

OLKILUODON JA LOVIISAN VOIMALAITOSTEN YDINJÄTEHUOLTO

Yhteenveto vuoden 2009 toiminnasta

*Kansikuvissa esitellään
kuparikapselin kannen hitsausta ja hitsin tarkastusta,
kapselihissin ala-asemaa loppusijoitustilassa
sekä loppusijoitustunnelin täyttöä.
Kuvat on otettu vuonna 2009 valmistuneesta
Kapselointi- ja loppusijoitus -animaatiosta.*

Tiivistelmä

Tämä raportti on yhteenveto vuoden 2009 toiminnasta Olkiluodon ja Loviisan voimalaitosten ydinjätehuollossa. Yhteenveto sisältää ydinenergialain ja -asetuksen mukaisen selvityksen voima-yhtiöiden ydinjätehuollon tilanteesta ja toimenpiteistä vuonna 2009.

Vuonna 2000 valtioneuvosto teki periaatepäätöksen Posivan hakemuksesta käytetyn polttoaineen loppusijoituksesta Eurajoen Olkiluotoon. Vuonna 2003 kauppa- ja teollisuusministeriö päätti, että loppusijoituslaitoksen rakentamislupaa varten tarvittavat alustavat selvitykset ja suunnitelmat on esitettävä vuonna 2009. Rakentamislupaa on haettava vuoden 2012 loppuun mennessä.

Käytetyn polttoaineen loppusijoituksen valmistelu etenee pitkän aikavälin tutkimus-, kehitys- ja teknisen suunnittelutyön (TKS) ohjelman mukaisesti. Vuosi 2009 kuului vielä kolmivuotijaksoon, joka on kuvattu TKS-2006-ohjelmassa. Syksyllä 2009 julkaistiin uusi TKS-2009-ohjelma, joka sisältää selvityksen suunnitelluista toimenpiteistä ja niiden valmistelusta vuosina 2010–2012.

Olkiluodon voimalaitoksella oli vuoden 2009 lopussa varastoituna käytettyä polttoainetta yhteensä 7 212 nippua, jotka sisältävät noin 1 220 tonnia uraania. Loviisan voimalaitoksella oli vastaavana aikana varastoituna käytettyä polttoainetta yhteensä 3 961 nippua, mikä vastaa noin 477 tonnia tuoretta uraania.

ONKALON layoutia (pohjapiirustusta) tarkennettiin vuoden 2009 aikana vastaamaan pysty- ja vaakasijoitusratkaisujen tarpeita. Lisäksi suunnitelmissa täsmennettiin sitä ONKALON laajuutta, joka tullaan toteuttamaan ennen rakentamislupahakemuksen jättämistä vuonna 2012. Toimintavuoden aikana ajotunnelia louhittiin paalulle 4059. Kallion laatu on ollut suhteellisen hyvää.

Vuoden 2009 keväällä raportoidun EDZ 300 -ohjelman jatkoksi perustettiin EDZ 09 -ohjelma mm. siitä syystä, että edellisessä ohjelmassa ilmenneet avoimet kysymykset vaativat jatkoselvityksiä. Uuteen projektiin liittyen louhittiin myös tutkimussyvennys paalulle 3620. Projektin raportointi valmistuu alkuvuodesta 2010.

Kapselin suunnittelussa tehtiin vuoden 2009 aikana joukko täydentäviä analyysejä teknisten vaatimusten täyttymisen osoittamiseksi. Analyysejä jatketaan edelleen vuoden 2010 aikana. Kapselin valmistuksen kehitystyön nykytilasta laadittiin Posiva-raportti, jossa on esitetty yhteenveto kapselikomponenttien kehitystyöstä valmistuskokeineen, eri valmistusmenetelmien vertailu sekä nykytilanne valmiudesta kapselikomponenttien valmistamiseksi. Kapselin sulkemiseen liittyen tehtiin vuonna 2009 hitsauskokeita aiemmin kehitettyjen alustavien hitsausohjeiden mukaisesti.

Bentoniittipuskurin kehitystyö on jatkunut Posivassa laaditun kehitysohjelman mukaisesti. Työ on jakautunut bentoniittipuskurin suunnitteluun ja siihen tarvittavien parametrien tutkimiseen sekä bentoniittilohkojen valmistuksen ja asennuksen kehittämiseen.

Loppusijoitustunnelien täyttösuunnitelman laatiminen ja päättyvällä TKS-kaudella tehdyn työn raportointi on ollut merkittävin työkokonaisuus vuoden 2009 aikana. Esipuristetusta lohkoista ja reunuspelleteistä sekä lattian tasauserroksesta koostuvan suunnitelman eri komponenttien määrää on tarkennettu aiemmasta. Lisäksi on työstetty vaatimuksia loppusijoitustunnelien louhinnan kehittämistä varten.

Olkiluodon tutkimusalueen itäosaan kairattiin vuonna 2009 kolme uutta kairanreikää, joiden avulla jatkettiin itäisen alueen yleistä karakterisointia kallio-

perän geologisten, hydrogeologisten ja hydrogeokemiallisten olosuhteiden tutkimiseksi sekä tutkittiin Olkiluodon saarta rajaavaa itäistä lineamenttia. Kairanreiän OL-KR51 läheisyyteen tehtiin tutkimuskaivanto, josta tehtiin geologinen kartoitus. Syvien kairanreikien vesinäytteenotot keskittyivät vuonna 2008 kairattuihin reikiin.

ONKALOSSA tehtiin vuoden 2009 aikana tutkimuksia sekä louhinnan aiheuttamien muutosten että ONKALOA ympäröivän kallion ominaisuuksien selvittämiseksi. ONKALOSSA tehtiin mm. kartoitusta, tunnustelureikätkä tutkimuksia, kairaustutkimuksia, pohjavesinäytteenottoja, virtausmittauksia ja kalliomekaanisia mittauksia. ONKALON ajotunneliin kairattiin pilottireiät paaluilta 3459 ja 3922. Pilottireikien kairaus ja siihen liittyvät reikätkä tutkimukset keskeyttivät louhintatyöt.

Olkiluodon tutkimusalueen mallintamista koordinoi edellisvuoden tapaan Olkiluoto Modelling Task Force -ryhmä, jonka työ käsittää tutkimusalojen (geologia, hydrogeologia, geokemia ja kalliomekaniikka) paikan ymmärtämiseen tähtäävän tulkinta- ja mallinnustyön. Vuonna 2009 julkaistiin järjestyksessä kolmas loppusijoituspaikan kuvaus, Olkiluoto Site Description 2008. Loppusijoituspaikan kuvaus sisältää mallipäivitykset kaikilta tutkimusaloilta.

Sekä kapselointi- että loppusijoituslaitoksen suunnittelussa luonnossuunnitteluvaihe päättyi senhetkisen suunnittelutilanteen raportointiin vuoden 2009 lopussa. Päävaihtoehtona on edelleen loppusijoituslaitokseen kapselikuilun välityksellä kytkeytyvä kapselointilaitos. Loppusijoituslaitoksen suunnittelua on tehty tiiviissä yhteistyössä ONKALON toteutussuunnittelun kanssa tilojen yhteensopivuuden varmistamiseksi. Päivitettyssä suunnitelmassa loppusijoitus-

tilojen asemointi on päivitetty viimeimpien kallioperätietojen mukaiseksi.

Vuoden 2009 keskeisiin turvallisuusperiaatteiden tuottamiseen tähtääviin tehtäviin sisältyivät työt malleja ja lähtötietoja koskevan raportin kokoamiseksi. Kyseinen raportti valmistuu vuonna 2010. Vuonna 2009 on lisäksi valmisteltu turvallisuusperustelun yhteenvetoraporttia, joka myös valmistuu vuonna 2010.

Biosfääriin liittyvää työtä on toteutettu vuonna 2009 TKS-2006-ohjelman, erillisen biosfääriyön suunnitelman sekä uudistetun Safety Case -suunnitelman mukaisesti. Tavoitteena työssä on ollut tuottaa päivitetty biosfääriin kuvaus, tulevaisuuden maaston ja ekosysteemien ennusteet sekä radionuklidien kulkeutumissimulaatiot ja annosarviointi, joista raportit valmistuvat vuoden 2010 alussa.

Posivan referenssiratkaisuna olevan pystysijoitusratkaisun rinnalla on yhdessä Svensk Kärnbränslehantering AB:n (SKB) kanssa kehitetty vaakasijoitusratkaisua. Vaakasijoitusratkaisun kehitystyöstä tehtiin jatkopäätös keväällä 2008. Nykyisen projektivaiheen suunnittelun päätavoite on ratkaista edellisessä tutkimusvaiheessa tärkeiksi tunnistetut kysymykset, joista varsin monet liittyvät

puskuriin sekä sen käyttäytymiseen ja ymmärtämiseen.

ONKALON rakentamisen aiheuttamia mahdollisia pitkäaikaisia muutoksia seurataan tätä varten erikseen perustetun Olkiluodon monitorointiohjelman avulla. Monitorointitutkimuksista julkaistaan vuosittain tutkimusala-kohtaiset tulokset Posivan työraporttisarjassa.

Posivassa on laadittu ydinsulkuvalvontakäsikirja, jossa on kuvattu ONKALON rakentamisen aikainen ydinsulkuvalvontatoiminta vuoteen 2012 saakka. Ydinsulkuvalvontakäsikirjaa päivitettiin vuonna 2009.

Vuonna 2008 aloitettu loppusijoituslaitoksen laajentamista koskeva YVA-menettely saatiin päätökseen, kun työ- ja elinkeinoministeriö antoi maaliskuussa 2009 lausuntonsa YVA-selostuksesta. Välittömästi tämän jälkeen Posiva jätti Loviisa 3:n käytetyn polttoaineen loppusijoittamista koskevan periaatepäätöshakemuksen.

TVO ja Fortum toimittivat syyskuussa 2009 työ- ja elinkeinoministeriölle tilannekatsauksen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemuksen asiakirjojen valmistelutilanteesta. Samassa yhteydessä Posiva toi-

mitti luonnokset rakentamislupahakemuksen liitteistä. Vuoden 2009 lopussa Posiva toimitti STUK:lle alustavat luonnokset ydinenergia-asetuksen 35 §:ssä mainituista luvitusasiakirjoista.

Olkiluodon ja Loviisan voimalaitosjätteiden osalta jatkettiin vakiintuneita käytännön toimenpiteitä sekä tutkimus- ja selvityshankkeita. Voimalaitosjätteitä oli Olkiluodon voimalaitoksella kertynyt vuoden 2009 loppuun mennessä 6 407 m³. Olkiluodon jätteistä 5 244 m³ on loppusijoitettu Olkiluodon VLJ-luolaan. Loviisassa tehtiin sementointiin/betonointiin perustuvan nestemäisten jätteiden kiinteytyslaitoksen koekäyttöjä vuosina 2008–2009. Loviisan loppusijoituslaitoksen käytön aikaisia tutkimuksia jatkettiin vuonna 2009 seurantaohjelman mukaisesti. Loviisan jätteistä 1 610 m³ on sijoitettu Hästholmenin VLJ-luolaan.

