima sopii erinomaisesti.

prosenttia ja alenee vähitellen tulevien käyttövuosien aikana. Voimalaitoksen käyttö-kustannukset ovat uudella yksiköllä noin 15 prosenttia ja jätehuoltokustannukset noin 10 prosenttia sähköntuotantokustannuksista.

Varautuminen käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen muodostaa suurimman erän jätehuoltokustannuksista. Varat tulevaan jätehuoltoon kerätään tuotetun sähkön hinnassa valtion hallinnoimaan ydinjätehuoltorahastoon.

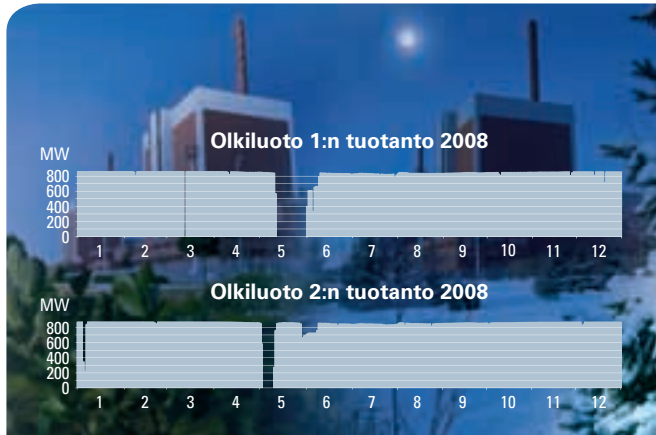
## Korkeat käyttökertoimet kertovat hyvästä toimivuudesta

Ydinvoimalaitoksen käyttökerroin ilmaisee, kuinka hyvin laitos ylittää 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 tapahtumia varten on laadittu kansainvälinen, seitsenportainen INES-asteikko (International Nuclear Event Scale). TVO:n yksiköillä ei ole sattunut vakavasti turvallisuuteen vaikuttavia INES-tapahtumia.

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



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 ilmastomuutosten 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 kivihiiilellä.

### Hyvinvointia ja palveluita arkeen

Palveluihin kuuluu monenlaisia toimintoja, jotka tähtäävät hyvinvoinnin lisäämiseen. Suomalaisten elämänmeno 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.

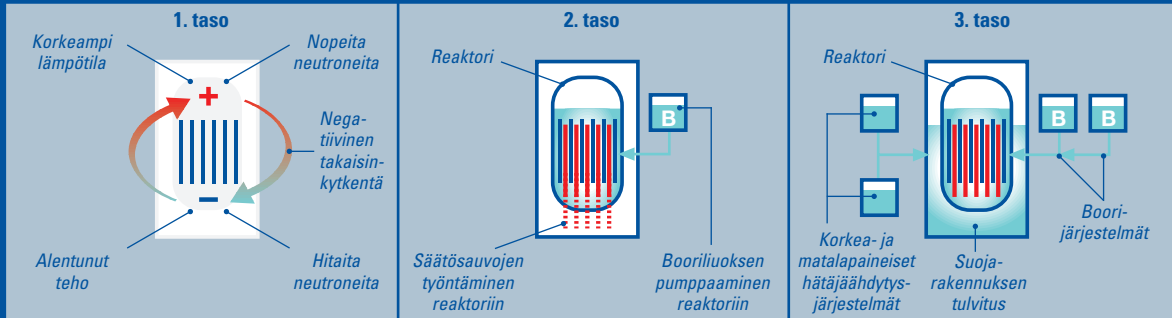
*Ydinvoimalaitoksen polttoaineena käytetään raskainta luonnossa esiintyvää alkuainetta, uraania. Luonnossa esiintyvä uraani on pääosin muotoa U-238. Saman alkuaineen atomeja, jotka eroavat toisistaan ytimessä olevien neutroneiden määrän suhteen, kutsutaan isotoopeiksi. U-238 on uraanin raskain isotooppi.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



## 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.

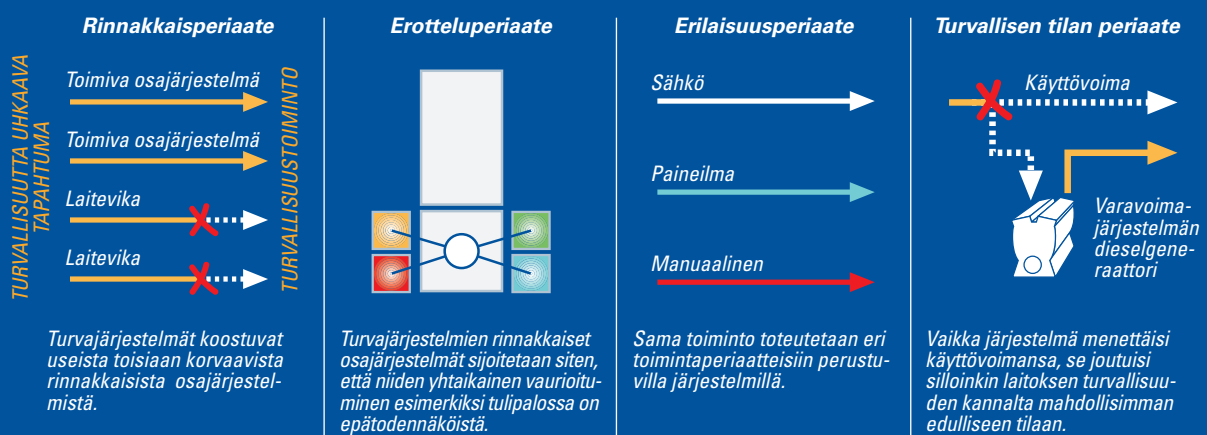
Onnettomuustilanteessa turvajärjestelmät estävät tai lieventävät seurauksia.

