



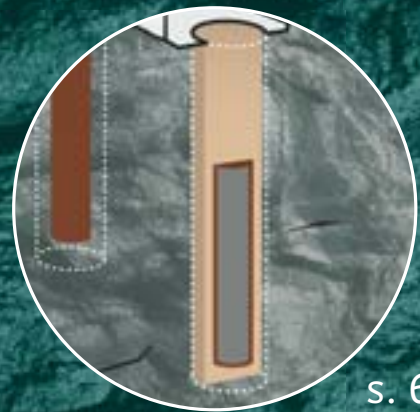
KAPSELEISSA KALLIOON

KÄYTETYN YDINPOLTTOAINEEN
LOPPUSIJOITUS ÖLKILUODOSSA





s. 4



s. 6



s. 10



s. 16



s. 20

JOHDANTO.....	4
VAIN TURVALLINEN LOPPUSIJOITUS ON MAHDOLLINEN.....	6
Loppusijoituskapseli Täyttömateriaalit	
TUTKIMALLA TURVALLISTA	10
Paikkatutkimukset ONKALO Loppusijoitusratkaisun tekninen kehitystyö Turvallisuusanalyysi yliarvioi riskejä	
KOHTI LOPPUSIJOITUSTA	16
Toiminta alkaa vuonna 2020	
SUOMESSA HUOLEHDITAAN YDINJÄTTEISTÄ.....	20
Vastuu on ydinvoimayhtiöillä Loppusijoitusta on valmisteltu kauan Kansainvälinen yhteistyö	

JOHDANTO



Suomen kahdessa ydinvoimalaitoksessa Eurajoella ja Loviisassa toimii yhteensä neljä reaktoriyksikköä, ja viides on rakenteilla. Ydinvoimalat käyttävät polttoainenaan uraania, joka käytön aikana muuttuu radioaktiiviseksi. Käytetty polttoaine on ydinjätettä, josta tulee huolehtia niin ettei siitä aiheudu haittaa elolliselle luonnolle.

Vastuu ydinjätehuollosta kuuluu ydinvoimayhtiöille, joiden on huolehdittava tuottamiensa ydinjätteiden huoltoon kuuluvista toimenpiteistä ja vastattava niiden kustannuksista. Ydinenergiain mukaan ydinjäte pitää käsitellä, varastoida ja loppusijoittaa Suomen omalla alueella, eikä muiden maiden ydinjätettä saa tuoda Suomeen.

Vuonna 1995 ydinvoimayhtiöt Teollisuuden Voima ja Fortum Power and Heat perustivat Posiva-nimisen yhtiön huolehtimaan ydinvoimaloidensa käytetyn polttoaineen loppusijoituksen tutkimuksesta ja käytännön toteutuksesta. Posiva tekee yhteistyötä suomalaisten ja ulkomaisten asiantuntija-organisaatioiden kanssa ja tilaa ydinjätehuoltoon liittyviä tutkimuksia yliopistoilta, korkeakouluilta, tutkimuslaitoksilta ja konsulttiyrityksiltä.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta kallioperään on tutkittu 1980-luvulta lähtien. Eri puolilla Suomea tehtyjen alueeseulontojen, paikkatutkimusten ja ympäristövaikutusten arvioinnin perusteella loppusijoituspaikaksi on valittu Eurajoen Olkiluoto. Paikanvalinnan jälkeen Olkiluodon alueella on tehty lukuisia kattavia

kallioperätutkimuksia. Parhaillaan Olkiluodossa louhitaan mittavaa, noin 400 metrin syvyyteen ulottuvaa tutkimustunnelia, ONKALOA, josta saadaan yksityiskohtaista tietoa loppusijoituskaivon olosuhteista ja ominaisuuksista.

Ensimmäiset erät käytettyä ydinpolttoainetta on määrä loppusijoittaa vuonna 2020. Seuraavissa luvuissa esitellään käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusratkaisua sekä tähän liittyvää Posivan tutkimus- ja kehitystyötä Olkiluodossa.

Ydinpolttoaine



- Ydinvoimaloiden polttoaine on valmistettu kallioperästä louhitusta uraanimalmista. Polttoaineketjun alkupäässä malmi jalostetaan ydinpolttoainepuiksi.
- Käytetty ja tuore ydinpolttoaine näyttävät ulkoisesti samantaisilta, mutta käytetyn polttoaineen uraanista on osa muuttunut radioaktiiviseksi halkeamistuotteiksi ja uraania raskaammiksi transuraaneiksi.
- Uraanipolttoaine on heti käytön jälkeen voimakkaasti radioaktiivista, mutta jo vuodessa sen aktiivisuus vähenee sadasosaan. Loppusijoitettaessa ydinpolttoaineen radioaktiivisuudesta on jäljellä enää tuhannesosa alkuperäisestä.



Olkiluodon polttoainenippu



VAIN TURVALLINEN LOPPUSIJOITUS
ON MAHDOLLINEN

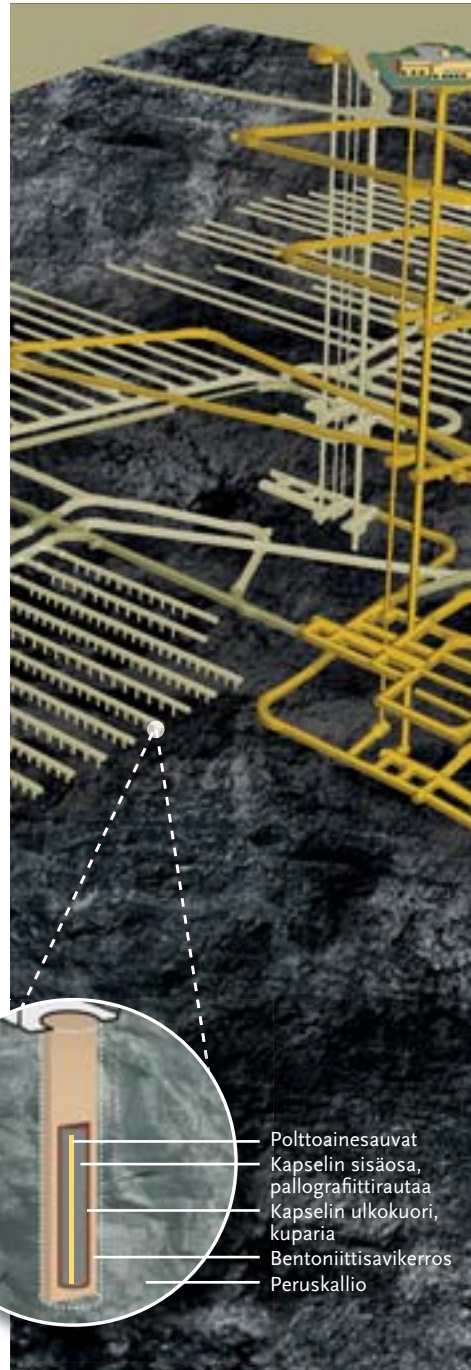
Loppusijoituksen turvallisuus perustuu toteutuksessa käytettäviin luonnon materiaaleihin ja syvällä kallioperässä vallitseviin vakaisiin ja ennustettaviin olosuhteisiin. Toisaalta kiteisen kallioperän laatu vaihtelee eikä teknisten päästöestöiden virheitä voida täysin sulkea pois. Oleellista on kuitenkin loppusijoitusjärjestelmän – teknisten vapautumisestöiden ja kallioperän – turvallinen toimivuus myös ennalta arvaamattomissa ja epäsuotuisissa olosuhteissa.