Vuoden 2009 aikana tehtiin Olkiluodossa selvitys OL3-laitosyksikön käytöstäpoiston kustannuksista. Tulokset tullaan esittämään OL3-laitosyksikön alustavassa käytöstäpoistosuunnitelmassa. Loviisassa selvitettiin mm. käytöstäpoiston lisensointia sekä käytetyn polttoaineen allasvarasto 2:n itsenäistämistä verrattuna kuivan käytetyn polttoaineen säiliövarastointiin Loviisan voimalaitoksella.

Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ	3
JOHDANTO	7
KÄYTETYN POLTTOAINEEN HUOLTO	8
Toimintaperiaate ja aikataulu	8
Nykytilanne varastoinnissa	8
ONKALO	9
ONKALOn suunnittelu	9
ONKALON rakentaminen	9
Rakentamismenetelmien kehitys	9
LOPPUSIJOITUSRATKAISUN KEHITTÄMINEN	11
Käytetty polttoaine	11
Loppusijoituskapseli	11
Bentoniittipuskuri	15
Loppusijoitustunnelien täyttö ja tilojen sulkeminen	16
Loppusijoituskallion ominaisuudet	16
KAPSELOINTI- JA LOPPUSIJOITUSLAITOKSEN SUUNNITTELU	21
Kapselointilaitos	21
Loppusijoituslaitos	22
TURVALLISUUSTODISTEIDEN TUOTTAMINEN	23
Suunnitelma turvallisuustodisteiden tuottamisesta	23
Päästöesteiden toiminta.....	23
Kallioperä vapautumisesteenä	24
Biosfääri	25
Yleiset tutkimukset	25
VAAKASIJOITUSRATKAISUN KEHITYS	27
OLKILUODON MONITOROINTIOHJELMA	28
Kalliomekaniikka	28
Hydrologia	28
Hydrogeokemia	29
Ympäristö	29
Vieraat aineet	29
YDINMATERIAALI- JA YDINSULKUVALVONTA	30

VOIMALAITOSJÄTTEIDEN HUOLTO	31
Olkiluodon voimalaitos	31
Loviisan voimalaitos	33
KÄYTÖSTÄPOISTOSELVITYKSET	37
Olkiluodon voimalaitos	37
Loviisan voimalaitos	37
MUU TOIMINTA	39
Laadun ja ympäristön hallinta	39
Luvitus	39
Tutkimustiedon hallinta	39
VARAUTUMINEN YDINJÄTEHUOLLON KUSTANNUKSIIN	41
RAPORTTILUETTELO	42

Johdanto

Suomessa on kaksi ydinenergiaa sähköntuotantoon käyttävää yhtiötä, Teollisuuden Voima Oyj (jäljempänä TVO) ja Fortum Power and Heat Oy (jäljempänä Fortum). TVO:n ja Fortumin on ydinennergialain mukaisesti huolehdittava kaikista tuottamiensa ydinjätteiden huoltoon kuuluvista toimenpiteistä ja niiden asianmukaisesta valmistelemisestä sekä vastattava niiden kustannuksista.

Ydinennergialain mukaan työ- ja elinkeinoministeriö (TEM) päättää niistä periaatteista, joita ydinjätehuollossa on noudatettava. Nämä periaatteet kauppa- ja teollisuusministeriö (KTM, nykyisin

tehtäviä hoitaa TEM) on esittänyt päätöksissään 19.3.1991, 26.9.1995 ja 23.10.2003 ja nämä päätökset ovat lähtökohdina sekä ydinjätehuollon käytännön toteutuksessa että tulevia toimenpiteitä koskevassa tutkimus- ja kehitystyössä.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitukseen tähtäävästä tutkimus- ja kehitystyöstä sekä myöhemmin itse kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamisesta ja käytöstä huolehtii yhtiöiden yhdessä omistama Posiva Oy (jäljempänä Posiva). Kaikista matala- ja keskiaktiivisten voimalaitosjätteiden käsittelyyn ja loppusijoitukseen sekä voimalaitosten käytöstäpoistoon liittyvistä

toimenpiteistä TVO ja Fortum huolehtivat erikseen.

Posiva huolehtii vuosittain tehtävän Olkiluodon ja Loviisan ydinvoimaloiden ydinjätehuollon toimintakertomuksen laatimisesta. Käsillä on vuoden 2009 toimintakertomus, joka sisältää ydinennergialain ja -asetuksen mukaisen selvityksen kyseisten voimayhtiöiden ydinjätehuollon tilanteesta ja toimenpiteistä vuonna 2009 sekä selvityksen varautumisesta ydinjätehuollon tuleviin kustannuksiin.

Teollisuuden Voima Oyj:llä on Eurajoen Olkiluodossa kaksi kiehutusvesireaktoria, joiden kummankin nimellisteho on 860 MWe. Olkiluoto 1 (OL1) kytkettiin valtakunnan verkkoon ensimmäisen kerran syyskuussa 1978 ja Olkiluoto 2 (OL2) helmikuussa 1980. Vuonna 2009 OL1:n käyttökerroin oli 97,0 % ja OL2:n 95,1 %. OL1 ja OL2 -laitosyksiköiden sekä matalaaktiivisen jätteen välivaraston (MAJ-varasto), keskiaktiivisen jätteen välivaraston (KAJ-varasto) ja käytetyn polttoaineen välivaraston (KPA-varasto) käyttöluvut ovat voimassa vuoden 2018 loppuun. Olkiluodon voimalaitosjätteiden loppusijoitustilan (VLJ-luola) käyttöluva on voimassa vuoden 2051 loppuun asti. Olkiluotoon on rakenteilla myös TVO:n kolmas ydinvoimalaitosyksikkö Olkiluoto 3 (OL3).

Fortum Power and Heat Oy:n Loviisan voimalaitoksella on kaksi painevesireaktoria, kumpikin nimellisteholtaan 488 MWe. Loviisa 1:n (LO1) kaupallinen käyttö alkoi toukokuussa 1977 ja Loviisa 2:n (LO2) tammikuussa 1981. Vuonna 2009 LO1:n käyttökerroin oli 96,0 % ja LO2:n 95,4 %. LO1 ja LO2 -laitosyksiköiden sekä niiden ydinpolttoaine- ja ydinjätehuoltoon liittyvien laitosten käyttöluvut ovat voimassa LO1:n käyttämiseksi vuoden 2027 ja LO2:n vuoden 2030 loppuun saakka. Voimalaitosjätteiden loppusijoitustilan (VLJ-luola) osalta käyttöluva on voimassa vuoden 2055 loppuun asti.



Käytetyn polttoaineen huolto

Toimintaperiaate ja aikataulu

Ydinenergialain ja KTM:n päätösten mukaisesti kaikki Olkiluodon ja Loviisan laitosten käytetty polttoaine valmistaudutaan loppusijoittamaan Suomen kallio-perään. Päätöksessään 23.10.2003 KTM muutti käytetyn polttoaineen loppusijoituksen valmistelujen aikataulua siten, että kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamislupaa varten tarvittavat alustavat selvitykset ja suunnitelmat on esitettävä vuonna 2009. Lopulliset selvitykset ja suunnitelmat on varauduttava esittämään vuoden 2012 loppuun mennessä. Tavoitteena on aloittaa loppusijoitus vuonna 2020. Tätä ennen käytettyä polttoainetta varastoidaan väliaikaisesti voimalaitosalueilla.

Joulukuussa 2000 valtioneuvosto teki periaatepäätöksen Posivan hakemuksesta käytetyn polttoaineen loppusijoituksesta Eurajoen Olkiluotoon. Eduskunta vahvisti päätöksen lähes yksimielisesti toukokuussa 2001. Periaatepäätös on voimassa 17.5.2016 asti.

Suomeen rakennettavasta uudesta ydinvoimalaitosyksiköstä (OL3) tehtiin periaatepäätös vuonna 2002. Samassa yhteydessä tehtiin periaatepäätös käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen rakentamisesta laajennettuna

siten, että myös OL3-laitosyksikön käytetty polttoaine voidaan sijoittaa sinne. OL3-laitosyksikön jätehuoltovelvoite alkaa vasta laitoksen käynnistyttyä.

Käytetyn polttoaineen loppusijoituksen valmistelu etenee vuonna 2000 julkaistun pitkän aikavälin tutkimus-, kehitys- ja teknisen suunnittelutyön (TKS) ohjelman (Posiva 2000-14) mukaisesti. Vuoden 2009 sisältävä kolmivuotiskausko (2007–2009) on kuvattu vuonna 2006 julkaistussa TKS-2006-ohjelmassa. Vuoden 2009 syyskuussa julkaistiin TKS-2009-ohjelma, joka kuvaa vuosien 2010–2012 suunnitellut toimenpiteet ja niiden valmistelun.

Nykytilanne varastoinnissa

Olkiluodon käytettyä polttoainetta varastoidaan väliaikaisesti sekä voimalaitosyksiköillä että voimalaitosalueella olevassa KPA-varastossa. Vuonna 2009 KPA-varastossa oli varastointikapasiteettia 7 146 positiota. KPA-varastoon mahtuu OL1 ja OL2 -laitosyksiköiden noin 30 vuoden toiminnasta kertyvä polttoainemäärä.

KPA-varaston laajennusprojekti aloitettiin vuonna 2009. Alue- ja rakennustyöt on tarkoitus suorittaa vuosina 2010–2013, jolloin laajennus voidaan ottaa käyttöön vuoden 2014 alussa.

Laajennustyön lähtökohtina ovat olleet OL1 ja OL2 -laitosyksiköiden varastointikapasiteetin loppuminen sekä OL3:n tarpeet. Laajennuksessa rakennetaan kolme allasta. OL1 ja OL2 -laitosyksiköille tarvitaan uusi allas käyttöön vuonna 2014, OL3-yksikölle ensimmäinen allas noin vuonna 2018. Laajennusprojekti toteutetaan ydinlaitoksen rakenteellisena muutostyönä. OL1/OL2-käyttölupassa on riittävästi kapasiteettia niiden polttoaineen varastointiin. OL3:n tarpeisiin lupaa kapasiteetin laajennukselle ja polttoaineen varastoinnille haetaan OL3-käyttölupahakemuksen yhteydessä.

Kertomusvuonna OL1:llä vaihdettiin polttoainetta 30. kerran ja OL2:lla 28. kerran. Vuoden lopussa käytettyä polttoainetta oli varastoituna yhteensä 7 212 nippua, jotka sisältävät noin 1 220 tonnia uraania. Varastoiduista nipuista 6 150 oli KPA-varastossa, 502 OL1:n vesialtaissa ja 560 OL2:lla. Lisäksi OL1:n reaktorissa oli 500 ja OL2:n reaktorissa samoin 500 nippua käytössä. Luvuissa ovat mukana myös sauvatelineet (1 kpl/laitos), joissa säilytetään vaurioituneita polttoainesauvoja.

Myös Loviisassa käytettyä polttoainetta varastoidaan voimalaitosyksiköillä ja käytetyn polttoaineen varastossa. Loviisan käytetyn polttoaineen varastoaltaiden määrää on viimeksi lisätty vuonna 2000. Nykyiset altaat on päätetty varustaa tiheillä telineillä. Näin saadaan lisäkapasiteettia vuoteen 2020 saakka, jolloin käytetyn polttoaineen kuljetukset loppusijoitusta varten on määrä aloittaa. Vuonna 2007 hankittiin kaksi telinettä ja samoin vuonna 2009. Telineitä hankitaan kaksittain lisää vuosina 2011, 2015 ja 2017.