### 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 eliminoimaan ennakolta häiriötilanteet, ja niihin on varauduttu myös moninkertaisin teknisin järjestelmin.

Ydinvoimalaitoksen suunnittelussa on lähdetty siitä olettamuksesta, että laitevikoja voi esiintyä ja 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 turvallisuustoimintojen järjestelmien on pystyttävä toimimaan, vaikka mikä tahansa järjestelmän yksittäinen laite olisi toimintakyvytön, tai vaikka mikä tahansa turvallisuustoimintoon vaikuttava laite olisi samanaikaisesti poissa käytöstä korjauksen tai huollon vuoksi.

## Häiriöt ennakoitaan

TVO käyttää häiriöiden ennakointiin todennäköisyysperustaisia turvallisuus- ja käytettävyyssalleja.

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

## Viranomaisvalvonta on jatkuvaa

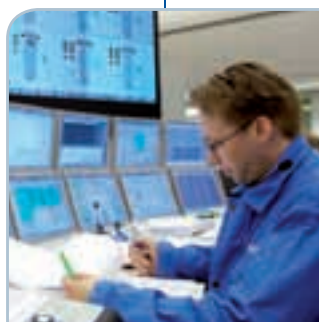
TVO:n ydinvoimalaitoksen toimintaa valvotaan jatkuvasti ydinenergialain ja ydinenergia-asetuksen mukaisesti. Viranomaiset valvovat laitosyksiköiden käyttöä tiukkojen ohjeiden mukaisesti.

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

## Jatkuva koulutus simulaattorilla

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

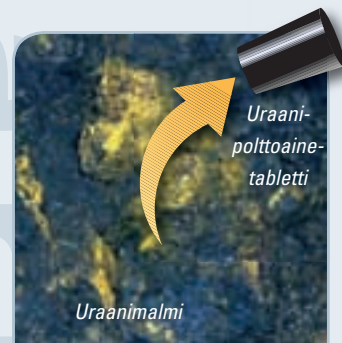
Ydinvoimalaitosyksikköjä käyttävät vain henkilöt, jotka ovat osoittaneet laitostuntemuksensa ja järjestelmien hallinnan. Säteilyturvakeskus järjestää näyttö- ja teoriakokeet. Vain kokeen hyväksytyt suorittaneet eli lisenssin saaneet voivat toimia OL1-, OL2- ja tulevan OL3-yksikön ohjaajina.



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

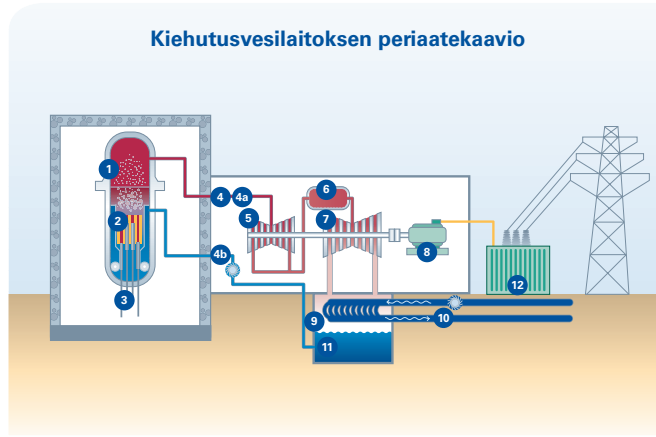
*Uraanin aiheuttama säteilytaso on luonnossa alhainen. Uraani on luonnossa yleinen alkuaine, yleisempi kuin esimerkiksi kulta. Uraania on maapallon meriin liuenneena arviolta 4 miljardia tonnia. Maankuoressa on yleensä keskimäärin noin neljä grammaa uraania tonnissa.*