Koska tieteellisellä tutkimuksella ei pystytä koskaan aukottomasti ennakoimaan tulevia tapahtumakulkuja tai tulevaa kehitystä, tulee loppusijoitusjärjestelmän olla kyllin vankka kestävä yksittäiset vajavuudet tai virheet turvallisuuden niistä vaarantumatta. Siksi käytetty ydinpoltoaine on tarkoitus eristää usean toisiaan täydentävän, mutta toisistaan riippumattoman vapautumisestöiden avulla elollisesta ympäristöstä. Vapautumisestöitä ovat kapseli, puskuribentoniitti, loppusijoitustunnelien täyte ja ehyt kallio, joka pidättää, hidastaa ja laimentaa radioaktiivisten aineiden kulkeutumista.

Miksi satojen metrien syvyyteen?



Olkiluodossa kapselit on tarkoitus loppusijoittaa noin 400 metrin syvyyteen. Tällöin vältetään maanpäällisten ja ilmakehässä tapahtuvien muutosten vaikutus loppusijoitustilojen lähiympäristöön. Lisäksi kapselit ovat normaalin ihmistoiminnan (esim. porakaivo) ulottumattomissa ja tiloihin on vaikea tunkeutua. Syvemmällä mentäessä kalliutilojen rakentaminen vaikeutuisi ja pohjaveden suolapitoisuus kasvaisi.



- Polttoainesauvat
- Kapselin sisäosa, pallografiittirautaa
- Kapselin ulkokuori, kuparia
- Bentoniittisavikerros
- Peruskallio

Moninkertaiset vapautumisestöet

Loppusijoituskapseli

Suunnitelmien mukaan käytetyt ydinpoltoaineniput sijoitetaan kupari-valurautakapseleihin pakattuina noin 400 metrin syvyyteen Olkiluodon peruskallioon. Loppusijoitusreikiin asennetaan tiivisteeksi bentoniittisavilohkoja kallion ja kapselin väliin. Loppusijoituksen päätyttyä kaikki kallioon louhitut tilat täytetään ja suljetaan.

Loppusijoituskapselit ovat massiivisia metallisäiliöitä, joiden sisäosa on pallografiittirautaa ja ulkokuori kuparia. Valurautainen sisus tekee kapselin riittävän vahvaksi kestämään kallioperässä vallitsevat mekaaniset rasitukset. Kapseli on siis kehitetty kestämään myös ääriolosuhteita, kuten maanjäristyksiä tai mannerjään aiheuttamaa painetta. Kupari suojaa säiliötä pohjaveden syövyttävältä vaikutukselta. Satojen metrien syvyydessä pohjavesi liikkuu erittäin hitaasti ja on hapetonta, minkä vuoksi sen syövyttävä vaikutus on pieni.

Loppusijoituskapselin valmistusmateriaaleja, rakennetta, valmistustapaa ja sulkemistekniikkaa on tutkittu, jotta lopputuloksena olisi mekaanisesti ja kemiallisesti kestävä säiliö, joka säilyy syvällä kallioperässä tiiviinä vähintään 100 000 vuotta. Tiiviys saavutetaan asettamalla valmistukselle korkeat laatuvaatimukset, joiden täytyminen varmistetaan kattavilla tarkastuksilla.



Olkiluoto 1:n ja 2:n polttoaineelle suunnitellun loppusijoituskapselin sisäosa ja ulkokuori

Palautettavuus



Tässä kuvattu loppusijoitusratkaisu perustuu Ruotsissa alun perin kehitettyyn tekniikkaan, joka on myös Posivan suunnitelmien lähtökohtana Olkiluodossa. Kyseinen tekniikka sallii tarvittaessa polttoaineen palauttamisen loppusijoitustilasta. Ympäristön tilaa voidaan myös seurata loppusijoituksen jälkeen. Joka tapauksessa loppusijoittaminen tulee suunnitella niin, että valvontaa ei tarvita pitkäaikaisturvallisuuden varmistamiseksi.

Kapselin rakenne ja eri kapselityypit

Suomen ydinvoimalaitoksissa käytetään kolmen kokoisia polttoainenippuja. Jokaiselle nippukoolle on oma kapselinsa.



Loviisan kapseli
(korkeus 3,60 m,
halkaisija 1,05 m)

Olkiluodon kapseli (OL1 ja OL2)
(korkeus 4,80 m, halkaisija 1,05 m)

Olkiluodon kapseli (OL3)
(korkeus 5,25 m, halkaisija 1,05 m)

Täyttömateriaalit

Loppusijoitusreiässä kapselin ja kallion väli täytetään puskurimateriaalilla. Sen tarkoituksena on eristää kuparikapseli sitä ympäröivästä kallioista. Puskurimateriaali estää pohjaveden vapaan virtauksen kapselin ja kallion välisessä tilassa. Puskurimateriaalina käytetään puristettua bentoniittisavea, joka asennetaan lohkoina loppusijoitusreikään kapselin ympärille. Bentoniitti on luonnossa esiintyvä savilaji, joka paisuu joutuessaan kosketuksiin veden kanssa. Paisuminen tiivistää bentoniitin ja ehkäisee veden liikkeen kapselin läheisyydessä. Bentoniitti ei vaikuta haitallisesti muiden päästöesteiden toimintakykyyn.

Loppusijoitustunnelit täytetään kapselin ja puskurimateriaalin asennuksen jälkeen savilohkoilla ja -pelleteillä. Saven etuna on sen alhainen vedenjohtavuus ja pitkäaikainen kemiallinen ja mekaaninen vakaus. Tunnelien täyttämistä tehdään vaiheittain koko loppusijoitustoiminnan ajan. Loppusijoitustoiminnan päätteeksi myös tekniset tilat, ajotunneli ja kuilut täytetään savimateriaalilla. Pitkäaikaisturvallisuuden kannalta on oleellista, että loppusijoitustilat täytetään ja suljetaan siten, että tilanne kalliossa palautuu mahdollisimman lähelle loppusijoitustilojen louhimista edeltävää luonnontilaa. Tutkitulla täytemateriaalilla estetään tunnelien ja kuilujen muuttuminen pohjaveden virtausreiteiksi sekä säilytetään tunnelien mekaaninen vakaus. Tunnelien täyteaine pitää myös kapselia ympäröivän puskurimateriaalin paikallaan.