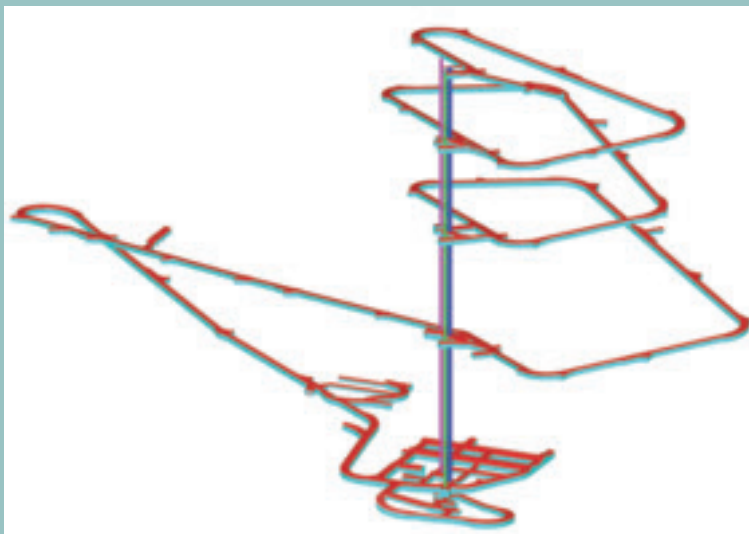
Vuoden 2009 lopussa Loviisan voimalaitoksella oli varastoituina yhteensä 3 961 käytettyä polttoainennippua, mikä vastaa noin 477 tonnia tuoretta uraania. Polttoainennipuista oli LO1:llä 294 kpl ja LO2:lla 336 kpl. Käytetyn polttoaineen varastoissa 1 ja 2 oli 480 ja 2 851 nippua vastaavasti. Lisäksi LO1:n reaktorissa oli 313 ja LO2:n reaktorissa samoin 313 nippua käytössä.



Ydinjätehuollon kokonaisaikataulu.

ONKALO

Maanalaisesta kallioperän tutkimustilasta ONKALOsta hankitaan tarkkaa tietoa loppusijoitustilojen yksityiskohtaista suunnittelua sekä turvallisuuden ja rakennusteknisten ratkaisujen arviointia varten. ONKALO tekee mahdolliseksi loppusijoitustekniikan testauksen aidoissa olosuhteissa. ONKALOn rakennuslupahakemus jätettiin Eurajoen kunnalle toukokuussa 2003 ja rakentaminen aloitettiin kesäkuussa 2004. Nyt käynnissä olevassa rakennusvaiheessa edetään tasolle -420 m. Loppusijoituksessa tarvittavat tekniset aputilat tulevat sijaitsemaan tasolla -437 m. Tutkimuksia ONKALOSSA on tehty rakentamisen alusta lähtien.



ONKALOn suunnittelu

ONKALOn layout-suunnittelua on tehty rinnan loppusijoituslaitoksen suunnittelun kanssa. ONKALOn layoutia tarkennettiin vuoden 2009 aikana vastaamaan KBS-3H- ja KBS-3V-ratkaisujen tarpeita. Lisäksi suunnitelmissa täsmennettiin ONKALOn laajuutta, joka tullaan toteuttamaan ennen rakentamislupahakemuksen jättämistä.

Kevään ja kesän 2009 aikana laadittiin alustavat Tunneliurakka 5 -osuuden (TU5) käsittävät toteutussuunnitelmat. Tunneliurakka 4 -osuuteen (TU4) kuuluva ajotunneliosuus päättyy noin tasolle -420 m, josta ajotunneli jatkuu tasolla -437 m sijaiseviin teknisiin tiloihin saakka. TU5-suunnitelmat sisältävät arkkitehti-, rakennus- ja kallioteknisen suunnittelun. Nämä suunnitelmat toimitetaan Säteilyturvakeskuksen (STUK) tarkastettavaksi ennakkotarkastusmenettelyn mukaisesti vuoden 2010 alussa kaksi kuukautta ennen kyseessä olevan urakan aloittamista. Tämä ennakkotarkastusmenettely otettiin käyttöön TU4:ssä.

Vuoden 2009 aikana tehtiin meneillään olleen TU4:n työaikaista suunnit-

teltua ja suunnitelmien tarkastamista töiden edellyttämällä tavalla ja laajuudessa. Vuoden 2008 elokuussa alkaneen TU4:n työaikainen suunnittelu jatkuu vuoden 2010 alkupuolella.

Lämmitys- ja ilmanvaihtotöiden (LVI) sekä sähkötöiden (S) suunnittelu on jatkunut meneillään olevien urakkakokonaisuuksien (LVI4 ja S4) osalta koko vuoden työaikaisena suunnitteluna.

ONKALOn rakentaminen

Toimintavuoden aikana ajotunnelia louhittiin paalulle 4059. Paalulukku vastaa ajotunnelin pituutta metreinä. Henkilö- ja ilmakuilut on jo aiemmin porattu tasolle -290 m asti ja vuoden 2009 aikana niitä on valmisteltu nousuporausta varten tasolle -437 m.

Kallion laatu on ollut suhteellisen hyvää ja tiivistystarve vähäinen. Kalliotiloja lujitettiin vuoden aikana systemaattisesti sekä pultituksella että kuidulla vahvistetulla ruiskubetonilla. Näin varmistettiin riittävä työturvallisuus mm. lisääntyvän kallion jännitystilan takia.

Ajotunnelin LVIS-työt etenivät suunnitellusti ollen vuoden lopulla noin paa-

lulla 3700. Merkittäviä laatupoikkeamia tai ympäristövahinkoja ei ole ollut vuoden aikana. Rakentamisesta tiedottaminen viranomaisille on jatkunut sovitun mukaisesti.

Rakentamismenetelmien kehitys

INJEKTOINNIT

R20-ohjelmassa kehitetyn injektointimenetelmän mukaista kallion tiivistämistä kokeiltiin syksyllä 2009. Tämän menetelmän käyttöä kehitetään edelleen normaalin tuotantoprosessin kuluessa. Kehitetyn menettelyn tavoitteena on tiivistää kallio matalan pH:n sementillä, aiempaa pienemmillä sementtimäärillä ja vähemmällä tunneliprofiilin ulkopuolelle jäävillä reikämetreillä. Lisäksi tiivistämiseen käytettäviin materiaaleihin hyväksyttiin kolloidinen silika, jota testattiin injektoinneissa.

LOUHINTA VAURION (EDZ) HALLINTA

Kallion kyky pidättää pohjaveden virtausta pienenee louhinnan vaikutuksesta. Osa tästä muutoksesta johtuu räjäytyksen

dynaamisesta, välittömästä kuormituksesta ja se ilmenee ns. louhintavauriovyöhykkeenä (Excavation Damaged Zone, EDZ). EDZ ja sen hallinta on yksi Posivan määrittelemistä seikoista, joilla on merkittävä vaikutus loppusijoituksen pitkäaikaiseen ydinturvallisuuteen. Sen vuoksi EDZ:n hallinnalla on keskeinen sija Posivan kehitystoimissa, joita toteutetaan erilaisilla ohjelmilla ja T&K-projekteilla.

EDZ 300 -ohjelma toteutettiin vuosina 2007–2008 ja raportointi Posivan työraportissa 2008-66 keväällä 2009. Ohjelman aikana testatut tuotanto- ja todentamismenetelmät osoittautuivat toimiviksi, joskin osittain jatkotoimia vaativiksi. Sen vuoksi perustettiin uusi T&K-projekti (EDZ 09), jonka tavoitteita olivat mm.

- louhinnan hallinnan kehittäminen
- geologisten olosuhteiden ja käytettävien louhintaparametrien huomiointi raonmuodostumisen laskentateoriassa
- maatutkan käytön jatkoselvitykset
- rinnakkaisten vertailututkimusten tekeminen
- maatutkan käytettävyyden parantaminen todentamisvälineenä
- muiden vertailuarvoja antavien geofysiikan menetelmien testaaminen.

EDZ 09 -projekti perustettiin mm. siitä syystä, että edellisessä ohjelmassa ilmenneet avoimet kysymykset vaativat jatkoselvittämistä. Projektin tavoitteena on menetelmien edelleen kehittäminen sekä uuden tiedon tuottaminen EDZ:n merkityksen selvittämistä varten. EDZ:n

merkityksen arviointi pitkäaikaisturvallisuuden kannalta ei kuitenkaan kuulu tämän projektin piiriin.

Projektin toiminnallisena tavoitteena on tuottaa tietoa, jonka avulla voidaan asettaa vaatimukset louhintavauriovyöhykkeen huomioonottamiseksi suunnittelussa ja toteutuksessa jatkettaessa ONKALON louhintaa. Aineistoa laadittaessa otetaan huomioon, että louhintavaurion merkitys pitkäaikaisen turvallisuuden kannalta voi sisältää merkittäviä epävarmuuksia.

Projektin työ tähtää siihen, että louhintavaurion todentamis- ja arviointimetodiikka sekä vyöhykkeen kontrollointi louhintatyössä saadaan käyttöön ennen kuin tunnelilouhintaa jatketaan TU4:n jälkeen.

Projekti käynnistettiin vuoden 2008 lopulla ja tutkimussyvennyksen louhinta (PL3620) alkoi keväällä 2009. Tunneli suunniteltiin sijaintinsa ja poikkeikkauskokonsa suhteen vastaamaan mahdollisimman hyvin loppusijoituksen olosuhteita. Louhinta saatiin päätökseen syksyllä, minkä jälkeen mittaukset louhintavaurion todentamiseksi ja siihen liittyvät vertailukokeet voitiin käynnistää. Kenttätyöt saatiin päätökseen marraskuun 2009 alussa, jolloin havaintomateriaalin jalostaminen sekä raportointi voitiin aloittaa.

Vertailemalla eri louhintaparametrien vaikutusta ja kehittämällä louhintaprosessia saatiin tavoitteiden edellyttämät tulokset. Voitiin osoittaa, että louhintavaurioon vaikuttavat louhintaparametrit tunnustetaan ja ne hallitaan, joskin parannusehdotuksiakin tuli esille. Hallin-

taa koskeva osaraportti valmistuu helmikuussa 2010. Louhintavaurion ennustaminen laskentamenetelmiä käyttäen ei tuottanut toistaiseksi hanketta hyödyttäviä tuloksia. Tämä johtuu siitä, että tutkimuskohteen geologiset ominaisuudet vaihtelevat suuresti ja niiden testaaminen on erittäin hankalaa ja hidasta.