*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

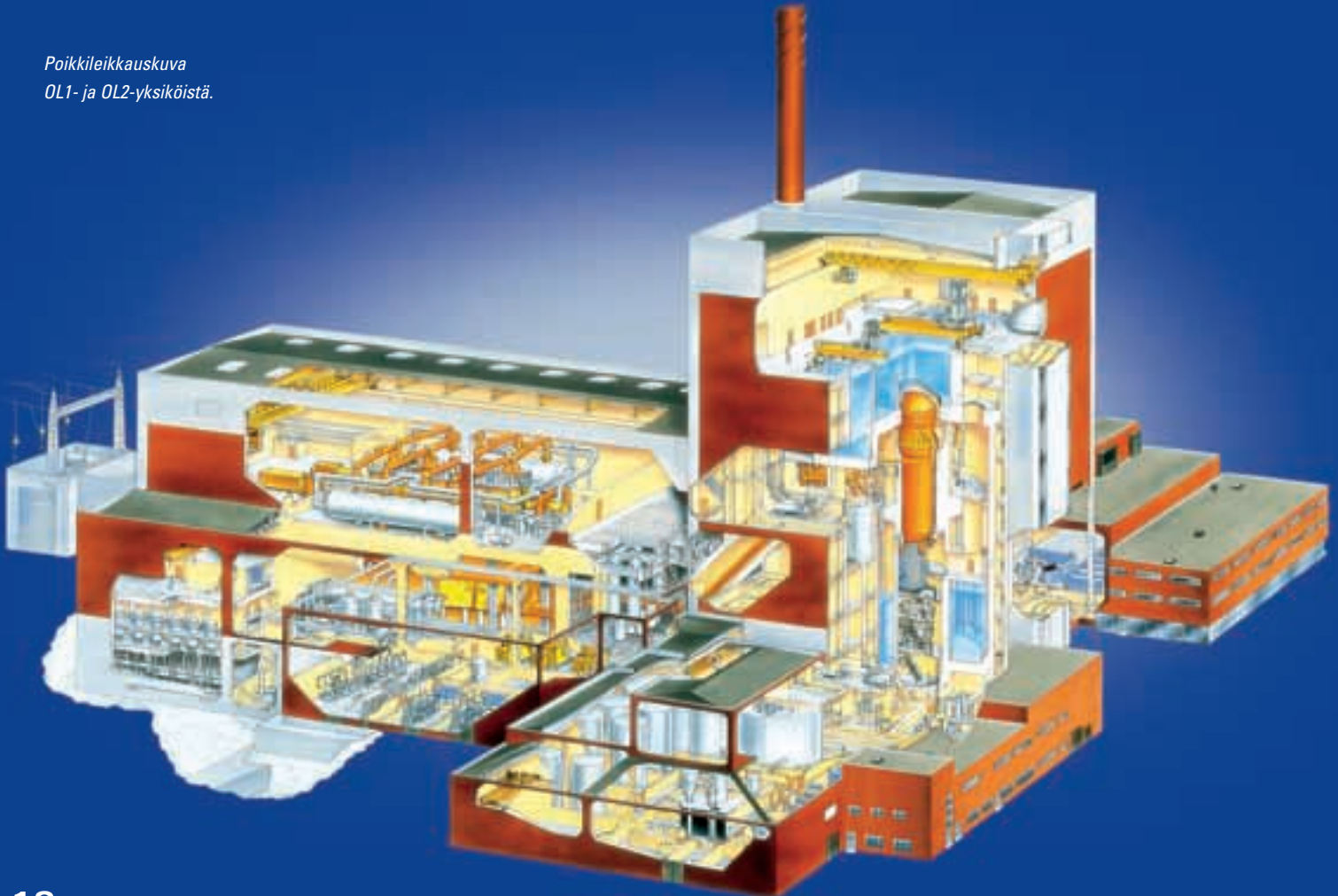


6. Välitulistin
7. Matalapaineturpiini
8. Generaattori
9. Lauhdutin
10. Merivesipiiri
11. Lauhdevesi
12. Muuntaja

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. Laitosyksiköjä 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 2008 loppuun mennessä ollut yhteensä jo 56.

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 polttoainevaihdon ja korjausten lisäksi tarkastetaan laitoksen kunto.

## Uudistuksia suunnitellusti ja jatkuvasti

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

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, turpiiniautomaatit 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.



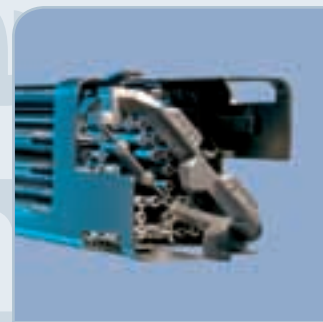
OL1-yksikön välitulistin uusittiin vuosihuollossa.

Louhittu uraanimalmi rikastetaan ensin noin 70-prosenttiseksi uraanirikasteeksi. Väkevöintiä eli isotooppiirikastusta varten se muunnetaan kaasumaiseksi uraaniheksafluoridiksi.