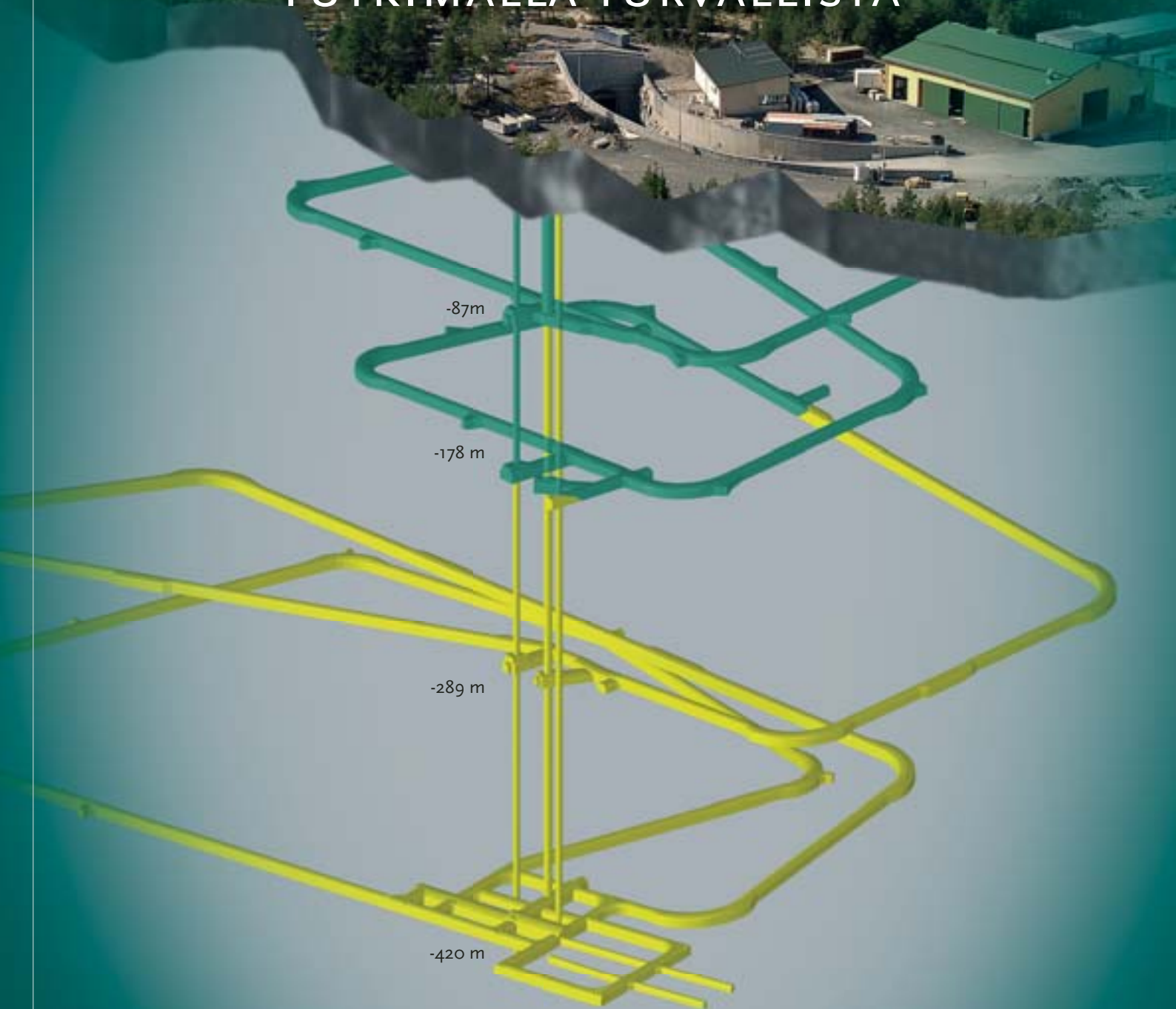
Bentoniitti

Bentoniitti täyttää puskurimateriaalille asetetut vaatimukset:

- sopiva paisuntapaine
- alhainen vedenjohtavuus
- riittävä lämmönjohtokyky
- sopiva kantavuus
- sopiva muovautuvuus ja mukautuvuus
- sopiva kaasunläpäisevyys
- kyky suodattaa mikro-organismeja
- riittävä kemiallinen puskurikapasiteetti
- kyky rajoittaa aineiden kulkeutumista
- ei haittaa muiden vapautumisesteiden toimintaa.



TUTKIMALLA TURVALLISTA



Posiva tutkii loppusijoituspaikan kallioperää sekä kehittää käytetyn polttoaineen teknisiä vapautumisesteitä. Tutkimus- ja kehitystyön tavoitteena on varmistaa, että loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuudelle asetetut vaatimukset täyttyvät.

Paikatutkimukset

Olkiluodon kallioperää on tutkittu 1980-luvun alkupuolelta lähtien. Loppusijoituslaitoksen paikatutkimuksia on tehty ennen kaikkea maan päältä. Maanpäällisiä tutkimuksia jatketaan tulevaisuudessakin ONKALossa suoritettavien maanalaisten paikatutkimusten rinnalla.

Olkiluodossa on kairattu vuoden 2007 loppuun mennessä 48 syvää kairanreikää. Vuosittain kairataan muutamia uusia reikiä. Syvät kairanreiät ulottuvat noin 500–1000 metrin syvyyteen. Tutkimusreikien ja niistä saatavien kairasydännäytteiden avulla tutkitaan muun muassa kivilajien esiintymistä sekä kallion rakenteita. Lisäksi reikiä käytetään kalliopohjavesinäytteiden ottamiseen sekä virtausmittausten tekemiseen.

Loppusijoitettavan polttoaineen määrä

Loppusijoituksen suunnitteluun vaikuttaa oleellisesti kertyvän käytetyn polttoaineen määrä. Suunnittelussa varaudutaan siihen, että nykyisiä voimalaitoksia (Loviisa 1 ja 2, Olkiluoto 1 ja 2) käytetään 50–60 vuotta ja rakenteilla olevaa uutta ydinvoimalaitosyksikköä (Olkiluoto 3) 60 vuotta. Tänä aikana käytettyjä polttoainepölyjä kertyy noin 27 000 kpl (~5 500 uraanitonnia), joiden loppusijoittamiseen tarvitaan noin 2 800 kapselia.

Olkiluotoon on tehty myös 13 tutkimuskaivantoa. Näiden ja kalliopaljastumien avulla selvitetään kallioperän rakennetta ja kivilajien esiintymistä kallion pinnasta.

Kallioliikuntoja seurataan seismisillä mittauksilla. ONKALON rakentamisesta aiheutuneet häiriöt todetaan värinämittauksilla. Lisäksi Olkiluodossa tutkitaan saaren eläimiä ja kasvillisuutta.

ONKALO

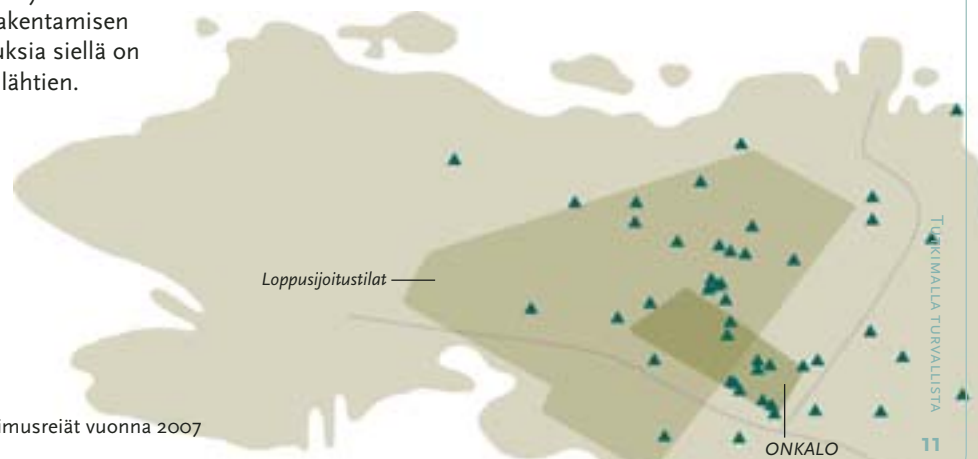
Osana Olkiluodossa tehtäviä paikatutkimuksia louhitaan maanalaista tutkimustilaa, ONKALOA, joka tulee ulottumaan loppusijoitusvyöhykkeelle (noin -400 m). ONKALosta hankitaan tarvittava lisätieto vuonna 2012 jätettävää loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemusta varten.