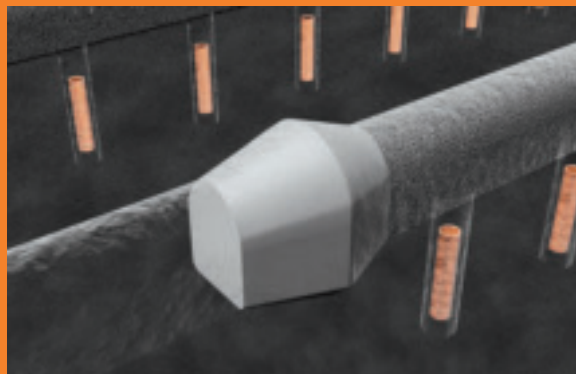
Mittauksilla ennen louhintaa ja sen jälkeen keskityttiin jatkamaan edellisessä ohjelmassa aloitettua maatutkan sovellettua käyttöä louhintavaurion havainnointiin. Edellisen ohjelman perusteella maatutkan avulla voidaan osoittaa, että hyvin hallitulla louhinnalla syntyvä louhintavaurio havaitaan riittävän luotettavasti. Maatutkahavainnot verrattiin muihin mittaustuloksiin, joita saatiin samoissa kohteissa tehdyistä mikroseismisistä kokeista, hydrologisista mittauksista ja geologisista kartoituksista. Menetelmä osoittautui entistä paremmin todentamismenetelmäksi soveltuvaksi. Tätä tukevat sekä maatutkahavainnot että vertailutietona saadut seismiset mittaukset ja geofysiikan muut mittaukset. Mittaustulosaineisto on laajaa ja vaatii paljon ristiinvertailuja. Työ valmistuu maaliskuussa 2010.

Projektin tuloksia hyödynnetään tulevien demonstraatiotöiden vaatimusten hallinnassa ja suunnittelun ohjauksessa. Louhintamenetelmien kehittämisessä jatketaan poraustarkkuuden varmentamista ja menetelmien soveltamista loppusijoitustilojen rakentamiseen. Maatutkan käyttöä louhintavaurion todentamiseksi kehitetään edelleen.

Loppusijoitusratkaisun kehittäminen

TVO:n ja Fortumin käytetylle ydinpolttoaineelle suunniteltu loppusijoitusratkaisu perustuu alun perin Ruotsin Svensk Kärnbränslehantering AB:n (SKB) kehittämään KBS-3-ratkaisuun. Käytetyt polttoaineniput sijoitetaan kupari-valurautakapseliin pakattuina useiden satojen metrien syvyyteen peruskallioon. Loppusijoitusreikiin kallion ja kapselin väliin asetetaan kovaksi puristettuja bentoniittilohkoja. Loppusijoituksen päätyttyä kaikki louhitut tilat ja kulkureitit loppusijoitustilaan täytetään ja suljetaan.

Kapseli, bentoniitti ja kallio muodostavat moninkertaisen esteen radioaktiivisten aineiden vapautumiselle. Kapselin kuparinen ulkokuori kestää erinomaisesti pohjaveden aiheuttamaa korroosiota ja valurautainen sisäosa takaa mekaanisen kestävyuden. Bentoniitti vähentää pohjaveden pääsyä kapselin pinnalle ja suojaa kapselia kallion



pieniltä liikunnoilta. Syvällä kallioperässä kapselia ympäröivät olosuhteet säilyvät vakaina pitkiä ajanjaksoja. Kallio suojaa loppusijoitettua polttoainetta myös ulkopuolisilta häiriöiltä.

Käytetty polttoaine

Loppusijoituksen turvallisuuden kannalta on tärkeä tietää, kuinka nopeasti käytetystä polttoaineesta voi vapautua radioaktiivista ainetta ja kuinka nopeasti polttoaine voi liueta, jos se loppusijoitettuna joutuu kosketuksiin veden kanssa. Käytetty polttoaine koostuu pääasiassa uraanidioksidista (UO_2 , noin 96 %). UO_2 edustaa uraanin pelkistettyä olomuotoa, jossa uraanilla on hapetus-tila U(IV). UO_2 on niukkaliukoinen ja stabiili pelkistävissä pohjavesiolosuhteissa. Mikäli vettä pääsee vaurioituneen kapselin sisälle, UO_2 -matriisin liukoisuus on kriittinen parametri arvioitaessa käytetyn polttoaineen stabiiliutta loppusijoitusolosuhteissa. Hapettavissa olosuhteissa voi tapahtua U(IV):n hapettumista huomattavasti liukoisemmaksi U(VI):ksi.

Vuonna 2009 valmistuivat kokeet U(VI):n pelkistymisestä Fe(II):n vaikutuksesta NaCl- ja $NaHCO_3$ -liuoksissa (WR 2008-74). Kokeet tehtiin hapettomissa olosuhteissa typpi-atmosfäärissä. Kokeiden tarkoituksena oli tutkia liuoksessa olevan Fe(II):n vaikutusta uraanin hapetustilaan ja tehdä mahdollisia

havaintoja U(VI):n pelkistymisestä. Kokeet osoittivat, että Fe(II) pelkistää U(VI)-hapetustilan U(IV)-tilaksi. Vuonna 2009 raportoitiin myös tulokset uraanin liukenemisestä korkeassa pH:ssa ja suolaisessa vedessä pelkistävissä olosuhteissa (WR 2008-75). Liukoisuuskoekiden tulosten mukaan uraanin liukoisuus kasvoi pH:n noustessa 0,01 M NaCl-liuoksessa.

Vuoden 2009 aikana Posiva aloitti selvittelytyöt mahdollisesti tarvittavista, polttoaineen korkeaan poistopalamaan liittyvistä tutkimuksista omistajiensa sekä Ruotsin ja Sveitsin ydinjäteorganisaatioiden (SKB ja Nagra) kanssa.

Loppusijoituskapseli

KAPSELIN SUUNNITTELU

Kapselin suunnittelussa on vuoden 2009 aikana tehty joukko täydentäviä analyysejä teknisten vaatimusten täyttymisen osoittamiseksi. Analyyseissä käytetään lähtöarvoina kapselin geometristen mittatietojen lisäksi valmistusmateriaalien fysikaalisia, mekaanisia, metallurgisia, termomekaanisia, kemiallisia ja murtumismekaanisia ominaisuuksia. Osa näistä ominaisuuksista on kompo-

nenttien valmistusprosessista riippuvia, joten valmistuskokeista saatavat mittaustulokset on otettu osaksi suunnitteluanalyysien lähtötietoja. Toisaalta myös tekniset analyytit, esimerkiksi säronsietoanalyytit, asettavat vuorostaan vaatimuksia valmistukselle, jonka spesifikaatioiden täyttymistä on vuorostaan todennettava mittauksin ja tarkastuksin. Vaatimukset, valmistus ja ominaisuuksien todennus demonstraatioiden avulla muodostavat ketjun, jonka avulla kapselien toimintakyky, laadullinen ja toiminnallinen kelpoistaminen ja todennäköinen alkutilanne voidaan osoittaa.

Kalliosierros on osoittautunut kapselin sisäosan kestävyuden kriittiseksi kuormitukseksi. Tämä on siten sisäosan mitoituksen määrittävä kuormitustapaus. Kuormituksen suuruuden, nopeuden ja suunnan kombinaationa määräytyy kapselimateriaalin alhaisinta käyttölämpötilaa vastaava suurin sallittava särö, johon mitoituksessa varaudutaan eli särö ei kasva epästabiilisti kuormituksen aikana. Näin määritetylle suurimmalle sallitulle särökoolle määritetään varmuuskerroin, joka ottaa huomioon mahdolliset epätarkkuudet laskennassa, valmistuksessa ja särön koon arvioinnissa. Tuloksena

saatava laskennallinen suurin sallittu vikakoko määritetään valmistusspesifikaatioon. Kapselivalmistuksen jälkeisessä materiaalin eheydeltä tarkastuksessa on riittävän luotettavasti NDT-menetelmien varmistettava, ettei tätä rajaa ylittävää säröä esiinny. Sisäosan kestävyden selvittämiseen tähtäviä analyysejä ja materiaalitutkimuksia tehtiin SKB:n kanssa yhteistyössä toteutetuissa tutkimuksissa vuonna 2009. Tämän selvityskokonaisuuden odotetaan valmistuvan ja tulevan raportoiduksi vuonna 2010.

Kupari on osoittautunut niin sitkeäksi materiaaliksi, että siinä säröt eivät kasva liiallisesti millään realistisella

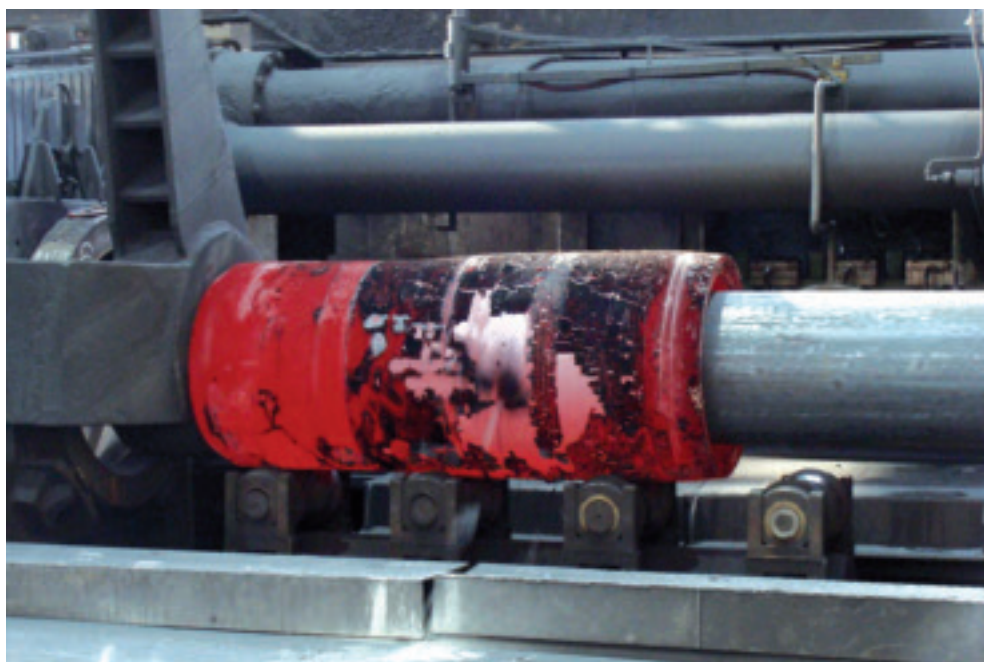
alkusärökoolla, vaan materiaalin eheysvaatimuksessa kriittiseksi tekijäksi tulee korroosionkestävyys. Valurautaisen kapselin sisäosan osalta olemassa olevien alkusäröjen koko on kuitenkin mitoittava tekijä, ja kalliosierros on kapselirakenteelle mitoittava kuormitus. Valuraudan murtumisvastus on määriteltä murtumismekaanisin kokein eri lämpötiloissa. Näitä lujuus- ja särönsietoanalyysejä jatketaan ja tarkennetaan edelleen vuoden 2010 aikana.

KAPSELIN VALMISTUS

Kapselin valmistuksen kehitystyön nykytilasta laadittiin vuonna 2009 Posiva-raportti (POSIVA 2009-03). Raportissa on esitetty yhteenveto kapselikomponenttien kehitystyöstä valmistuskokeineen, eri valmistusmenetelmien vertailu sekä nykytilanne valmiudesta kapselikomponenttien valmistamiseksi.

Kapselin valmistustekniikan kehitystyötä sekä kuparisen ulkokuoren että pallografiittivalurautaisen sisäosan osalta tehtiin Posivan ja SKB:n yhteistyöprojekteissa vuonna 2009.

