

Sirkka Saarinen, toimittaja



TVO/Hannu Huovila

Suomen viidennen ydinvoimalaitoksen rakennustyöt käynnistyivät keväällä 2005. Tuotantokäyttöön *Teollisuuden Voima Oy:n* rakentama uusin ydinvoimayksikkö Eurajoen Olkiluodon saaren länsipäässä tulee vuonna 2009.

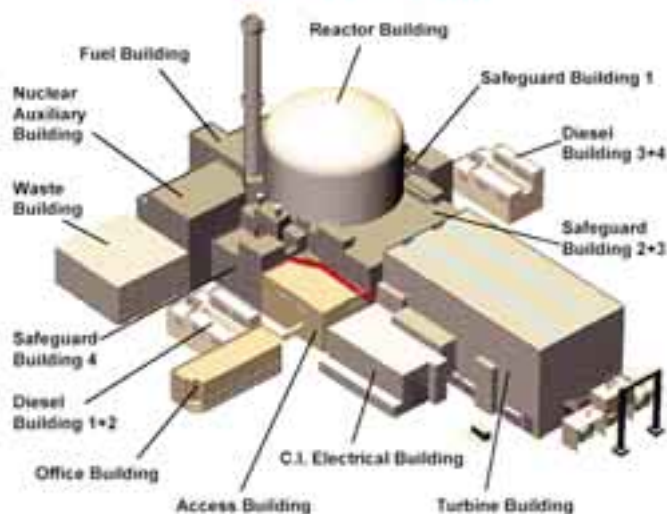
OL3:ksi nimetty yksikkö rakennetaan nykyisten Olkiluoto 1:n ja 2:n viereen. Hankkeen kokonaiskustannusarvio vuoden 2003 rahassa on noin 3 miljardia euroa. Se on Suomen tähänastisen teollisuushistorian suurin yksittäinen investointi.

Hanke on tuottanut runsaasti palstamillimetrejä ja kiivastakin julkista keskustelua jo ennen toukokuuta 2002, jolloin hallitus teki periaatepäätöksen uuden ydinvoimayksikön rakentamisesta. Kiinnostusta on riittänyt myös rakentamisen käynnistyttyä, ensin urakointivalintojen ja nyt itse töiden etenemisen osalta. Ydinvoimalatyömaa ei – ymmärrettävää kyllä – ole avoin kelle tahansa ja koska tahansa. Suomen Betonitieto Oy:n toimittajaryhmä pääsi tutustumaan työmaahan syyskuun puolessa välissä TVO:n rakennuttajapäällikkö *Timo Kallion* isännöimänä. Silloin valmisteltiin reaktorin pohjalaatan isoa, lähes viikon pituista valua.

Timo Kallio suhtautui rauhallisesti kysymykseen, miksi pohjalaatan alkuperäinen aikataulu on venynyt yli kesän. Hänen mukaansa myöhästymisestä ei ole kyse, sillä aikataulussa valmistumisajankohta ei alkupään järjestelyistä huolimatta muutu.

OL3 on isojen lukujen työmaana, joten työmaajärjestelyissä on varaa tehdä matkan varrella muutoksiakin. Rakennusten vaatima pinta-ala on noin neljä hehtaaria. Ne sijoittuvat noin 19 hehtaarin suuriselle alueelle. Rakennustilavuus on noin 950 000 m<sup>3</sup>. Rakennusten suurin korkeus on runsaat 60 metriä ja ilmastointipiipun korkeus noin 100 metriä. Kaikki rakennukset perustetaan kalliolle. Rakennusten käyttöikä on 60 vuotta. Betonia rakennuksiin tulee kuluun noin 250 000 m<sup>3</sup>. Rakenteiden massiivisuuden takia betonissa käytetään paljon masuunikuonaa. Työstettävyyden parantamiseksi käytetään paljon hidastinta.

## EPR - Plot Plan



## KANSAINVÄLINEN TYÖMAA

TVO solmi vuoden 2004 alussa sopimuksen saksalais-ranskalaisen *Framatome ANP:n* ja *Siemensin* muodostaman konsortion kanssa 1600 MW:n laitoksen toimittamisesta. Tammikuussa 2004 TVO jätti valtioneuvostolle Olkiluoto 3:n rakentamislupahakemuksen.