Kallioperää tutkitaan geologian, hydrologian ja geokemian tutkimusmenetelmien avulla. Kallioperätutkimusten lisäksi ONKALO tarjoaa mahdollisuuden kehittää kalliorakentamis- ja loppusijoitustekniikkaa aidoissa olosuhteissa. Jatkossa ONKALON kalliotiloja voidaan hyödyntää loppusijoitustiloja rakennettaessa ja käytettäessä. Posiva aloitti ONKALON rakentamisen kesäkuussa 2004. Tutkimuksia siellä on tehty rakentamisen alusta lähtien.

ONKALON teknisiä tietoja

- ulottuu noin 400 metrin syvyyteen saakka
- ajotunnelin pituus yli 4 kilometriä
- tunnelin leveys 5,5 metriä, korkeus 6,3 metriä
- tunnelin kaltevuus 1:10
- kokonaistilavuus yli 300 000 kuutiometriä
- ilmanvaihtokuilut (2 kpl) ja henkilökuilu loppusijoitusvyöhykkeelle

Olkiluotoon kairatut syvät tutkimusreiät vuonna 2007
▲ = kairanreikä



Loppusijoitusratkaisun tekninen kehitystyö

Teknisen tutkimus- ja kehitystyön kohteena ovat loppusijoituksen vapautumisesteet, jotka eristävät käytetyn ydinpolttoaineen turvallisesti ja ennustettavasti tuhansien vuosien ajaksi Olkiluodon kallioon. Tekniset vapautumisesteet – kuparikapseli ja sitä ympäröivä bentoniittisavi sekä tunnelien täyttömateriaali – ovat keskeinen osa turvallista loppusijoitusta. Vapautumisesteiden tutkimus- ja kehitystyötä tehdään pitkälti yhteistyössä ruotsalaisen SKB:n (Svensk Kärnbränslehantering Ab) kanssa.

Kapselin kuparisen ulkokuoren valmistuksessa tutkitaan pisto-veto-, pursotus- ja takomistekniikoita. Kapselin sulkemista testataan elektronisuihkuhitsauksella sekä kitkatappihitsauksella. Kapselin tarkastukseen kehitetään erilaisia ainetta rikkomattomia menetelmiä.

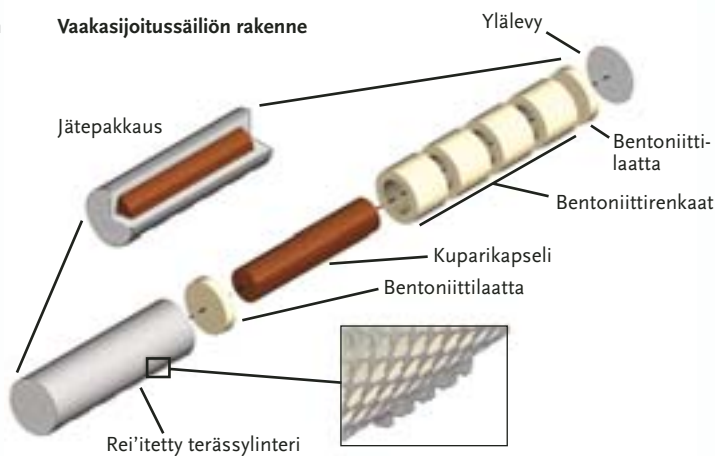
Kapselin ohella teknisen tutkimus- ja kehitystyön keskeisinä kohteina ovat sijoitusreikien täytemateriaalina käytettävä bentoniitti, tunnelien täyttömateriaalina käytettävä savi sekä tunneleiden tiivistämiseen soveltuva matalan pH:n sementti. Bentoniitin osalta on tärkeää tutkia siihen kohdistuvaa lämmön, veden ja mekaanisten voimien vaikutusta. Myös kapselireikien täytössä käytettävien bentoniittilohkojen valmistusta ja asennusta kehitetään.

Vapautumisesteiden kehittämisen lisäksi tutkitaan loppusijoitusratkaisua, jossa kapselit sijoitettaisiin pystyreikien sijasta vaakatasossa oleviin loppusijoitusreikiin. Tuolloin kapseli ja bentoniitti laitettaisiin rei'itettyyn teräspakkaukseen. Vaakasijoituksessa kapseleita sijoitettaisiin useampi peräkkäin ja kapselit erotettaisiin toisistaan bentoniittisavilohkoilla.

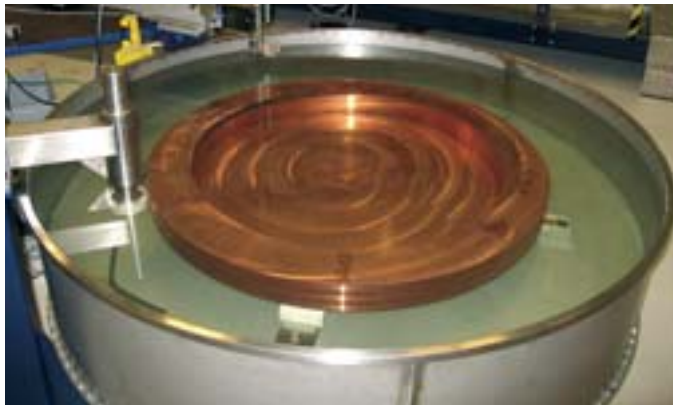
Loppusijoituskapselin sisäosan ultraäänitarkastus



Vaakasijoitussäiliön rakenne



Veteen upotetun kapselin kuparikannen ultraäänitarkastus



Tunnelin täyttöön tutkittua savimateriaalia



Turvallisuusanalyysi yliarvioi riskejä

Turvallisuuden kannalta on tärkeää arvioida loppusijoituskalliossa tapahtuvia muutoksia, jotka voivat vaikuttaa teknisten vapautumisesteiden (erityisesti kapselin ja bentoniitin) toimintaan. Tämä edellyttää Olkiluodon kallioperän rakenteiden, pohjavesikemian ja virtausolosuhteiden riittävää tuntemusta sekä näkemystä kallio-olosuhteiden kehittymisestä tuhansien vuosien kuluessa.