Loppusijoituskapselin kupariulko-kuoren valmistamiseksi kehitetään kolme eri menetelmää, joita ovat pisto-veto, pursotus ja takominen. Pisto-vetomenetelmällä on mahdollista valmistaa pohjallinen kuparikapseli, kun puolestaan pursotus- ja takomismenetelmillä



Kupariputken valmistusta pisto-vetomenetelmällä.

saadaan aikaan kupariputki. Kuparikapselin valmistuksessa tarvittavat kupari-aihiot valetaan Suomessa. Vuonna 2009 valettiin Posivan toimesta kaksi kupari-aihiota käytettäväksi kapselin valmistusmenetelmän kehitystyössä.

Vuonna 2009 valmistettiin Saksassa pisto-vetomenetelmällä kaksi pohjallista kuparikapselia. Molemmista kapseleista irrotettiin eri kohdista kolme rengasta ja pohja, joista tutkittiin mekaaniset ominaisuudet ja mikrorakenne. Toinen kapseleista täytti valmistukselle asetetut vaatimukset, mutta toisessa putkessa raekoko sekä putken pohjassa että putken seinämässä oli sallittua suurempaa. Valmistuskokeista saatuja tuloksia analysoidaan vielä vuoden 2010 alussa ja saatua tietoa käytetään hyväksi seuraavia valmistuskokeita suunniteltaessa.

Vuonna 2009 ei pursotettu yhtään putkea, mutta menetelmän kehitystä jatkettiin tekemällä lisätutkimuksia jo aiemmin pursotetulle putkelle. Pursotusprosessia myös mallinnettiin ja mallinnuksen pohjalta tehtiin laboratoriomittakaavan pursotuskokeita. Tavoitteena oli, että mallinnus- ja pursotuskokeiden avulla löytyisi pursotusprosessin parametrit, joilla valmistettavan putken mikrorakenne saadaan tasalaatuisemmaksi. Mallinnus- ja laboratorioskokeiden tuloksia hyödynnetään seuraavissa täyden mittakaavan pursotuskokeissa.

Vuoden 2009 lopussa taottiin Ruotsissa yksi kupariputki. Putki tutkitaan ja tuloksia tästä valmistuskokeesta saadaan vuonna 2010. Sekä pursotus- että pisto-vetomenetelmällä valmistettujen putkien rakeenkasvua tutkittiin lämpötilaa ja uunissa pitoaikaa muuttaen. Tutkimuksista saatuja tuloksia hyödynnetään kyseisten valmistusmenetelmien kehitystyössä.

Loppusijoituskapselin valurautaisten sisäosien valujen kehitystyötä jatkettiin Suomessa, Ruotsissa ja Saksassa. BWR-kapselin sisäosia valettiin Suomessa kaksi ja PWR-kapselin sisäosia Ruotsissa yksi ja Saksassa viisi. BWR-kapselin sisäosaa tarvitaan Olkiluodon käyvien laitosten ydinjätteelle ja PWR-kapseli puolestaan on vastaavanlainen kuin EPR-kapseli, jota tarvitaan OL3-laitoksen käytetyn polttoaineen loppusijoituksessa. Suomessa valetuista kahdesta BWR-kapselin sisäosasta toinen täytti valmistukselle asetetut vaatimukset materiaaliominaisuuksien, mekaanisten ominaisuuksien ja grafiitin palloutumisasteen suhteen, mutta valussa muodostettavat käytetylle polttoaineelle tarkoitetut kanavat väännyivät ja sulaa rautaa oli molemmissa valuissa päässyt polttoainekanavien sisään. Siten kumpikaan sisäosa ei kaikilta osin täyttänyt valmistukselle asetettuja vaatimuksia. Ruotsissa valettiin yksi PWR-kapselin sisäosa. Sisäosan

tutkimus on vielä kesken, mutta alustavien kokeiden perusteella materiaaliominaisuudet ja geometria näyttäsivät vaatimusten mukaisilta. Saksassa valettiin viisi PWR-kapselin sisäosaa. Näistä ensimmäinen epäonnistui. Muut täyttivät vaatimukset polttoainekanavien suoruu-den suhteen. Näistä kolmen sisäosan mekaaniset ominaisuudet ja mikrorakenne olivat hyvät. Viimeisimmän valeden sisäosan tutkimus on vielä kesken.

KAPSELIN SULKEMINEN

Kapselin sulkemismenetelmän kehitystyössä keskityttiin vuonna 2009 edellisenä vuonna toteutetun hitsaussarjan tulosten loppuraportointiin ja tulosten tulkinnan pohjalta suunniteltuun kehitystyöhön. Demonstraatiosarjasta ja sen tuloksista kerrotaan tarkemmin jäljempänä kohdassa Kapselin demonstraatioprojekti EB-DEMO.

Hitsin alustavat laatuvaatimukset on laadittu ja ne tullaan raportoimaan hitsauskehitystyön koosteraportissa vuoden 2010 alussa. Tampereen teknillisen yliopiston (TTY) materiaaliopin laitoksella on jatkettu EBW-hitsien (Electron Beam Welding, elektronisuihkuhitsaus) tutkimista. Näillä tutkimuksilla selvitetään hitsien virheettömyyttä ja ominaisuuksia. Tutkimusten tuloksia käytetään pääasiassa hitsausprosessin optimoimiseen. Alustavien tulosten perusteella kansihitsien laatu on osoittautunut kohtuullisen hyväksi; pienin ehjä materiaali yksittäisessä kansihitsissä on ollut vähintään 43 mm ja vaadittu minimiainevahvuus 35 mm kaikissa kapseleiden hitseissä. Minimiainevahvuuden on oltava vähintään 40 mm 90 %:ssa kapseleiden hitseistä. Hitsin tunkeuma on kuitenkin tarpeettoman suuri aiheuttaen muodonmuutoksia ja näin ollen myös jäännösjännityksiä.

Vuoden 2009 alussa tehtiin kaksi kannenhitsauskoetta aikaisemmin kehitettyjen alustavien hitsausohjeiden mukaisesti. Näillä kokeilla jatkettiin vuonna 2007 aloitettua hitsausparametrien optimointia ja kartoitettiin sopivaa hitsausarvoikkunaa. Kyseisten kokeiden ainetta rikkomattomien (NDT) tulosten analysointi on käynnissä. Näiden kansihitsien rikkovat kokeet aloitetaan vuonna 2010.

Vuonna 2006 aloitettujen jäännösjännitysmittausten raportointi saatiin valmiiksi vuonna 2009. Mittausten perusteella EBW-hitsien jännitystilalle saatiin odotettua korkeammat arvot. Tosin mittaauksissa käytetyt menetelmät antavat todellisuuteen nähden liian konservatiiviset tulokset. Näin ollen mittaustulokset analysoidaan uudelleen käyttäen apuna tarkempia materiaalimalleja. Näiden materiaalimallien selvittämiseksi käynnistettiin TTY:llä tutkimus, jonka tavoitteena on selvittää loppusijoituskapselissa käytettävän kuparin ja EBW-hitsin elastis-plastinen käyttäytyminen plastisuuskorjausta varten. Kokeellinen osuus työstä on tehty ja raportointi valmistuu vuoden 2010 aikana.

Kesällä 2009 aloitettiin EBW-hitsien jäännösjännitysten selvitykseen liittyvät

hitsauskokeet. Kokeita täydennettiin loppuvuodesta hitsaamalla 890 mm ja 450 mm pitkiin putkiin kannet. Kokeiden tavoitteena on selvittää, voidaanko hitsausprosessia muuttamalla vaikuttaa riittävästi jäännösjännityksiin. Hitsauksen aikana mitattiin lämpötiloja ja hitsauksen aiheuttamat muodonmuutokset. Näitä tuloksia käytetään hitsien numeerisen mallinnuksen verifointiin. Hitsauksen muodonmuutosten ja jäännösjännitysten numeerinen mallinnus jatkuu vuonna 2010. Hitsattuja kansia voidaan käyttää myöhemmässä vaiheessa mahdollisen jännitysten poistohehkuksen testauksessa.

Kaikissa hitsauskokeissa käytettiin aikaisemmin testattua alustavaa hitsaus-työohjetta. Työohjeistus on havaittu



Kapseliputken asennus hitsauskammion pyörityspöydälle kannen hitsauskoetta varten.

toimivaksi ja sen käytettävyys on osoitautunut hyväksi. EBW-laitteiston säätöä varten on testattu säteen mittauslaitteistoa. Mittauslaitteiston avulla voidaan dokumentoida elektronisuihkun ominaisuudet ja todentaa säteen laatu. Näin voidaan parantaa menetelmän toistettavuutta entisestään. Mittalaitteen käyttöönottoa varten on vuonna 2009 aloitettu ohjeistuksen laatiminen ja sisällyttäminen alustavaan hitsaus-työohjeeseen.

Toisena painopisteenä kapselin sulkemisessa on ollut SKB:n patentoiman kitkatappihitsausmenetelmän (Friction Stir Welding, FSW) osaamisen syventäminen ja kokemusten kartuttaminen Posivassa toteuttamalla FSW-kansihitsauksia SKB:n kapselilaboratoriossa Oskarshamnissa. Keväällä 2009 hitsattiin yksi kansi 250 mm pitkään putkeen. Tämän jälkeen hitsille tehtiin SKB:n toimesta ainetta rikkomattomat testaukset. Projektin rikkovat kokeet jatkuvat vuoden 2010 alkupuolella, jolloin rikkovista kokeista saadaan myös loppuraportti. Posivalle on kokeiden perusteella saatu kokemusta FSW-menetelmän ja laitteiston toimivuudesta ja lisäksi kotimainen osaaminen hitsien tutkimuksen osalta on merkittävästi parantunut.

KAPSELIN TARKASTUS

Vuonna 2009 allekirjoitettiin sopimus SKB:n ja Posivan tarkastusyhteistyöstä. Sopimuksen puitteissa tarkastusten luotettavuutta arvioidaan projektissa NDT Reliability IV/V, joka keskittyy etupäässä mekanisoidujen tarkastusten luotetta-

vuuden tutkimiseen sekä myös inhimillisten tekijöiden vaikutukseen tarkastuksessa. Aiemmassa projektissa NDT Reliability II/III on todettu, että ultraäänitekniikka havaitsee hyvin viat, mutta tarkastussysteemi pitää evaluoida tapauksissa, joissa vika on epäedullisessa suunnassa. Lisäksi projektissa käytiin läpi päteväintimenettely, joka suoritetaan ENIQ (European Network for Inspection Qualification) -suositusten mukaan. Tämän perusteella keskitytään tiettyjen parametrien (esimerkiksi tarkastusohjeisiin ja etsittäviin vikoihin liittyvät) arviointiin projektissa NDT reliability IV/V.