Väkevöinnissä halkeamiskelpoisen U-235:n määrä noin viisinkertaistetaan. Väkevöity uraani muutetaan takaisin uraaniidioksidijauheeksi, josta valmistetaan sintraamalla polttoainetabletteja. Nämä ladotaan polttoainesauvoihin, jotka kootaan nipuiksi. Olkiluodossa reaktoreissa OL1 ja OL2 on yhdessä polttoainenipussa noin 180 kilogrammaa uraania. OL3:n polttoainenipuissa uraania on noin 530 kilogrammaa.

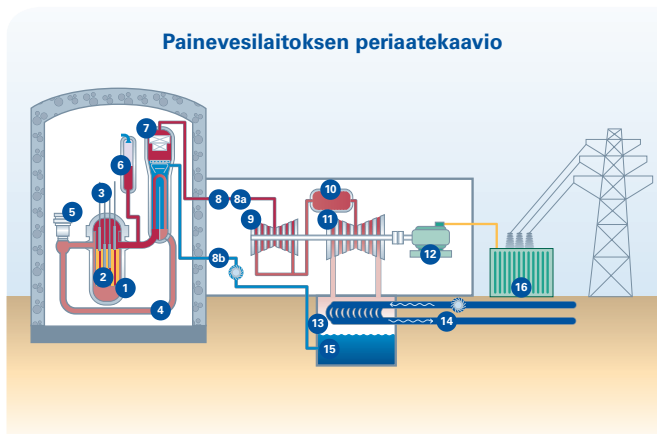
TVO:n käyttämä uraanipolttoaine valmistetaan Saksassa, Ruotsissa tai Espanjassa.

Väkevöity uraani on heikosti radioaktiivista. Tuoreeseen eli käyttämättömään uraanipolttoaineeseen ei liity säteilyvaaraa.



### Painevesilaitoksen periaatekaavio

1. Reaktori
2. Sydän
3. Säätoelementit
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.

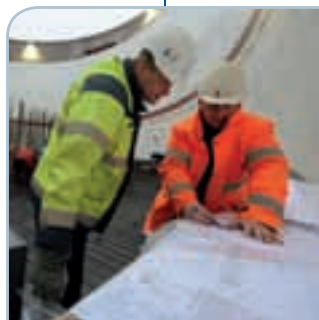
Laitosyksikön rakentamisessa ranskalainen AREVA NP vastaa reaktorilaitoksen valmistamisesta ja Siemens turpiinilaitoksesta. Molemmat yhtiöt ovat maailman huippuosaajia alallaan.

## 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 edistyksellinen 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:

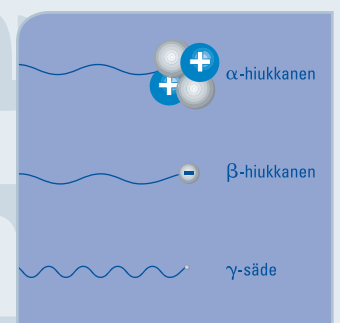
- vakavan reaktorionnettomuuden mahdollisuus on huomioitu suunnittelussa ja laitoksen rakenteessa alusta alkaen.
- laitoksen digitaalinen ohjaus- ja automaatiojärjestelmä varmennetaan analogisella järjestelmällä.
- laitosyksikkö on suunniteltu kestämään myös suuren matkustajakoneen törmäyksen.

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

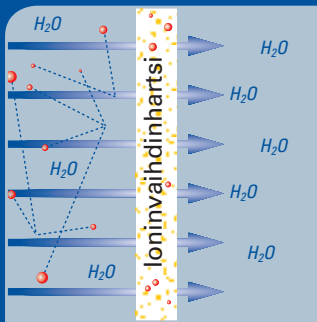
OL3-yksikön on mahdollista päästä taloudellisesti vähintään 60 vuoden toiminta-aikaan, sillä vaikeasti vaihdettavissa olevat laitteet ja rakenteet, kuten reaktoripaineastia ja suojarakennus, on suunniteltu kestämään vähintään 60 vuotta. Muut rakenteet ja laitteet voidaan tarvittaessa uusida useammin.

Radioaktiivisia aineita ja niiden lähettämää säteilyä esiintyy kaikkialla luonnossa.  $\alpha$ -säteily ja  $\beta$ -säteily ovat pitkäaaltoista hiukkassäteilyä, joilta suojaavat ohuet kerrokset, esimerkiksi iho tai muovi. Ydinvoimalaitoksessa syntyy uraanin atomiytimen hajoamisreaktiossa  $\alpha$ - ja  $\beta$ -säteilyn lisäksi lyhytaaltoista ja läpitukevaa 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, käynnistysluvan antaminen seisokkien jälkeen sekä osallistuminen laitosohjaajien lisensointitilaisuuksiin.