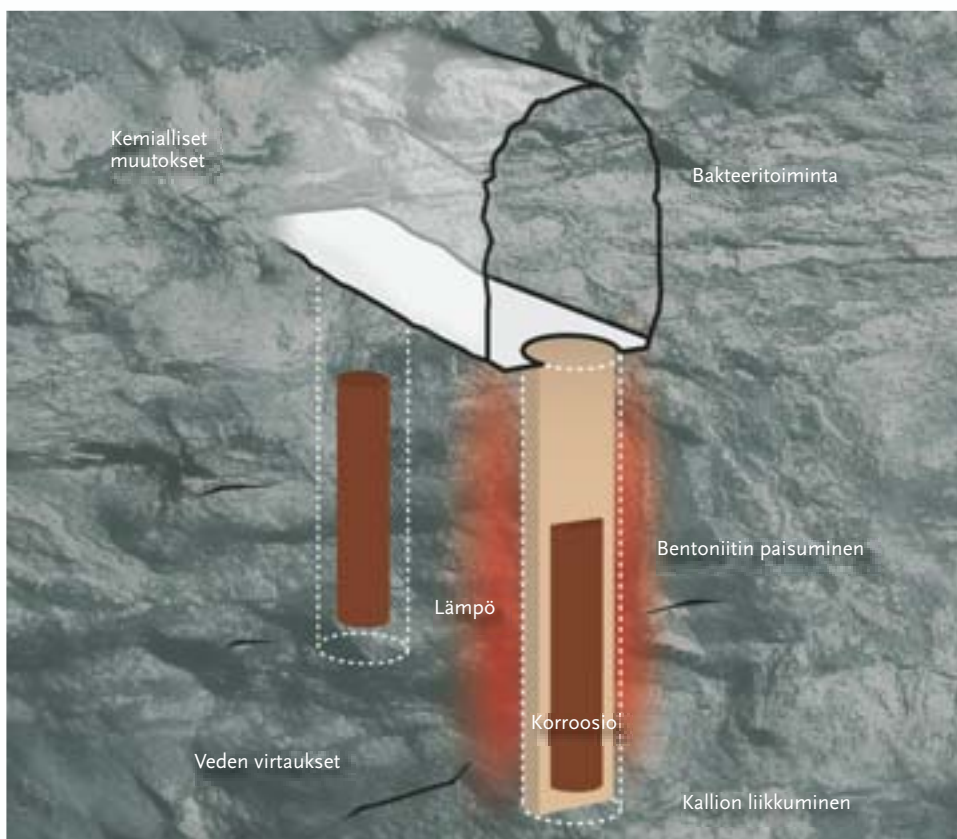
Turvallisuusanalyysin avulla varmistetaan, että loppusijoitusratkaisu täyttää sille asetetut vaatimukset. Siinä myös selvitetään, mitä seurauksia ihmisille ja muulle luonnolle aiheutuisi, jos yksi tai useampi käytetyn ydinpolttoaineen vapautumisesteistä pettäisi ja radioaktiivisia aineita vapautuisi loppusijoitustiloista ympäristöön.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksesta on tehty lukuisia turvallisuusanalyyskejä. Teoreettisissa tutkimuksissa on arvioitu, minkälaisia muutoksia ydinpoltoaineessa, sitä ympäröivässä kapselissa

ja loppusijoituspaikan luonnossa voi seuraavien tuhansien vuosien kuluessa tapahtua. Analyysseissa on huomioitu mm. mahdolliset ydinjättekapselien rikkoutumiset, maanpinnan korkeuden muutokset, kalliomurtumat, maanjäristykset ja jopa jääkaudet. Tulosten perusteella on luotu teoreettisia malleja siitä, mitä pahimmillaan voisi tapahtua, jos yksi tai useampi loppusijoituksen turvallisuustekijöistä pettäisi.

Turvallisuusanalyysissä tarkasteltu pahin tilanne on jääkauden jälkeinen suuri kallioperän siirros, joka rikkoisi useita loppusijoituskapselia ja huuhtois bentonitisaven pois. Lisäksi oletetaan, että tällöin maan pinnalta avautuisi nopea, hapekasta vettä loppusijoitustilaan kuljettava virtaus. Tämän kuvitellun epätodennäköisen tapahtumakulun pohjalta analyysissä lasketaan, minkälaisia säteilyannoksia ydinpoltoaineesta voisi elolliselle luonnolle ja ihmiselle

Kapseliin loppusijoituksen jälkeen vaikuttavat tekijät



aiheutua. Tämäkään epätodennäköinen tapahtumakulku ei toteutuessaan aiheuttaisi merkittäviä radioaktiivisia päästöjä ympäristöön.

Loppusijoituspaikaksi valitun Olkiluodon kallioperän olosuhteiden muutoksia pystytään ennustamaan melko hyvin, koska alueen geologinen historia tunnetaan miljoonien vuosien ajalta.

Turvallisuusanalyysin tarkastelujakso ulottuu noin 250 000 vuoden päähän, ainakin yhden jääkausijakson yli. Tällöin loppusijoitetun polttoaineen aktiivisuus on samaa tasoa kuin laajan uraaniesiintymän.

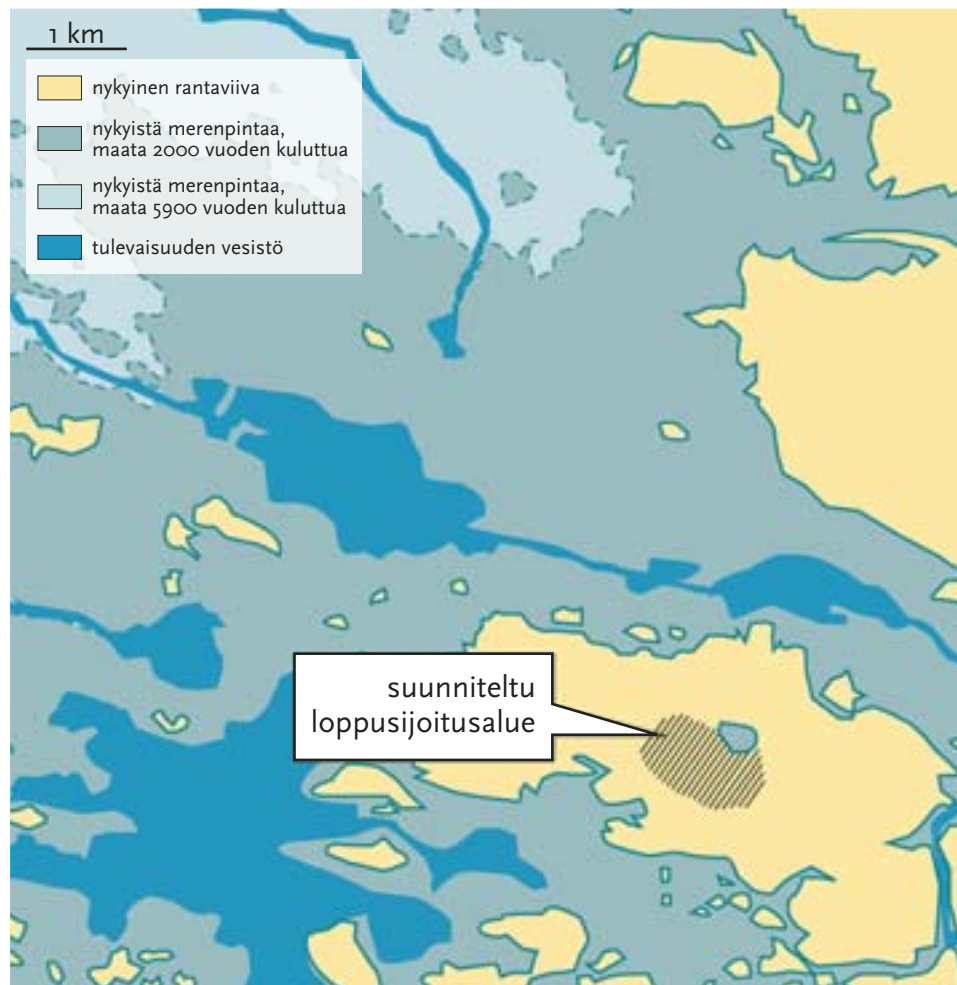
Vaikka kaikkia mahdollisia tapahtumakulkuja ei pystytä koskaan kattavasti tarkastelemaan ja arvioimaan, voidaan turvallisuusanalyysin avulla osoittaa, että pessimistisestikin arvioituna käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksesta ei aiheudu haittaa ihmisille eikä ympäristölle.