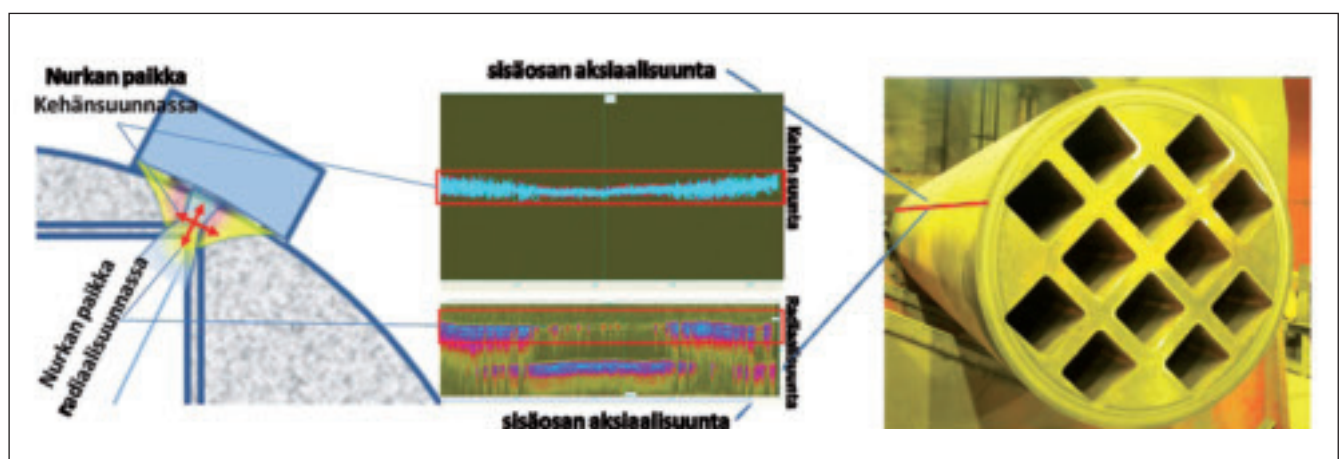
Kaikille kapselikomponenteille ja hitsille on aloitettu vikaluetelon kerääminen tarkastusten kehittämistä varten. Tätä täydentää havaittujen näyttämien metallografinen tutkiminen. Käytettyjen NDT-menetelmien luotettavuutta tullaan osin arvioimaan näiden tulosten perusteella. Tämä työ jatkuu vuonna 2010.

Vuonna 2009 tarkastettiin neljä kupariputkea käyttäen ultraääni- ja pyörrevirtamenetelmää sekä visuaalista tarkastusta. Tarkastuksissa havaittiin muutama pintavika lähinnä pyörrevirtamenetelmää ja visuaalista tarkastusta käyttäen. Vikojen syvyysarvioinnit ovat vielä kesken ja niitä jatketaan vuonna 2010. Kupariputkien pyörrevirtatekniikkaa on kehitetty havaitsemaan mahdollisia pintavikoja ja pinnan lähellä olevia vikoja. Kuparikomponenttien visuaalista tarkastusta on kehitetty edelleen ja menetelmän havaitsemiskykyä arvioidaan 2010.

Hitsin tarkastuksessa on kehitetty tulosten analysointitekniikkaa tavoitteena lähinnä vikojen havaitseminen mutta myös koon määrittäminen koskien ultraääni-, pyörrevirta- ja radiografiamenetelmää. Käytetylle radiografiamenetelmälle saatiin laskettua vian havaitsemiskäyrä (POD-käyrä) mittausten perusteella. POD-käyrän avulla voidaan arvioida säteen suunnassa pienin havaittava vika, jonka koko on noin 1 mm. Tämä työ jatkuu tulevina vuosina ja tavoitteena on kehittää eri menetelmille (ultraääni-, pyörrevirta- ja visuaalinen tarkastus) vastaava arviointitapa. Vuosina 2010 ja 2011 tullaan keskittymään vian koon määrittämisen arviointiin.

Vuoden 2009 aikana tarkastettiin myös kitkatappihitsauksella valmistettuja hitsejä ultraääni- ja pyörrevirtatarkastuksella. Tarkastuksissa havaittiin joitakin näyttämiä alueita, joissa hitsausparametreja oli muutettu voimakkaasti optimaalisen parametrialueen ulkopuolelle. Näyttämiä havaittiin sekä hitsin juuresta että lähellä hitsin pintaa.

Sisäosan tarkastukseen tehtiin alustava ultraäänitarkastusohje. Ohjeen toimivuutta testattiin tarkastamalla kaksi täysimittaista sisäosaa ja jatkuvan parantamisen periaatteella puutteita korjataan tarvittaessa kokemusten perusteella. Sisäosien tarkastuksissa havaittiin tiettyjä vikatyyppejä lähinnä lähellä ulkopintaa. Lähellä pintaa olevien vikojen mittaustuloksia tullaan tutkimaan metallografialla ja verifioimaan niiden alkuperä. Lisäksi löydettiin yhdestä sisäosasta läheltä pohjaa selkeä yksittäinen



Posivan kehittämä menetelmä sisäosan kanavan lähinurkan paikan määrittämiseen vaiheistettua ultraäänitekniikkaa hyödyntäen.



Isostaattisesti puristettuja bentoniittilohkoja VTT:n tutkimuslaboratoriossa.

näyttämä ja voitiin todeta vika, joka oli noin 20 x 20 x 30 mm kokoinen ilmapuoli. Hitsin ja komponenttien tarkastustekniikoista on laadittu raportti, joka julkaistaan vuoden 2010 alkupuolella. Raportissa käydään läpi menetelmät, joilla sekä hitsi että komponentit tarkastetaan.

KAPSELIN DEMONSTRAATIO-PROJEKTI EB-DEMO

Vuosien 2007–2008 aikana Posiva toteutti EB-DEMO-projektin, jonka tarkoituksena oli osoittaa kapselin sulke-
mistekniikan ja sulkemisen tarkastustekniikan todellinen taso yhtiössä sillä hetkellä.

Hitsausprosessin parametrit valittiin etukäteen aikaisemmista hitsauskokeista saatujen kokemusten perusteella eikä niitä muutettu kesken koesarjan, vaikka demonstraation hitsauskokeet toteutettiin kolmena neljän kannen hitsauskoesarjana. Ensimmäisen koesarjan hitseissä oli kaikissa runsaasti hylkäämiseen johtavia hitsausvirheitä, toisessa sarjassa enää muutamia ja kolmas sarja oli kaikkien hitsien osalta hyväksyttävä. Ilmeistä on, että hylkäämiseen johtavat viat eivät aiheutuneet itse hitsausprosessin pienistä häiriöistä. Sen sijaan hitattavien koekappaleiden pintojen epä-

puhtaudet aiheuttivat runsaasti hitsausvirheitä ja niiden määrä pieneni, kun kappaleiden pintojen laatu ja puhtaus saatiin EB-hitsauksen edellyttämälle tasolle. Demonstraatiosarjan yhteydessä hitsattiin myös levykokeita. Näiden perusteella saatiin vahvistetuksi käsitys siitä, että demonstraatiosarjassa havaitut puutteet kansihitsien laadussa liittyivät komponenttien pinnanlaatuun eivätkä varsinaisesti EB-hitsausprosessiin.

Vuonna 2009 laadittiin loppuraportti, jossa todetaan, että nykyisellä EB-hitsauksen ja ainetta rikkomattoman tarkastustekniikan osaamisella ja käytettävissä olevilla laitteistolla kyetään saamaan aikaan kuparikapselin vaippaan hyväksyttäviä hitsejä ja niiden hyväksyttävyyttä kyetään osoittamaan luotettavasti.

Bentoniittipuskuri

Bentoniittipuskurin kehitystyö on jatkunut Posivassa laaditun kehitysohjelman mukaisesti. Työ on jakautunut bentoniittipuskurin suunnitteluun ja siinä tarvittavien parametrien tutkimiseen sekä bentoniittilohkojen valmistuksen ja asennuksen kehittämiseen.

Puskuriin kohdistuvat vaatimukset on koottu suunnitteluperusteiksi. Niiden perusteella on arvioitu aikaisemmin

laadittua puskurin referenssisuunnitelmaa ja tehty siihen tarvittavat päivitykset. Puskurin kehittämiseksi on käynnistetty työ, jossa tutkitaan vaihtoehtoisia ratkaisuja puskurirakenteen osille.

Suunnittelussa tarvittavien lähtöarvojen hankkimiseksi on käynnistetty tutkimuksia, joissa selvitetään puskurilohkojen paisumisen käynnistämistä kastelemalla puskurilohkoja asennuksen yhteydessä vedellä sekä kallion ja puskurilohkojen välisen raon täyttämistä eri materiaaleilla.

Puskurilohkovalmistuksen kehitystyössä on tutkittu isostaattisen puristusmenetelmän soveltuvuutta suurten bentoniittilohkojen valmistukseen. Valmistusparametrien toimivuutta ja muotirakenteen kehitystyötä on tehty valmistamalla koelohkoja pienessä mittakaavassa. Saatujen tulosten perusteella on siirrytty valmistamaan keskisuuria (35 % täyden mittakaavan lohkoista) ja suuria (70 %) bentoniittilohkoja. Isostaattisella puristusmenetelmällä on mahdollista valmistaa useampi puskurilohko samanaikaisesti yhdellä puristuksella. Työn yhteydessä on etsitty riittävän suurta puristuslaitteistoja, joilla olisi mahdollista valmistaa täyden koon lohkoja.

Bentoniittipuskurin asennustekniikan kehitystyössä on testattu lohkojen koon

vaikutusta asennettavuuteen. Testien tulosten perusteella on tutkittu myös asennuslaitteiden toimivuutta sekä loppusijoitusreiässä olevien poikkeamien vaikutusta tarvittaviin asennusvälyksiin. Asennustestaus on suoritettu täydessä mittakaavassa. Lohkoina on käytetty sekä pieniä että suuria lohkoja. Pieninä lohkoina on käytetty 35 kg:n painoisia lohkoja, joista on muodostettu halkaisijaltaan täyden koon rengasmaisia ja sylinterimäisiä lohkoja, jotka on asennettu yhtenä kokonaisuutena. Suurina lohkoina on käytetty putkimaisia ja sylinterimäisiä lohkoja, joiden suurin paino on ollut 5 000 kg. Lohkojen materiaalina on ollut painoltaan ja pinnan laadultaan bentoniittilohkoa vastaava betoniseos. Asennustestejä varten on valmistettu teräsrakenteinen, moduuleista muodostuva täyden mittakaavan sijoitusreikä, jonka ominaisuuksia voidaan säätää vastaamaan kallioon poratun reiän mittoja ja toleransseja.

Loppusijoitustunnelien täyttö ja tilojen sulkeminen

Loppusijoitustunnelien täyttösuunnitelman laatiminen ja päätyvällä TKS-kaudella tehdyn työn raportointi on ollut merkittävin työkokonaisuus vuoden 2009 aikana. Esipuristetuista lohkoista ja reunuspelleiteistä sekä lattian tasauseroksesta koostuvan suunnitelman eri komponenttien määrää on tarkennettu aiemmasta. Lisäksi on työstetty vaatimuksia loppusijoitustunnelien louhinnan kehittämistä varten. Taustana raportoinnille on käytetty yhdessä SKB:n kanssa laadittua Baclo-ohjelman loppuraporttia, joka julkaistiin vuoden 2009 aikana. Täyteainesuunnitelman todentamista varten ollaan laatimassa kolmivuotista ohjelmaa, jossa osa työstä toteutetaan yhdessä SKB:n kanssa.