### INES-asteikon vakavuusluokat

		TVO:n INES-tapahtumat								
		Luokka -00	-01	-02	-03	-04	-05	-06	-07	-08
Erittäin vakava onnettomuus	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vakava onnettomuus	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ympäristölle vaaraa aiheuttava onnettomuus	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Laitosonnettomuus	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vakava turvallisuuteen vaikuttava tapahtuma	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Merkittävä turvallisuuteen vaikuttava tapahtuma	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Poikkeuksellinen turvallisuuteen vaikuttava tapahtuma	1	-	1	1	7	-	3	-	2	5
Ei merkitystä ydin- eikä säteilyturvallisuuden kannalta	0	6	7	5	10	6	3	4	5	5

Ydinvoimalaitosten poikkeuksellisia tapahtumia luokitellaan kansainvälisen INES-asteikon mukaan. Suomessa päätöksen luokitukselta tekee Säteilyturvakeskus. Olkiluodon voimalaitoksessa INES 1-luokan tapahtumia ovat olleet esimerkiksi öljyvudosta aiheutunut palon-alku 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 merkittävänsä edellyttämän huomion ja ovat etusijalla päätöksiä tehtäessä. Määritelmä on yleisesti käytössä ydinvoimalalla.

TVO:ssa turvallisuuskulttuuri nähdään toiminnan edellytyksenä. Turvallisuus on päätöksenteossa tärkein asia. TVO:n 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 TVO:ssa huolellisesti. Saatujen tulosten pohjalta laaditaan toimintamallit TVO:n toiminnan edelleen parantamiseksi.

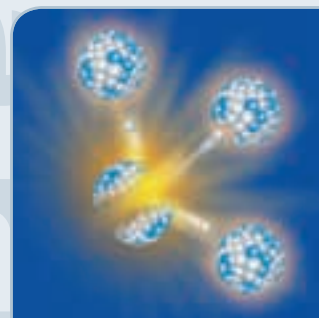
## Korkea ammattitaito ja työmoraali

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

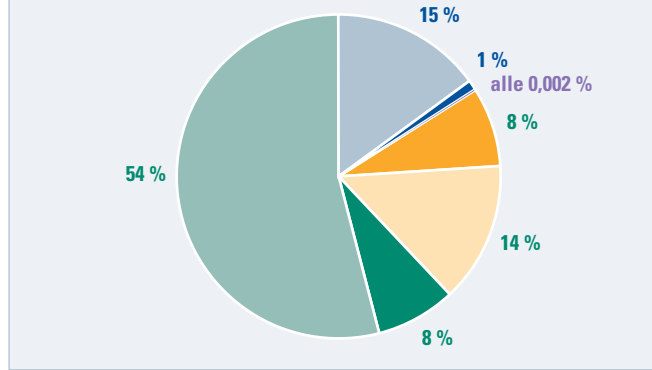
TVO:laiset etsivät toimintayksiköissään kehittämiskohteita ja suunnittelevat yhä parempia toimintatapoja.

TVO:n toiminta ja tuotanto on alan toimijoiden keskuudessa maailmanlaajuisesti arvostettua. TVO ja sen henkilöstö pyrkii jatkuvaan 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 vesimolekyyleihin 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**

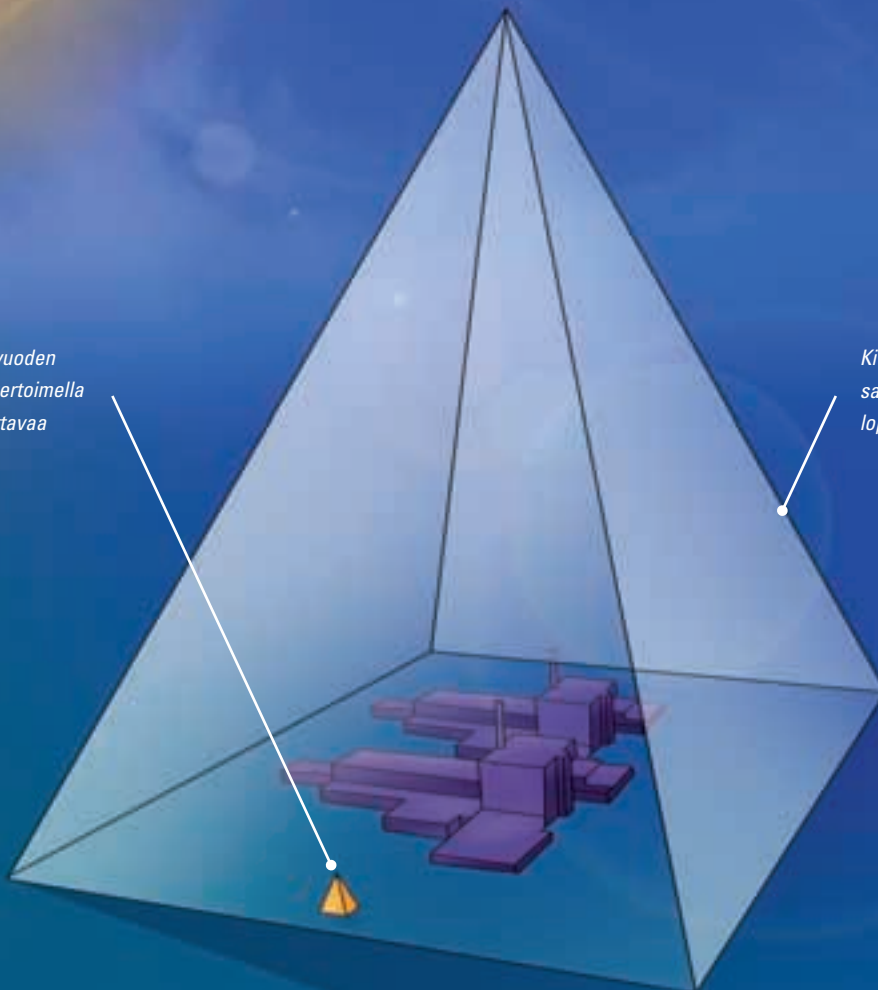
- Kosminen säteily (aurinko ja avaruus) 8 %
- Ulkoinen säteily maaperästä ja rakennusmateriaalit 14 %
- Luonnon radioaktiivisuus kehossa 8 %
- Sisäilman radon 54 %