Turvallisuusperustelut



Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen turvallisuusanalyysija on tähän mennessä tehty kuusi, joista tuorein vuonna 1999. Jatkossa Olkiluodon kallioperän soveltuvuus loppusijoitukseen ja teknisen toteutuksen toimivuus osoitetaan niin sanotuilla turvallisuusperusteluilla. Turvallisuusperustelut muodostuvat useasta osaraportista. Osaraportit käsittelevät pitkäaikaisturvallisuuteen liittyviä asioita, muun muassa loppusijoituspaikan ja -tilojen sekä elollisen luonnon kehitystä tuhansia vuosia eteenpäin. Turvallisuusperusteluiden ensimmäinen raportointi tapahtuu vuonna 2009 ja loppuraportti luovutetaan viranomaisille rakentamislupahakemuksen yhteydessä vuonna 2012.

Maanpinnan kohoaminen Olkiluodossa



Olkiluodon alueen ilmaston muuttuminen

Jääkausisyklin toistuminen (Weiksel-skenaario)



Ilmaston lämpeneminen (kasvihuone-skenaario)



KOHTI LOPPUSIJOITUSTA

Käytön jälkeen polttoaineniput siirretään välivarastoon, jossa polttoaineen säteilytaso ja lämmöntuotto alenevat. Välivarastosta käytetty ydinpolttoaine kuljetetaan kapselointilaitokseen erikoisvalmisteisessa terässäiliössä. Nykyisten suunnitelmien mukaan Loviisan ydinvoimalaitoksesta polttoaine kuljetetaan Olkiluotoon maanteitse. Kuljetussäiliö siirretään kuorma-auton vetämällä moniakselisella erikoiskuljetuslavetilla, jolloin kuljetuksen akselipaino pysyy teiden ja siltojen sallimissa rajoissa. Kuljetusta saattaa poliisi ja Säteilyturvakeskuksen valvoja.

Toiminta alkaa vuonna 2020

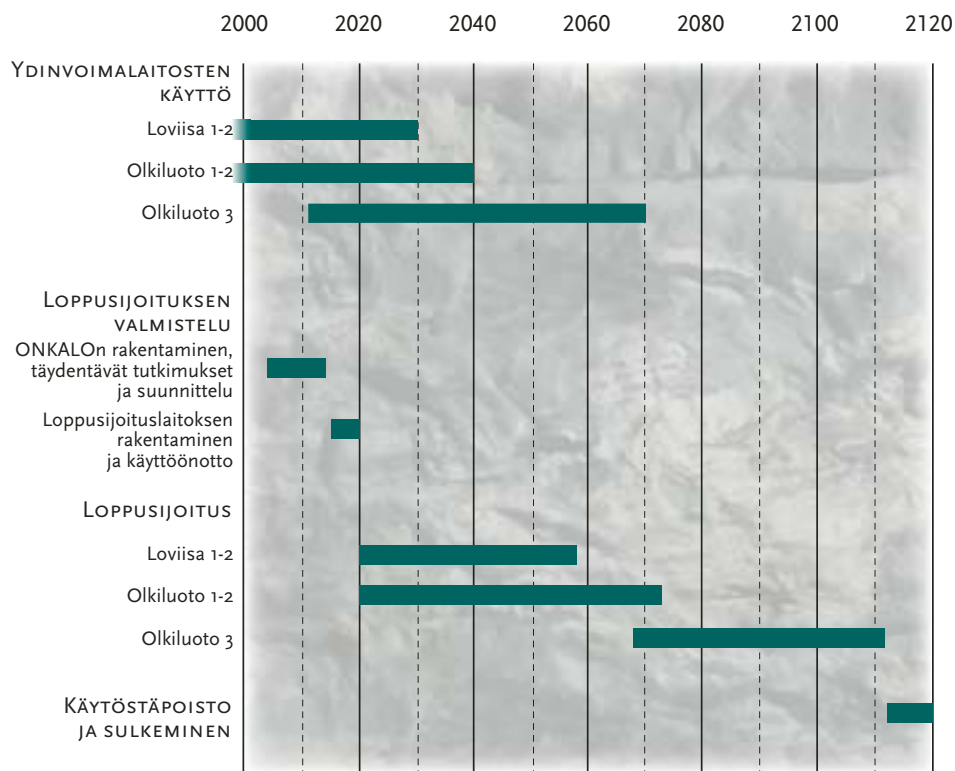
Käytetyn polttoaineen loppusijoituslaitos koostuu maanalaisista loppusijoitustiloista, maan pinnalle rakennettavasta kapselointi-

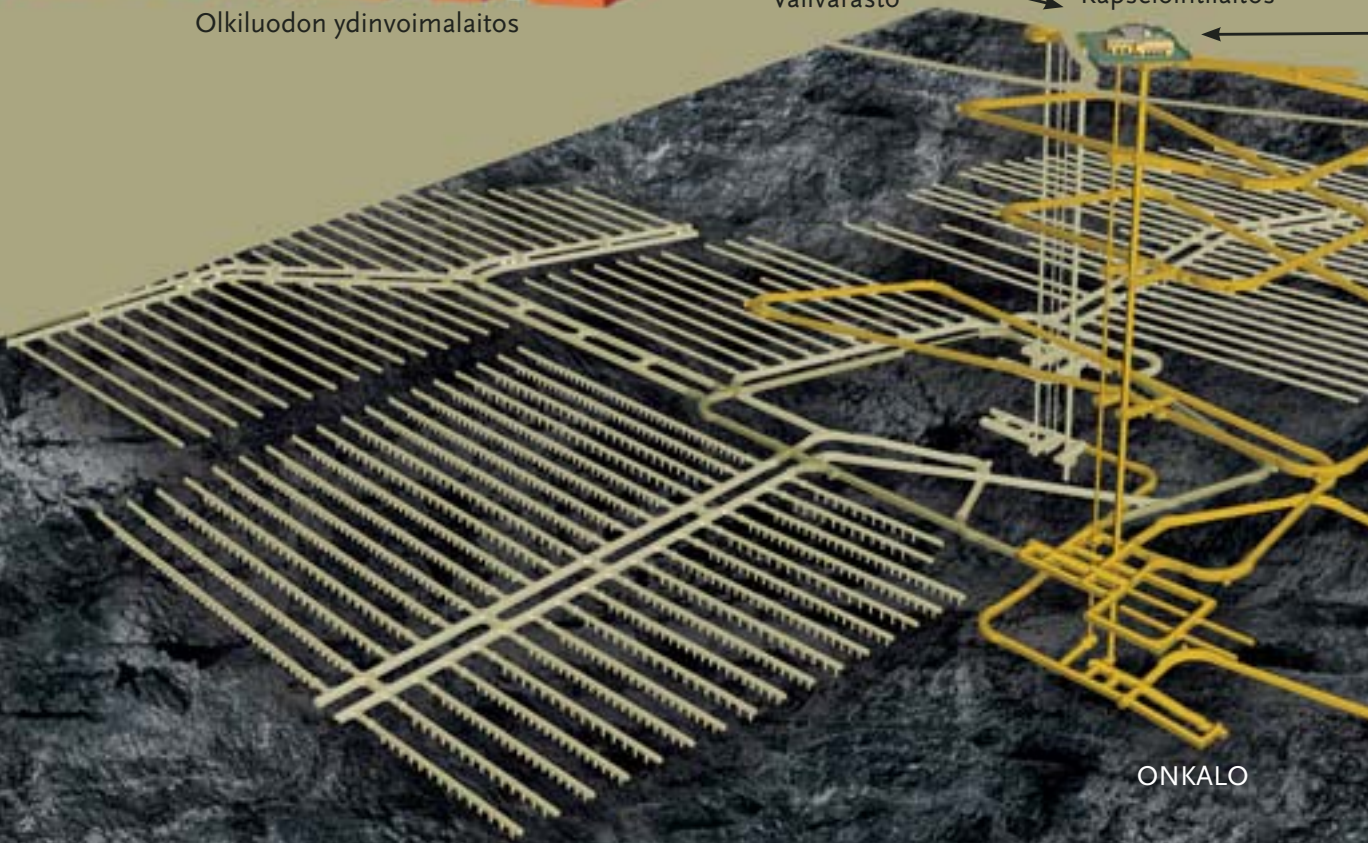
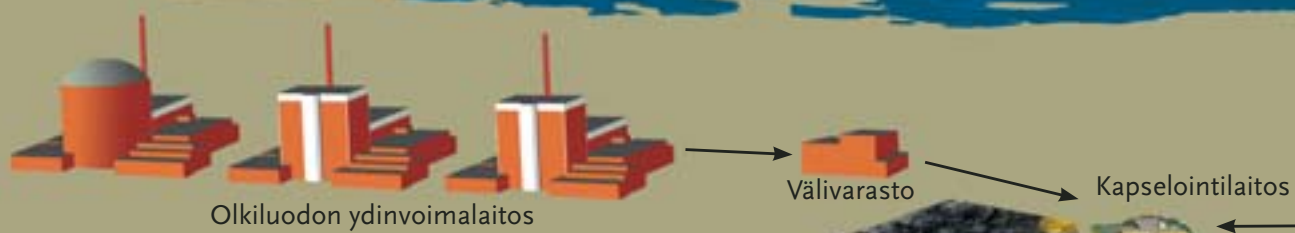
laitoksesta sekä muista loppusijoitustoimintaa palvelevista maanpäällisistä rakennuksista. Loppusijoituslaitoksen rakentamiseen ryhdytään rakentamisluvan myöntämisen jälkeen 2010-luvun puolivälissä. Ennen loppusijoittamisen aloittamista tarvitaan laitoksen käyttö lupa, jota koskeva hakemus on tarkoitus jättää valtioneuvostolle vuonna 2018. Näin loppusijoitus voitaisiin aloittaa valtiovallan asettaman aikataulun mukaisesti vuonna 2020.