Vuoden aikana on toteutettu Äspön bentoniittilaboratoriossa kokeet, joiden perusteella selvitetään tunneliin tulevien vuotojen osuutta täyteaineen käyttäytymisessä ja samalla hankitaan taustatietoa vuotovesien rajoittamisen tarpeesta tunnelissa.

Täyteaineen valmistamisen osalta on käynnistynyt lohkojen yksiaksiaalisen puristamisen sarjatuotannon esikokeet,

joissa on selvitetty mm. paineen, vesipitoisuuden ja lämpötilan vaikutusta lopputulokseen ja lohkon laatuun.

Täyteaineen asentamiseen liittyen on toteutettu tunnelin lattian tasaamiseen käytettävän bentoniitin ja murskeen seoksen (40/60) esikokeet, joiden avulla suunnitellaan varsinaiset lattian asennuskokeet. Lohkojen asentaminen moduuliasennusmenetelmällä on suunniteltu ja työn tuloksia on hyödynnetty täyteainesuunnitelman laadinnassa. Täyteainesuunnitelman alustava testaus eri komponenttien osalta tehdään vuonna 2010 ja tämän jälkeen käynnistetään varsinainen toteutussuunnittelu prototyyppinä varten.

Eri täyteainemateriaalien kemiallista koostumusta on selvitetty kokein erityisesti vaihtoehtoisten materiaalien osalta. Täyteaineen itsekorjautumiskyvystä on saatu laboratoriomittakaavan tuloksia ja niitä hyödynnetään mm. vaihtoehtoisten materiaalien arvioinnin yhteydessä. Pienen mittakaavan betonitunnelikokeet on raportoitu ja eri materiaalien (Friedland-savilohkot ja bentoniitin ja murskeen seoksesta (40/60) valmistetut lohkot) eroosio-ominaisuuksia on vertailtu tilanteessa, jossa tunneliin on pyritty saamaan mahdollisimman korkea täyttöaste lohkoilla. Kokeet jatkuvat vuonna 2010.

Loppusijoitustunnelien suulle tulevien tulppien periaatesuunnitelma on julkaistu alkuvuonna 2009. Muiden tilojen sulkemisen esisuunnitelman valmistuminen jää vuodelle 2010, koska sulkemisen perusteiden lähtötietojen hankkiminen on vielä kesken. Posiva seuraa myös Kanadan AECL:n tutkimuslaboratorion URL:n sulkemiseen liittyvää projektia, jossa rakennetaan kaksi yhdistelmätulppaa (betonirakenne yhdistettynä bentoniitin ja kiviaineksen seokseen) kuiluun usean sadan metrin syvyyteen.

Loppusijoituskallion ominaisuudet

MAAN PINNALLA TEHDYT TUTKIMUKSET

Olkiluodon tutkimusalueen itäosaan kairattiin vuonna 2009 kolme uutta kairanreikää OL-KR51, OL-KR52 ja OL-KR53. Reikien syvyydet olivat vastaavasti 650 m,

427 m ja 300 m. Rei'illä OL-KR51 ja OL-KR52 jatkettiin itäisen alueen yleistä karakterisointia kallioperän geologisten, hydrogeologisten ja hydrogeokemiallisten olosuhteiden tutkimiseksi. Reikä OL-KR53 kairattiin ensisijaisesti Olkiluodon saarta rajaavan itäisen lineamentin tutkimuksia varten. Kairanrei'istä saatavaa tutkimustietoa tarvitaan loppusijoitustilojen suunnittelua varten. Reikä tutkimuksista virtausmittaukset ja geofysiikan standardimittaukset saatiin päätökseen jo vuoden 2009 aikana. Pohjavesinäytteiden kemialliset tutkimukset tehdään vuonna 2010.

Vuonna 2009 itäiselle tutkimusalueelle tehtiin yksi tutkimuskaivanto OL-TK17. Kaivanto sijoitettiin likimain kairanreiän OL-KR51 suuntaisena sen maanpintaprojektion pohjoisosaan. Kaivannosta tehtiin geologinen kartoitus. Lisäksi kaivannosta otettiin maaperänäytteitä noin 25 metrin välein. Kaivannosta saatavia tietoja käytetään geologisen mallin päivityksessä. Maaperänäytteiden tietoja käytetään hyväksi mm. maaperän paksuusmallissa.

Kairanrei'issä tehdyt tutkimukset keskittyivät vuonna 2009 itäiselle tutkimusalueelle. Kairanreikien geofysikaalisia mittauksia jatkettiin edellisten vuosien tapaan. Geofysiikan standardimittauksen lisäksi kaikki vuosina 2008 ja 2009 kairatut reiät kuvattiin optisella reikä-TV:llä. Lisäksi tehtiin mittauksia, joilla pyrittiin selvittämään kallion sähkönjohtavuusominaisuuksia. Geofysiikan tutkimustuloksia käytetään lisätietona sekä geologian että hydrogeologian paikka-mallien päivityksessä.

Tutkimusalueen hydrogeologiset tutkimukset jatkuivat kallion virtausominaisuuksien mittauksilla itäiselle tutkimusalueelle kairatuissa rei'issä. Mittauksia tehtiin sekä Posiva Flow Log- että HTU-laitteistolla (Hydraulic testing unit). HTU-mittaukset keskittyivät syvyydellä 300–600 metriä. Poikkivirtausmittauksia jatkettiin osana suotaumakokeen monitorointimittauksia kairanreikien OL-KR14–OL-KR18 lähialueelle tehdyissä matalissa kalliorei'issä OL-PP66–OL-PP69. Mittauksilla selvitettiin pumppauksen vaikutusta reikien luonnontilassa vallitsevaan luonnolliseen virtauskenttään verrattuna. Tulokset raportoidaan



Kairanreikien OL-KR1–OL-KR53 sijainnit.

vuonna 2010. Tutkimuksista saatuja tuloksia käytetään pohjaveden virtausmallien laadinnassa sekä muiden tutkimusten kuten vesinäytteenotto-ohjelmien suunnittelun lähtötietona.

Syvien kairanreikien vesinäytteenotot keskittyivät vuonna 2008 kairattuihin reikiin. Erityisesti pyrittiin saamaan vesinäytteitä suolaisista pohjavesistä syvyyden 400 m alapuolelta sekä heikosti vettäjohtavista raoista. Näytteenotoilla on pyritty edelleen selvittämään suolaisen pohjaveden sijaintia. Lisäksi mielenkiinnon kohteena ovat olleet mikrobit ja pohjaveteen liuenneet kaasut. Vesinäytteenotot meren alle kairatusta reiästä (OL-KR47) valmistuivat. Vuonna 2008 käynnistetty suotaumakoe jatkuu edelleen. Pohjavedessä mahdollisesti tapahtuvia kemiallisia muutoksia on seurattu näytteenottokampanjoin. Ensimmäisen koevuoden tulokset raportoidaan kevään 2010 aikana. Tuloksia käytetään hydrogeokemiallisen mallin päivityksessä.

ONKALOSSA TEHDYT TUTKIMUKSET

ONKALOSSA tehtiin vuoden 2009 aikana tutkimuksia sekä louhinnan aiheuttamien muutosten että ONKALOa ympäröivän kallion ominaisuuksien selvittämiseksi. Vuoden aikana tuotettiin tutkimustietoa kallion laadusta ja ominaisuuksista sekä sen hydrogeologisista ja hydrokemiallisista ominaisuuksista. Tutkimustietoa käytettiin mm. injektointi- ja lujitussuunnitteluun sekä erilaisen kallioperän ominaisuuksia kuvaavien mallien tarkentamiseen. Suurin osa tutkimuksista tehtiin louhinnan aikana, ainoastaan pilottireikien kairaus on keskeyttänyt louhinnan etenemisen.

Louhinnan aikana on tehty mm. kartoitusta, tunnustelureikä tutkimuksia, kairaustutkimuksia, pohjavesinäytteenottoja, virtausmittauksia ja kalliomekaanisia mittauksia. Geologista ja vuotovesien kartoitusta tehtiin louhinnan edetessä. Geologisen kartoituksen aikana kerätään alkuvaiheessa tietoa louhinnan ja suunnittelun välittömiin tarpeisiin ja

myöhemmin louhinnan edettyä kaavammas kartoituksella dokumentoidaan mm. kivilajit, kalliolaatu, yksityiskohtaiset geologiset piirteet ja vuotovesimäärät. Systemaattinen geologinen kartoitus oli vuoden 2009 lopulla edennyt paalulle 3960.

Vuotovesimittauksissa käytettiin apuna mittapatoja, joilla mitataan niille kertyvän veden määrää sekä kemiallisia ominaisuuksia (pH, EC).

Tunneliprofiiliin porataan noin 20 metrin välein tunnustelureikiä. Rei'issä tehdään säännönmukaisesti vuotovesi-, vesimenekki- ja virtausmittaus sekä vesinäytteenotto. Vesimenekin yhteydessä mitataan myös reiän kokonaisulosvirtaus. Virtausmittaus tehdään tunnustelureiästä, mikäli reiän tuotto ylittää 30 ml/min. Kaikkia ONKALOSSA tehtyjä virtausmittaustuloksia tullaan käyttämään apuna Olkiluodon kallioperän yksityiskohtaisemmassa hydrogeologisessa mallinnuksessa.

Vuoden 2009 aikana ONKALON ajo-tunneliin kairattiin pilottireiät ONK-PH10

ja ONK-PH11 paaluilta 3459 ja 3922. Reiät olivat noin 180 m ja 130 m pitkiä. Pilottireikien kairaus ja siihen liittyvät reikätkimukset keskeyttivät louhintatyöt. Pilottirei'istä tehdään normaaliolosuhteissa standardiohjelman mukaiset geofysikaaliset mittaukset, optinen kuvaus, virtauseromittaus, vesimenekki-koeket ja vesinäytteenotto. Reiässä ONK-PH11 tutkimuksiin lisättiin akustinen kuvaus ja vesimenekkimittaus tehtiin Posivan omalla kalustolla.

Vuonna 2009 pilotti- ja tunnustelureikätkimusten lisäksi tehtiin virtausmittauksia ONKALOon kairatussa uusissa pohjavesiasemissa, kuilujen injektointirei'issä lähinnä injektointisuunnittelun tarpeisiin sekä EDZ-tutkimuksiin liittyen tutkimussyvennyksessä paalulla 3620.

Jännitystilamittaukset jatkuivat edellisten vuosien tapaan. Mittaukset aloitettiin uusilla esitesteillä, joilla tarkastettiin kehitetyn mittalaitteen toimivuus kuilun olosuhteissa 265 metrin syvyydellä. Menetelmän tarkoituksena on mitata louhitun tilan ympärillä olevaa sekundäärijännityskenttää, minkä perusteella voidaan laskennallisesti määrittää alueella vallitseva *in situ* -jännitystila. Testaus tehtiin irtikairaamalla ensin kallioon asennettuja venymäliuskoja ja myöhemmin samoihin paikkoihin asennettuja LVDT-anturikennoja. Kivinäytteet venymäliuskoineen testattiin myös biaksiaalikennoissa. Menetelmää hyödynnettiin vuoden 2009 lopussa tutkimustila 3:n (EDZ-tutkimussyvennyksessä) jännitystilamäärityksissä.