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

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

Kivihiililaitoksen käyttö aikansa loppuun saattaa 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 lähi-alueen vesien 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 valvontamittarein. Lähialueiden

asukkaita mitattaessa ei ole havaittu ydinvoimalaitokselta peräisin olevia radioaktiivisia aineita.

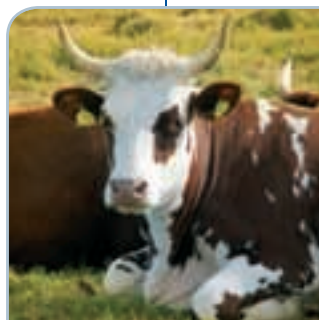
## Päästöt mereen minimaalisia

Meriveteen laitokselta pääsevät aktivoitumis- ja fissiotuotteet ovat viranomaisen rajoista vain prosentin osia ja tritiumpäästöt muutamia prosentteja.

Ydinvoimalaitoksen prosessivettä puhdistetaan jatkuvasti ja samalla poistuvat siinä olevat fissio- ja aktivoitumistuotteet. Käytetyt suodatinmassat kiinteytetään bitumoimalla ja lopputulokset 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 uraaniensyintymät 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 jätteeseen kuuluu muun muassa suojavaatteita, palokankaita ja muoveja.

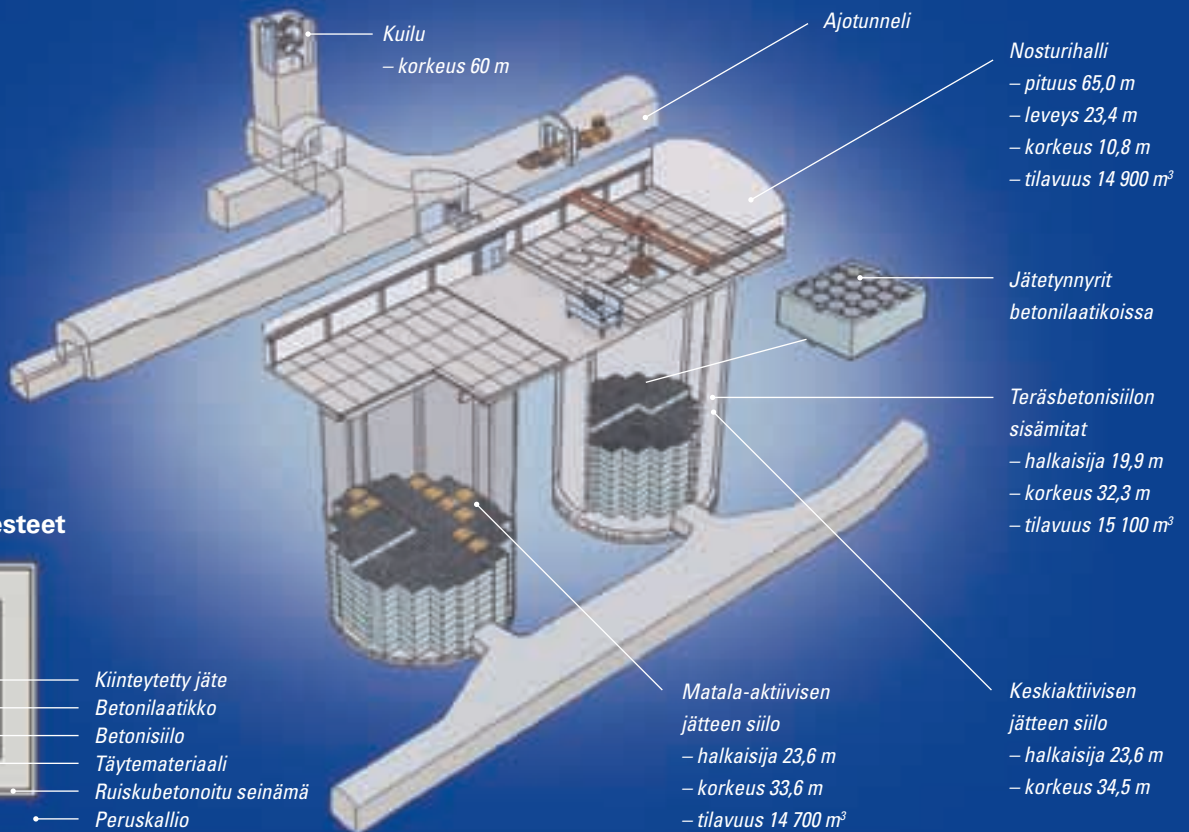


Prosessiveden puhdistuksessa käytetyt suodatinmassat kiinteytetään bitumiin ja seos valetaan terästynnyreihin. Bitumointia ohjataan jätteenkäsittelyrakennuksen valvomosta.

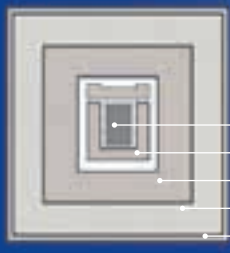


VLJ-luolan silloit sijaitsivat noin 60–100 metrin syvyydessä.

### Voimalaitosjätteen loppusijoitustila (VLJ)



### Moninkertaiset esteet



Kiinteytetty jäte  
Betonilaatikko  
Betonisiilo  
Täyttemateriaali  
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 jätteeseen kuuluva



Jätteet kuljetetaan Voimalaitosjäteluolaan säteilysuojalla varustetulla ajoneuvolla.