## ONKALOA LOUHITTU 700 METRIÄ

Käytetyn ydinvoimapolttoaineen loppusijoitusta voi aiheellisesti pitää ydinvoiman käyttöönoton tärkeimpänä asiana. Suomessa siitä huolehtii Posiva Oy, vuonna 1995 perustettu asiantuntijaorganisaatio. Se vastaa käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksesta, loppusijoituksen liittyvistä tutkimuksista ja muista toimialaansa kuuluvista asiantuntijatehtävistä.

Loppusijoitusta on valmisteltu Suomessa jo noin neljännesvuosisata. Vuonna 2001 Posiva keskitti loppusijoituksen jatkotutkimukset Olkiluotoon, jonne rakennetaan ONKALO-nimen saanut maanalainen tutkimustila. Eurajoen kunta myösi ONKALO:lle rakennusluvan toukokuussa 2003 ja se toteutetaan vv. 2004-2010. ONKALO-vaiheen jälkeen eli 2010 -luvulla aloitetaan kapselointilaitoksen ja loppusijoitustilojen rakentaminen.

ONKALON tunnelia on louhittu tähän mennessä noin 700 metrin pituusdelta tasolle -63 m. Rakentamisvaiheessa louhitaan ajotunneli ja ilmanvaihtokuilu tasolle -420 m. Tutkimusvaiheessa jatketaan ajotunnelin ja ilmanvaihtokuilun louhimista tasolle -520 m. Ajotunnelin kokonaispituudeksi tulee 5,5 kilometriä kaltevuudella 1:10 ja louhittavien tilojen kokonaistilavuudeksi 330 000 m<sup>3</sup>.

Tunnelin sisäänkäynnin välittömään

läheisyyteen rakennettu tekniikkarakennus valmistui lokakuussa. Se tulee toimimaan maanalaisen tilojen valvomona sekä hälytys- ja viestikeskuksena. Sieltä ohjataan kaikkia tunneliin asennettuja järjestelmiä kuten sähkönsyöttöä, ilmanvaihtoa ja erilaisten mittauslaitteiden toimintaa. –SS



1

Kolme metriä paksu pohjalaatta valettiin yhtäjaksoisesti maanantaiaamusta lauantai-iltaan.

2

Päärakennusten sijaintikuva.

3

OL3:n rakennusten vaatima pinta-ala on noin neljä hehtaaria. Ne sijoittuvat noin 19 hehtaarin suuruiselle alueelle nykyisten Olkiluoto 1:n ja 2:n viereen. Rakennustilavuus on noin 950 000 m<sup>3</sup>. Rakennusten suurin korkeus on runsaat 60 metriä ja ilmastointipiipun korkeus noin 100 metriä.

4

Onkaloksi nimetyn maanalaisen tutkimusaseman sisäänkäynti.

4





TVO/Hannu Huovila

5



6



7



5

OL3:n pohjalaatan raudoitusta. Takana nosturi raskaita nostoja varten.

6

OL3:n raudoitustyöt eivät projektin suuruutta lukuunottamatta poikkea normaalista raudoituksesta.

7

Jänneteräkset. 15 punosta/jänne.

8

OL3:n työmaalla on käytössä yksi maailman suurimmista nostureista: tammikuussa Suomeen 90:ssä laivakontissa tuodun hollantilaisnosturin edellinen sijoituspaikka oli Karibialla. Nosturin puomi ulottuu noin 160 metrin korkeuteen, maksiminostokapasiteetti on noin 1600 tonnia.

9

Ensimmäinen laivakuljetus OL3:n rakennustyömaalle oli reaktorin suojarakennuksen metallisen sisävuorauksen alaosa, joka kuljetettiin meritse Puolasta. Kyseinen osa painaa noin 200 tonnia. Koko sisävuoraus on pystytettyä yli 60 metriä korkea ja noin 50 metriä leveä ja painaa noin 600 tonnia.

10

OL3 toimitetaan avaimet käteen -periaatteella. Laitostoi-  
mittajakonsortio vastaa reaktori- ja turpiinilaitoksen lisäksi myös rakennustöistä. TVO:n osuutena ovat aluetyöt ja infrastruktuurin laajennus.