ONKALOA on tulevaisuudessa tarkoitus käyttää loppusijoitustilojen maanpintayhteytenä. Ensimmäisiä maanpintayhteyksiä (ajotunnelia ja kuiluja) sekä maanalaisia aputiloja rakennetaan siis jo nyt.

Käytetyt polttoaineniput pakataan kapseluihin kapselointilaitoksessa. Kapselin kansi suljetaan elektronisuihkuhuitsauksella, mikä takaa tiiviin ja kestävä sauman.

Loppusijoituksen aikataulu



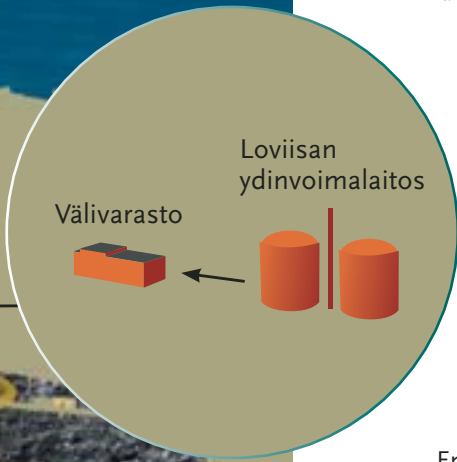


Loppusijoitustila

ONKALO



Kapselointilaitos tullaan rakentamaan Olkiluotoon. Loviisasta käytetty ydinpolttoaine kuljetetaan kapselointilaitokseen esimerkiksi maanteitse.



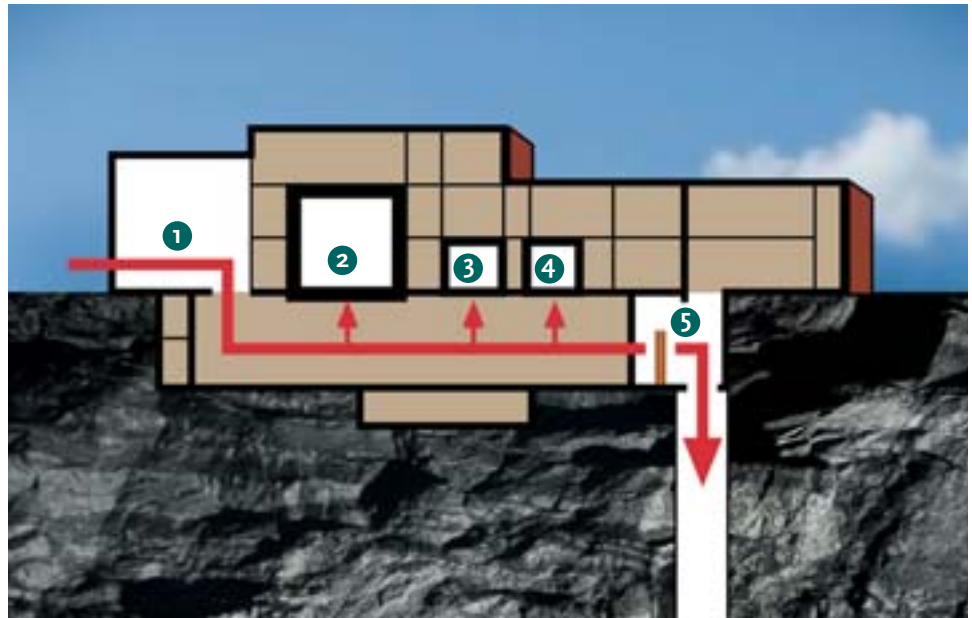
Ennen loppusijoitustiloihin kuljettamista hitsausauman tiiviys tarkastetaan ainetta rikkomattomilla testausmenetelmillä, kuten röntgenkuvauksella ja ultraäänitutkimuksella.

Loppusijoitustilat on tarkoitus louhia yhteen kerrokseen noin 400 metrin syvyyteen. Maanalaisiin tiloihin kuljetaan ajotunnelin ja hissikuilujen kautta. Loppusijoitustunneleiden lattiaan porataan loppusijoitusreiät, joihin loppusijoituskapselit sijoitetaan. Kapselit ympäröidään bentonitilla, ja tunnelit täytetään savilohkoilla.

Laitoksen toimintaan kuuluvat mm. polttoaineriippujen kuljetukset, kapselointi, kapselien loppusijoittaminen, tunnelien täyttäminen sekä käytön aikainen rakentaminen ja valvonta.

Loppusijoitustilojen rakentaminen etenee vaiheittain. Vuoteen 2020 mennessä rakennetaan valmiiksi vain pieni osa loppusijoitustunneleista. Tiloja laajennetaan sitä mukaa, kun loppusijoittaminen etenee. Samaan aikaan on siis käynnissä niin loppusijoitustoimintaa kuin louhintaakin, mutta eri tunneleissa. Tällä tapaa vaiheittain tiloja laajentaen edetään 2120-luvulle saakka, kunnes kaikki käytetty ydinpolttoaine on loppusijoitettu.

Tämän jälkeen kapselointilaitos ja muut rakennukset puretaan, mikäli niitä ei haluta ottaa muuhun jatkokäyttöön. Loppusijoitustunnelit, tekniset tilat, ajotunneli ja kuilut täytetään, ja maanpäälliset alueet maisemoidaan.