metalliroimu paloitellaan 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 säteilysuojalla varustetulla ajoneuvolla luolaan. Luolassa betonilaatikat 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 käytetyksi 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 jäähdyyttää nippuja 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 polttoaineput siirretään reaktorihallissa oleviin polttoainealtaisiin muutamaksi vuodeksi jäähtymään. Samalla käytetyn polttoaineen radioaktiivisuus vähenee voimakkaasti, alle sadasosaan.

## KPA-varasto

Muutaman vuoden jäähtymisen jälkeen polttoaineput 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 nykyisten ja rakenteilla olevan yksikön käytetty ydinpolttoaine sekä Loviisan ydinvoimalaitoksen käytetty polttoaine.

## Loppusijoituksen tutkimustilojen rakentaminen on alkanut

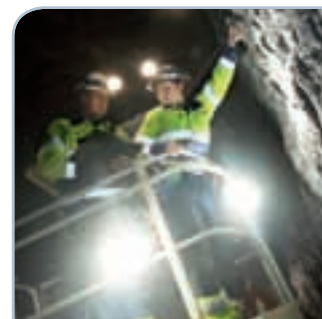
Posiva Oy on aloittanut vuonna 2004 ONKALO-nimisen, käytetyn polttoaineen loppusijoitustutkimustilan rakentamisen. Loppusijoitussyvyyteen päästään vuosina 2009–2010, minkä jälkeen on mahdollista kerätä varmentavaa tutkimustietoa suunnitellulta loppusijoitussyvyydeltä. Loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemus 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 alussa ydinjätehuoltorahaston varat olivat noin 1,8 miljardia euroa. TVO:n osuus tästä on noin 1,0 miljardia euroa. Näillä varoilla katetaan myös ydinvoimalaitosten purkamiskustannukset.

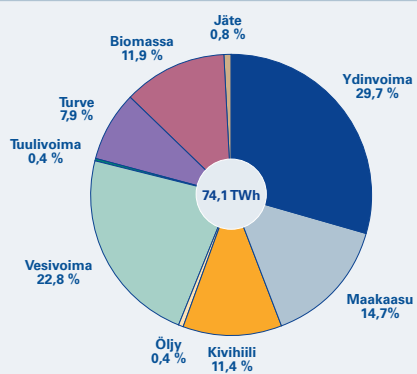


*Käytetty polttoaine kuljetetaan välivarastoon pallografiittiraudasta valetulla siirtosäiliöllä.*



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

Suomen sähköntuotanto energialähteittäin 2008 (74,1TWh)



Energiateollisuus 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, kivihili, maakaasu, puupolttoaineet, turve sekä öljy ja tuuli.

Suomessa on yhteensä noin 400 voimalaitosta. Ydinvoimalaitokset tuottavat noin neljäsosan Suomessa käytetystä sähköstä.

Olkiluodon kaksi ydinvoimalaitosyksikköä tuottivat vuonna 2008 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, kivihiihtä, öljyä ja maakaasua.