Pelkästään reaktorirakennustyömaan kokonais-  
vahvuus on noin 600 henkilöä. Tekijäkaarti on erittäin  
kansainvälistä, laskujen mukaan ulkomaisia työnteki-  
jöitä on noin paristakymmenestä eri maasta. Suoma-  
laisia on silti selvä enemmistö, reilusti yli puolet.

Kesän aikana tehtiin mm. kalliopintojen tasoitus-  
valutöitä sekä 300 tonnia painavien raudoitusele-  
menttejä pohjalaatan valua varten. Raudoitteiden  
valmistuksesta ja pohjalaatan valusta vastaa *Har-  
tela Oy*. Kesällä alueelle valmistui myös uusi ruoka-  
larakennus, uusi vierailukeskus valmistuu vuoden  
lopulla. Työmaan majoituskylän 15 ensimmäistä ta-  
loa pystytettiin elokuun puolessa välissä.

Reaktorirakennuksen, turvajärjestelmärakennuk-  
sen sekä polttoainerakennuksen rakennustyöt urakoi  
ranskalainen *Bouygues Travaux Publics -yhtiö* yhdes-  
sä useiden suomalaisyritysten kanssa. Tämä OL3:n  
suurin yksittäinen urakka kestää kolme vuotta.

Turbiinilaitoksen urakoitsija on saksalainen *Heit-  
kamp GmbH* yhdessä mm. *Lapin Teollisuusrakennus  
Oy:n* kanssa.

## YHTENÄ MITOITUSARVONA LENTOKONEEN TÖRMÄYS

TVO:n suunnittelupäällikkö *Timo Kukkola* esitteli  
Betoniyhdistyksen 80-vuotisseminaarissa Olkiluoto  
3-projektia ja sen betonisia suojarakenteita. Hän  
jakoi Olkiluoto 3:n rakennuksen kolmeen pääraken-  
nuskompleksiin: reaktorisaareke, turpiinisaareke  
sekä muut rakennukset.

Turvallisuusvaatimukset korostuvat paitsi uuden  
ydinvoimalaitoksen laitteiden valinnan, myös sen  
rakenteiden suunnittelussa. Erilaisten turvallisuus-  
järjestelmien lisäksi rakenteet on mitoitettu mm.  
lentokoneen törmäyksen tai ns. vakavan reaktorion-  
nettomuuden varalta. Siinä reaktorisydämen oletea-  
taan sulavan kaikkien turvallisuusjärjestelmien  
epäonnistuessa.

Reaktorirakennus on 64 metriä korkea, sen ulko-  
halkaisija on noin 57 metriä. Rakennuksen katto on  
puolipallomainen. Ulkoseinän ja sisemmän suojaraka-  
kennuksen muoto on valittu lujuustekniikan ja aika-  
taulun perusteella. Reaktorirakennuksen ulkoseinä,  
joka toimii myös lentokonetörmäyssuojana, toteu-  
tetaan noin kahden metrin paksuisena vahvasti rau-  
doitettuna betonirakenteena.

Suojarakennuksen hoitotason yläpuolella on  
nosturi, jolla voidaan nostaa painavimmatkin pää-  
komponentit, kuten reaktoritankki ja höyrystimet









11



kerralla paikalleen. Tarvittaessa ne voidaan myös vaihtaa.

Sisempi suojarakenne on vajaat kaksi metriä paksu jännitetty teräsbetonirakenne. Se on mitoitettu kestämään sisäpuolelta tulevat rasitukset, kuten mahdolliset putkikatkoista aiheutuvat paine- ja lämpötilakuormat. Suojarakennuksen suunnittelussa on otettu huomioon myös ns. vakava reaktorionnettomuus, jossa reaktorin sydämen oletetaan sulavan paineastian pohjan läpi. Sula johdetaan passiivisesti siirtokanavan kautta noin 170 neliön suuruiselle leviämisalueelle, jossa sula jäähdytetään vedellä.

Suojarakennuksen tiiviys on varmistettu suojarakennuksen sisäpintaan asennetun teräksisen tiivisyselevyn avulla.

Myös ison matkustajalentokoneen törmäys on otettu huomioon laitoksen suunnittelussa. Betoniset suojarakenteet on suunniteltu sellaisiksi, ettei lentokone tai sen osa pääse tunkeutumaan suojarakenteen läpi eikä rasitus ylitä rakenteen kantokykyä.