Kapselointilaitos:

1. Vastaanottotila: polttoaineriippu tuodaan kuljetussäiliössä laitokseen.
2. Kuumakammio: polttoaineriippu siirretään kuljetussäiliöstä kuparikapseliin ja kapselin sisäkansi suljetaan.
3. Hitsauskammio: kapselin ulkokansi suljetaan elektronisuihkuhitsauksella.
4. Tarkastuskammio: hitsausauma tarkistetaan röntgen- ja ultraäänitekniikalla.
5. Siirtovarasto: kapseli siirretään loppusijoitustiloihin.

SUOMESSA HUOLEHDITTAAN YDINJÄTTEISTÄ



Kunakin ydinenergiaa käyttävän maan tulee huolehtia ydinjätteistään. Monen muun Euroopan valtion tavoin Suomi on kieltänyt ydinjätteiden tuonnin kansallisella lainsäädännöllä. Ydinenergialain mukaan "muualla kuin Suomessa tapahtuneen ydinenergian käytön yhteydessä tai seurauksena syntyneitä ydinjätteitä ei saa käsitellä, varastoida tai sijoittaa pysyväksi tarkoitetulla tavalla Suomessa". Vastaavasti on myös ydinjätteiden vienti Suomesta lailla kielletty. Kansainvälisellä tasolla pyritään yleisesti siihen, että radioaktiivinen jäte loppusijoitetaan siihen valtioon, josta se on peräisin.

Vastuu on ydinvoimayhtiöillä

Ydinenergialain mukaan vastuu ydinjätehuollon turvallisesta toteutuksesta ja kustannuksista kuuluu ydinvoimayhtiöille. Teollisuuden Voima Oyj ja Fortum Power and Heat Oy ovat osoittaneet käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen liittyvät tehtävät Posivalle.

Työ- ja elinkeinoministeriö päättää ydinjätehuollon toteuttamisen periaatteista. Lisäksi se valvoo ydinjätehuollon tutkimus- ja kehitystyötä, suunnittelua ja toteutusta. Säteilyturvakeskus puolestaan

arvioi, valvoo ja ohjaa jätehuollon turvallista toteutusta ja tähän liittyviä tutkimuksia.

Ydinjätehuollon kustannukset on huomioitu ydinsähkön hinnassa. Tarvittavat varat kerätään voimayhtiöiltä etukäteen ja rahastoidaan valtion ydinjätehuoltorahastoon. Rahat ydinjätehuollon toteuttamiseksi ovat siis jo olemassa. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen kustannusarvion suunnittelu perustuu oletukseen, että nykyiset ydinvoimalaitosyksiköt toimivat 50–60 vuotta ja Olkiluotoon rakennettava OL3-yksikkö 60 vuotta. Tällöin käytettyä polttoainetta kertyy noin 5 500 uraanitonnia, jonka loppusijoituksen kustannukset ovat noin 3 miljardia euroa.

Ydinjätehuoltorahasto



Rahastointia varten ydinjätehuollon kokonaiskustannukset arvioidaan vuosittain, jolloin laskelmissa otetaan huomioon kulloinkin kertyneen ydinjätteen määrä. Vuonna 2007 ydinjätehuollon kustannuksiksi on arvioitu 1,6 miljardia euroa, joka sisältää kaiken tähän mennessä kertyneen ydinjätteen huollon sekä ydinvoimaloiden purkamisen kulut loppusijoitukseen saakka.

Ydinjätehuollon organisointi



Loppusijoitusta on valmisteltu kauan

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitushanketta on keskeisesti ohjannut valtioneuvoston vuonna 1983 tekemä päätös ydinjätehuollon tavoitteista ja aikataulusta. Päätöksen mukaan loppusijoituksen on määrä alkua vuonna 2020.

Vuonna 1999 Posiva jätti valtioneuvostolle periaatepäätöshakemuksen, jossa esitettiin käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen rakentamista Eurajoen Olkiluotoon.

Periaatepäätöshakemuksen yhteydessä Posiva luovutti hankkeen ympäristövaikutuksia koskevan arviointiselostuksen kauppa- ja teollisuusministeriölle (nyk. työ- ja elinkeinoministeriö). Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn tarkoituksena oli lisätä kansalaisten tiedonsaantia ja tuoda esiin ne ympäristövaikutukset, jotka olisi otettava huomioon suunnittelussa.

Päätöksentekoa varten valtioneuvosto pyysi hankkeesta lausunnot Säteilyturvakeskukselta ja Eurajoen kunnalta. Molemmat antoivat myönteiset lausunnot, ja

valtioneuvosto teki myönteisen periaatepäätöksen vuonna 2000. Eduskunta vahvisti päätöksen vuonna 2001.

Loppusijoituslaitoksen tekniset yksityiskohdat tarkentuvat vielä tutkimusten myötä, minkä vuoksi valtioneuvostolta pitää hakea erikseen laitoksen rakentamislupa ja käyttö lupa. Rakentamislupaa on tarkoitus hakea vuonna 2012 ja käyttö lupaa vuonna 2020. Lupien myöntäminen vaatii myös Säteilyturvakeskuksen turvallisuusarvion.



Kansainvälinen yhteistyö

Posivan tutkimustyön lisäksi ydinjätteen loppusijoitukseen liittyviä tutkimuksia

tehdään kaikissa ydinenergiaa käyttävissä maissa. Käynnissä on useita kansainvälisiä tutkimushankkeita.

Suomen Posiva ja Ruotsin SKB kehittävät loppusijoitusratkaisua yhteistyössä. Loppusijoitus- ja kapselointitekniikkaa koskevalla yhteistyöllä ja tiedonvaihdoilla karsitaan päällekkäistä työtä ja hyödynnetään molempien yhtiöiden osaaminen. SKB:n kalliolaboratoriossa Äspössä ja Posivan ONKALOSSA tehtävä tutkimus- ja kehitystyö tukee molempien tavoitteita loppusijoituksen toteutuksessa.

SKB:n lisäksi Posiva tekee tutkimusyhteistyötä myös muiden ulkomaisten ydinjätehuollon toimijoiden kanssa. Ydinjätehuollon kansainväliseen kehitystyöhön osallistuvat muun muassa Euroopan Unioni, IAEA (International Atomic Energy Agency) ja OECD-maiden ydinenergiajärjestö NEA (Nuclear Energy Agency). Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituspaikan valinnassa ja sitä koskevissa tutkimuksissa ydinjätehuollon asiantuntijaorganisaatio Posiva Oy on eturivin toimijoita maailmalla.



40 VUODEN TAIVAL



Ydinvoimalat käyttävät polttoaineenaan uraania, joka käytön aikana muuttuu radioaktiiviseksi. Radioaktiivisesta polttoaineesta on huolehdittava niin, ettei siitä aiheudu haittaa elolliselle luonnolle. Käytetty ydinpolttoaine tullaan suunnitelmien mukaan sijoittamaan kupari-valurautakapseleihin pakattuna noin 400 metrin syvyyteen Olkiluodon peruskallioon.

Ensimmäiset erät käytettyä ydinpolttoainetta on määrä loppusijoittaa vuonna 2020. Tämä esite kertoo, miten loppusijoitus toteutetaan turvallisesti.



Posiva Oy
Olkiluoto
27160 Eurajoki
Puh. (02) 837 231
www.posiva.fi