## Kivihili

Fossiilisia polttoaineita, esim. kivihiihtä poltettaessa syntyy savukaasuja, joista hankalin on hiilidioksidi. Hiilidioksidi on kasvihuonekaasu, jota ei nykytekniikalla ole mahdollista poistaa savukaasuista. Fossiilisten polttoaineiden 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 lisärentaminen 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. Jätepoltoaineiden, turpeen ja muiden biopolttoaineiden osuus Suomen sähkön hankinnasta oli noin 19 prosenttia vuonna 2008.

## Turve

Turve on hitaasti uusiutuvaa biomassaa. Turpeen nykykäyttö Suomessa vastaa likimain turpeen uusiutumista. Turpeen polton hiilidioksidipäästöjä eli vaikutusta kasvihuoneilmistöön selvitetään laajalla tutkimuksella. Puun ja turpeen sekapolto voidaan alentaa biovoimaloiden hiilidioksidin ominaispäästöjä.

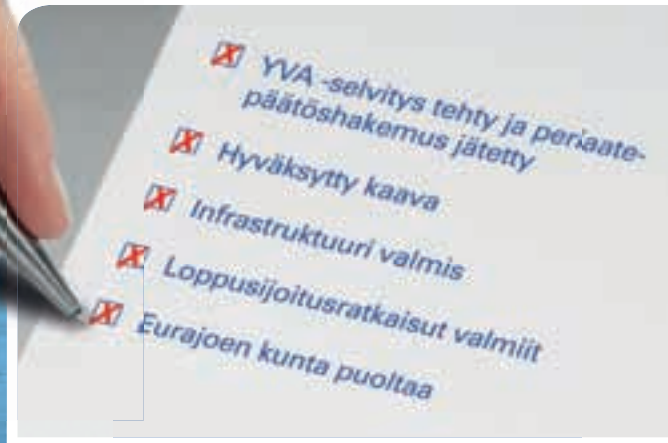
## Tuuli

Tuulivoiman laajamittaista käyttöä rajoittavat korkeat kustannukset, tuotannon vaihteluista aiheutuva säätövoiman tarve sekä sopivien sijoituspaikkojen löytäminen.



*Tuuli, peltobiomassa ja aurinkopaneelit soveltuvat pienimuotoiseen sähköntuotantoon.*

40 vuoden kokemus ja 800 vahvaa ydinvoiman osaajaa.



TVO:lla on hyvät valmiudet käynnistää OL4-hanke nopeasti.

Alueen infrastruktuuri on valmis

1. OL1
2. OL2
3. OL3
4. OL4
5. Käytetyn polttoaineen välivarasto
6. Voimalaitosjäteluola
7. Käytetyn polttoaineen loppusijoitustilat
8. Koulutuskeskus
9. Kaasuturpiinilaitos
10. Voimalinja
11. Laivaväylä
12. Tiestö
13. Majoituskylä
14. Vierailukeskus



Olkiluodon saari on erinomainen paikka ydinvoimatuotannolle.

# Ydinosaajien Olkiluoto

TVO:lla on monipuoliset valmiudet neljännen laitosesikön turvalliseen toteuttamiseen. Yhtiöllä on valmius tuottaa suomalaisille neljän laitosesikön voimin ilmastonmuutosta 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 ydinpoltoaineen loppusijoituksesta.

## Olkiluoto on valmis neljännelle laitosesikölle

Ydinvoimatuotannossa tarvitaan laitosesikön 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, koulutuskeskus, majoituskylä ja Vierailukeskus. Alueella työskentelee TVO:n noin 800 kokeneen ammattiosaajan lisäksi tuhansia OL3-rakentajia.

## Olkiluodossa hallitaan ydinjätehuolto

Alueella on valmiina käytetyn ydinpoltoaineen 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 ydinpoltoaine jäähtyy vesialtaissa vähintään 40 vuotta reaktorista poistamisen jälkeen. Samalla polttoaineen radioaktiivisuus vähenee jo huomattavasti. Omistajiensa ydinpoltoaineen turvallisesta loppusijoituksesta huolehtii Posiva Oy, jonka tavoitteena on aloittaa ydinpoltoaineen loppusijoitus Olkiluodossa vuonna 2020.

## Suomalaista osaamista ja pitkäaikaista kokemusta

OL4-hankkeen menestykselle tärkein voimavara on TVO:n noin 800 osajalle 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 ydinvoimatuotannossa toiminnan perustana ovat aina turvallisuusnäkökohdat. Olkiluoto on valmis neljännelle laitosesikölle.



*Laaja alueellinen ja paikallinen tuki TVO:ta kohtaan perustuu vuosikymmenien hyvälle naapurussuhteille. OL4-lupaprosessiin kuuluneessa YVA-menettelyssä käytiin monipuolista vuoropuhelua paikallisten asukkaiden kanssa.*



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