12



### NELJÄNNESMILJOONA KUUTIOTA BETONIA

OL3 nielaisee myös paljon betonia, arvioiden mukaan 250 000 kuutiota. Olkiluodon suurtoimitus onkin sen saaneelle *Forssan Betoni Oy:lle* yrityksen historian suurin. Lemminkäinen-konserniin kuuluvan yrityksen toimitusjohtaja *Antti Hujanen* kertoo, että toimitus merkitsee yrityksen liikevaihtoon vuositasolla noin kolmanneksen lisäystä.

Forssan Betoni on perustanut OL3:n työmaan lähelle betoniaseman, jossa on kaksi siirrettävää betoniasemaa. Kummankin tuotantokapasiteetti on 180 kuutiota tunnissa. Hankkeen suurimman yksittäisen valun eli pohjalaatan valun aikana asemalta lähti betoniauto työmaalle noin kolmen minuutin välein. Keskeyttämättömään tuotantoon on varustauduttu varman päälle: Antti Hujanen kertoo, että alueella on käytössä lisäksi pieni varabetoniasema sekä mahdollisen sähkökatkon varalta hankittu oma tuhannen kilowatin aggregaatti.

13

### MASUUNIKUONAN OSUUS BETONISSA SUURI

Pohjalaatan betonin erikoisuus on sen iso masuunikuonamäärä. Masuunikuonaa on noin 75 ja sementtiä 25 prosenttia. Syynä on se, että massiivisessa valussa normaalisementti aiheuttaisi rakenteeseen erittäin korkean, jopa 50 asteen lämpötilan, joka kasvattaisi betonin halkeiluriskiä. Masuu-

nikuonan sementtiä hitaamman reaktion ansiosta lämpötila ei nouse yli 35 asteen. Hitaamman reaktion takia tavoitelujuuteen, joka OL3:ssa on K40, päästään siten vasta 91 vuorokauden kuluttua.

### VALU MAANANTAISTA LAUANTAIHIN

Massiivinen pohjalaatta valettiin syyskuun lopulla: aikaa kului maanantai-aamusta lauantai-iltapäivään. Kokonaisuudessa betonia tarvittiin 11 300 kuutiota. Pumppausurakoitsijana oli *Lohja Rudus valmisbetonin Etelä-Suomen pumppausosasto* ja sen tytäryhtiö *VV-Pumppaus Oy*.

Työmaalla tarvittiin molempien suurimmat eli 44-metriset pumput, lisäksi pumppaamassa oli 42- ja 36-metriset pumput. Pumpattava määrä oli 16 500 kuutiota, sillä iso osa betonista jouduttiin valun suuruuden takia pumppaamaan kaksi kertaa ennen kuin se oli lopullisessa paikassaan. Kiihasvauhtisimpana aikana betonia pumpattiin 140 kuutiota tunnissa.

### OL3:N TURBIINISAAREKKEEN RUNKOIHIN YLI 1500 BETONIELEMENTTIÄ.

Turbiinisaarekkeen tehtävä on muuttaa reaktorisaarekkeella tuotetun höyryn energia sähköksi. Tämän osuuden toteutuksesta OL3-hankkeessa vastaa *Siemens Power Generation AG*. Saareke muodostuu kahdesta päarakennuksesta, turbiinirakennuksesta ja kytkinlaitosrakennuksesta, ja niiden koot ovat suuruusluokaltaan 70 m x 100 m ja 30 m x 40 m.

Turbiinirakennuksen pystyrunko ja sähkölaiterakennuksessa pääosa koko rungosta tehdään betonielementeistä. Tähän tarvitaan lähes 2000 elementtiä, joista pääosa on massiivisia teräsbetonipilareita ja -seiniä. Mukana on myös ontelolaattoja, kuorilaattoja, jännebetonipalkkeja ja porraselementtejä. Elementit toimittaa *Parma Oy* ja toimitus on yksi sen historian suurimmista yksittäisistä kaupoista.

Olkiluotoon toimitettavat elementit ovat järeitä, suurimmat yksittäiset pilarielementit painavat yli 60 tonnia ja niissä on 25 m<sup>3</sup> betonia. Tämän kokoiset elementit saadaan vielä ilman isompia järjestelyitä tehtyä ja kuljetettua työmaalle, vaikka pilareita onkin kymmeniä. Työmaalla pilarit nousevat jättimäisellä Mammouth-nosturilla. Myös elementtien varustelu koostuu massiivisista osista. Esimerkiksi iso osa pilarikengistä on suurimpia, mitä Suomesta vakiona saa, eikä määrä jää neljään pilaria kohti.

Pilarien toimitukset ja asennukset turbiiniraken-

11

*Forssan Betoni Oy* on varautunut Olkiluodon ydinvoimalan 250 000 kuution ja 20 miljoonan euron betonitoimituksiin rakentamalla työmaan lähelle betoniaseman, jossa on kaksi siirrettävää betoniasemaa. Valmisbetonitoimitusten on arvioitu kestävän yhteensä 38 kuukautta.

12

Betonirakenteiden valua.

13

Olkiluotoon toimitettavat elementit ovat järeitä. Elementit toimittaa *Parma Oy*.



14

15

16

nuksessa alkoivat syyskuussa ja vuodenvaihteessa 2005-06 vauhti kiihtyy. Myös kytkinlaitosrakennuksen toimitukset alkavat vuoden vaihteen jälkeen.

### CONSTRUCTION OF OLKILUOTO 3 STARTED – COMMISSIONING PLANNED FOR 2009

The construction of the fifth nuclear power plant unit in Finland started in the spring of 2005. Generation of electricity at the new unit of Teollisuuden Voima Oy at the west end of the island of Olkiluoto in the municipality of Eurajoki will start in 2009.

The new unit, referred to as OL3, is under construction next to the existing units Olkiluoto 1 and Olkiluoto 2. The total cost estimate of the project, at the level of 2003, is about EUR 3 billion, making it the largest individual investment ever in the industrial history of Finland.

The total area required for the plant buildings is about 4 hectares, located in a total land area of some 19 hectares. The volume of the buildings is ca. 950 000 m<sup>3</sup>, and the maximum building height is ca. 100 m. The foundations of all the buildings are built on bedrock. The service life of the buildings is 60 years, and the total consumption of concrete is ca. 250 000 m<sup>3</sup>.

During the summer, the project proceeded in the form of levelling casting of rock surfaces and manufacture of 300 tons of reinforcement elements for the concreting of the base slab, for example. The reinforcements are manufactured and the base slab concreted by Hartela Oy. A new canteen building was also built on the site during the summer, and the new visitors' centre will be completed toward the end of the year. The first 15 houses in the site accommodation village were erected in mid-August.

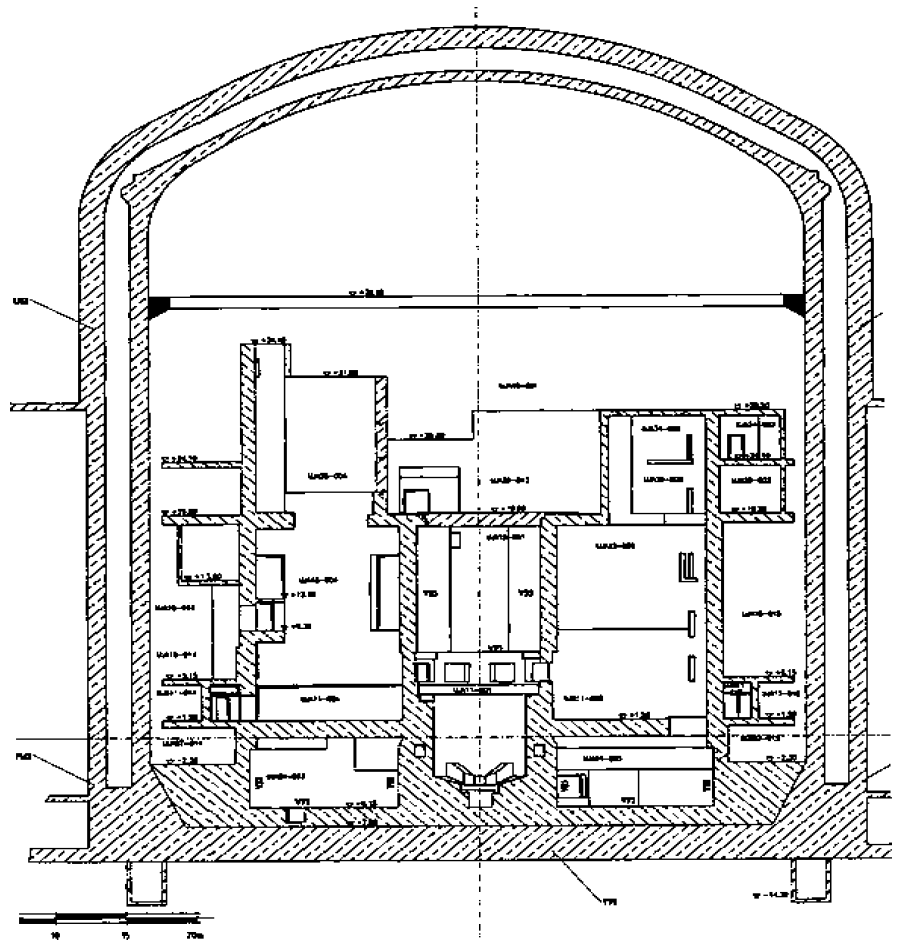
Olkiluoto 3 power plant unit can be divided into three main building complexes: the reactor island, the turbine island and the auxiliary buildings.

Safety requirements are highly emphasised not only in the selection of equipment for the new nuclear power plant unit, but also in the design of the structures. In addition to various safety systems the structures are dimensioned to withstand e.g. aircraft crashes or so-called severe reactor accidents.

The reactor building is 64 m tall, and the outer diameter of the building is ca. 57 m. The external wall of the reactor building is built as a highly reinforced concrete structure about 2 m thick. The inner containment is an almost 2 m thick, pre-stressed reinforced concrete structure designed to resist any stresses from within the building.

The total consumption of ready-mixed concrete for OL 3 is estimated to be some 250 000 m<sup>3</sup>. Forssan Betoni Oy has started a concrete mixing plant near the OL3 site, with two portable batching plants. The production capacity of each plant is 180 m<sup>3</sup> in one hour.

The concrete used in the base slab is characterised by a high amount of furnace slag: about 75% of the composition is furnace slag and 25% cement. The reason for this is that with normal cement the temperature of the structure could rise to up to 50°C during the massive concreting process, which would increase the cracking risk of the concrete. Owing to the slower reaction of furnace slag in comparison with cement the temperature will not rise above 35°C. Due to the slower reaction, the target strength, which for OL3 is K40, will not be achieved until after 91 days.



17

14

Markku Rotko on ollut Parma Oy:n puolelta mukana Olkiluoto-projektissa jo reilut puoli vuotta ensi asiakaskontaktista lähtien. Laadunvarmistus ja dokumentointi ovat Rotkon mukaan niitä tekijöitä, jotka erottavat Olkiluodon selvimmin muista projekteista. Tähän oli onneksi varauduttu ja projektia hoitaa Parmassa täysipäiväisesti kahden hengen Olkiluoto-tiimi. Sähköinen tiedonsiirto osapuolten välillä on viety hyvin pitkälle ja papereita lähetellään osapuolten välillä äärimmäisen vähän. Muita eroavuuksia ovat urakkakilpailussa pidetty nettihuutokauppa ja kansainvälinen asiakas. Tuotannon osalta Olkiluoto ei kohteena mittakaavoja laatupapereiden täyttöä lukuun ottamatta poikkea juurikaan normaalista tekemisestä.

15

TVO:n rakennuspäällikkö Timo Kallio vakuuttaa, että OL3 ydinvoimala otetaan käyttöön suunnitellusti vuonna 2009, vaikka rakennustöistä osa on alkuvaiheessa ollut jäljessä alkuperäisestä aikataulusta.

16

Forssan Betoni Oy:n toimitusjohtaja Antti Hujanen kertoo, että massiivisen pohjalaatan valussa käytettiin betonia, jonka sideaineesta 75 prosenttia oli masuunikuonaa.

17

Leikkauspiirustus reaktorirakennuksesta. Ulkoseinäraakenne on kaksi metriä paksu teräsbetonirakenne.