Jännitystilamäärityksiä jatkettiin edellisen lisäksi kuilujen alaperissä tehdyillä konvergenssimittauksilla. Niitä tehtiin tuloilmakuilun tasoilla -180 m ja -290 m. Mittauksen tarkoitus on seurata nousuporauksesta aiheutuvaa kallion muodonmuutosta. Mittauksiin aiheuttaa häiriötä mm. tunnelin muoto ja kuilun läpitulo kohta. Perinteisen konvergenssimittauksen lisäksi tuloilmakuiluperään tasolle -180 m asennettiin optinen kuitumittausjärjestelmä kuilun teoreettisen profiilin ympärille. Instrumentoinnin tarkoituksena oli seurata kuilun muodonmuutosta nousuporauksen aikana. Instrumentoinnin ongelmaksi tuli ilman lämpötilan muut-

tuminen sekä ilmassa leijuvan pölyn kerrostuminen kuitujen päälle. Mittaustuloksesta ei voitu määrittää muodonmuutosta.

Kiven lämpötilan muutosten seuranta jatkettiin ensimmäisessä tutkimustilassa (PL1475). Syksyllä 2008 asennettu lämpötilan seurantajärjestelmä on toimintakunnossa keuhon 2009 toimintahäiriöiden jälkeen. Tarkoituksena on seurata lämmön siirtymistä kallioon, kun louhitun tilan lämpötila muuttuu.

Vuonna 2009 jatkettiin kuprikkatutkimusten suunnittelua ja osa tutkimuksista käynnistyi. ONKALOssa tehtäviä kuprikkatutkimuksia ovat: kallion hilseilyn tutkiminen (POSE), hydrogeologinen vuorovaikutuskoe (HYDCO), sulfaatin pelkistyskoe (SURE) ja kallion piddätysominaisuuksia selvittävä koe (REPRO). Näistä HYDCO ja REPRO ovat suunnitteluvaiheessa ja työt tunnelissa käynnistyvät vuoden 2010 aikana. SUREa varten kairattiin ensimmäiset tutkimusreiät ja niistä perustutkimukset on tehty. Myös POSE:n tutkimussuunnitelma on valmis ja työt tunnelissa käynnistyneet.

MALLINNUSTYÖ

Olkiluoto Modelling Task Force -ryhmä (OMTF) koordinoi Olkiluodon tutkimusalueen mallinnusta. OMTF:n työ käsittää tutkimusalojen (geologia, hydrogeologia, geokemia ja kalliomekaniikka) paikan ymmärtämiseen tähtäävän tulkinta- ja mallinnustyön. Lopputuotteena syntyvä loppusijoituspaikan kuvausta käytetään loppusijoituslaitoksen suunnittelijoiden sekä pitkäaikaisturvallisuustarkastelujen lähtötietona. Vuonna 2009 julkaistiin järjestyksessä kolmas loppusijoituspaikan kuvaus, Olkiluoto Site Description 2008. Loppusijoituspaikan kuvaus sisältää mallipäivitykset kaikilta tutkimusaloilta. Seuraavissa kappaleissa on tutkimusaloista esitetty mallien päivityskierroksen keskeisimmät tulokset.

Mallinnustulosten perusteella ei ole ollut syytä muuttaa käsityksiä kallion soveltuvuudesta loppusijoituspaikaksi.

Geologian ja geofysiikan mallinnus

Vuoden 2009 alussa julkaistussa Site Description 2008 -raportissa esitettiin

Olkiluodon geologisen mallin versio 1.1. Vuoden 2009 aikana malli päivitettiin versioksi 2.0. Tämä malli raportoidaan työraporttina vuoden 2010 alkupuolella ja sitä käytetään seuraavaan paikkamallinnuskierroksen lähtötietona. Vuonna 2009 raportoitettiin myös tilastollinen malli Olkiluodon kallioperän rakoilusta (ns. DFN-malli), jota alettiin päivittää uuden kartoitusaineiston perusteella kuluneen vuoden aikana.

Geologinen mallinnus koostuu neljästä osasta: duktiilin deformaation mallista, kilvilajimallista, muuttuneisuuden mallista ja hauraan deformaation mallista. Duktiilin deformaation mallissa kuvataan kallioperässä tapahtuneita plastisia muodonmuutoksia. Näistä tärkeimpänä tarkasteltiin kallioperän läpikotaisen suuntautuneisuuden ominaisuuksia. Tietoa suuntautuneisuudesta yhdessä paljastuma- ja kairasydänkartoitusten tulosten kanssa käytetään hyväksi mallinnettaessa Olkiluodon kilvilajien jakamaa kallioperässä. Muuttuneisuusmallissa pyritään kairanreikätietojen avulla mallintamaan kolmiulotteisesti kallioperässä havaittua hydrotermistä muuttumista. Nykyisen käsityksen mukaan kyseinen ilmiö, joka on tuottanut kallioperään muun muassa savimineraaleja, on pääsääntöisesti syntynyt noin 1,6 miljardia vuotta sitten lähialueen kallioperään tunkeutuneiden rapakivien vaikutuksesta. Hauraan deformaation mallissa pyritään puolestaan hyvin yksityiskohtaisesti kuvaamaan kallioperässä esiintyvät hauraat siirros- ja rakovyöhykkeet. Nykytiedon mukaan Olkiluodon alueen siirrokset ovat alun perin ns. ylitöytäsiirroksia, jotka ovat aktivoituneet uudelleen kallioperää muokanneissa myöhemmissä vaiheissa satoja miljoonia vuosia sitten.

Mallinnuksen tuloksia arvioidaan jo aikaisemmin aloitetuilla ennuste-toteumatutkimuksilla, joissa ennustettuja piirteitä verrataan ONKALOssa havaittuihin geologisiin piirteisiin. Vertailusta saatujen tulosten avulla tutkimus- ja mallinnusmenetelmiä voidaan kohdistaa edelleen tarkoituksenmukaisemmin loppusijoituspaikan soveltuvuuden arvioimisessa. Kuten alkuvuonna julkaistussa geologisessa paikkamallissa (versio 1.1), myös nyt tehdyssä päivityksessä

käytettiin pohjana tarkkaa kairasydä-
mistä hankittua tietoa duktiileista piir-
teistä, kivilajeista, muuttuneisuudesta
sekä hauraista vyöhykkeistä. Uusi kaira-
reikäaineisto painottui saaren itäosaan,
jolloin geologinen kuvaus saatiin luotet-
tavammaksi myös tältä alueelta.

Geologisen aineiston lisäksi mallin-
nuksessa hyödynnettiin merkittävästi
geofysiikan aineistoa. Monet geofysii-
kan menetelmät soveltuvat erityisesti
kallioperän rikkonaisten vyöhykkeiden
mallinnukseen. Geofysiikan avulla saa-
tiin tietoa vyöhykkeiden jatkumisesta
kairanreikien välillä ja tutkimusalueen
ulkopuolella. Uusien aineistojen avulla
on tarkennettu vyöhykkeiden geomet-
risia ominaisuuksia. Myös geologisen
mallin muita osamalleja kehitettiin vuo-
den 2009 aikana uusien tietojen perus-
teella. Geologinen malli toimii jatkossa
kin muiden mallien lähtötietona.

ONKALO-alueen päivitetty malli (ver-
sio 1.1) julkaistiin vuonna 2009. Kysei-
sessä mallissa geologian ja geofysiikan
mallinnuksia integroitiin ja päivitetty-
ihin malleihin lisättiin hydrogeologiset
tiedot.

Hydrogeologinen mallinnus

Olkiluodon pintahydrologian mallin-
nuksen painopisteet vuoden 2009 ai-
kana olivat ONKALON vuotovesien vai-
kutusten arviointi ja suotaumakokeen
perustilan mallinnus. Olkiluodon pinta-
hydrologian mallilla tehtyjen laskelmien
päätaivoitteena oli arvioida ONKALON
vuotovesimäärän vaikutus maaker-
rosten pohjavedenpinnan korkeuteen,
painekorkeuksiin erityisesti matalissa
kalliorei'issä sekä arvioida, miten ON-
KALON vuotavat vedet vaikuttavat koko
saaren vesitaseeseen ja mistä vuotove-
det ovat peräisin. Mallilaskelmat tehtiin
usealla kokonaisvuotovesimäärällä ja ja-
kamalla vuotovedet erikseen ONKALON
tunnelille ja kuiluille. Mallinnustuloksia
käytettiin taustatietona ONKALON vuo-
tovesiraja-arvojen päivityksessä.

Mallinnuksen perusteella ONKALON
vuotovedet alentavat pohjavedenpinnan
korkeuksia erityisesti vähäsateisina vuo-
sina. Tulosten mukaan pohjavedenpinta
voi olla ONKALON ympäristössä lyhyt-
aikaisesti merenpinnan tason alapuo-

lella, jos ONKALON vuotavan veden
määrä on 180 l/min tai suurempi. Tätä
pienemmillä kokonaisvuotovesimää-
rillä pohjavedenpinta pysyy merenpin-
nan tason yläpuolella. Pohjavedenpin-
nan suurin laskennallinen alenema on
noin 5,5 m, jos kokonaisvuotovesimäärä
on 140 l/min tai pienempi. Laskelmien
mukaan ONKALON vaikutus sekä kylläs-
tymättömän kerroksen paksuuteen että
vaikutusalueen laajuuteen kasvaa selvästi
vuotovesimäärän ollessa 180 l/min tai
enemmän.

Vuoden 2009 aikana laadittiin pinta-
hydrologian mallista versio, jota voidaan
käyttää suotaumakokeen tulosten ana-
lysoinnissa. Ensimmäisessä malliversi-
ossa kuvattiin vain tärkeimmät vettä
johtavat vyöhykkeet. Sekä mittaukset
että mallin antamat tulokset osoittavat,
että paikallisilla hyvin vettä johtavilla
vyöhykkeillä on suuri merkitys suota-
makokeen mittakaavassa, joten mallia
tarkennetaan vyöhykkeiden kuvauksen
osalta vuoden 2010 aikana.

Päivitetty hydrogeologinen rakenne-
ja virtausmalli raportoitiin Site Descrip-
tion 2008 -raportissa. Tämän jälkeen
hydrogeologista mallinnusta on tehty
pitkäaikaisturvallisuustarkasteluihin
liittyen ja etenkin kallion soveltuvuus-
kriteerien kehittämisen tueksi.

Kallion soveltuvuus-kriteerien kehi-
tystyötä varten laadittiin vuoden 2009
aikana mallinnukseen perustuva arvio
loppusijoitustilan vuotovesien jakau-
tumisesta loppusijoitustunneleihin.
Perustapauksessa kalliorakojen, joiden
vedenjohtavuus ylittää arvon 10^{-11} m²/s,
välinen etäisyys loppusijoitusvyöhydel-
lä on keskimäärin 23 m. Näiden hyvin
alhaisen vedenjohtavuuden omaavien
kalliorakojen etäisyydet toisistaan kui-
tenkin vaihtelevat voimakkaasti. Arvion
tulokset perustuvat tarkasteluihin, joissa
ei ole otettu huomioon mahdollisuutta
sijoittaa loppusijoitusreikiä mahdolli-
simman ehjiin kallio-osuuksiin, jotka va-
littaisiin pilottireikä-tietojen perusteella
ja todennettaisiin myöhemmin itse lop-
pusijoitusreikässä. Toisaalta malliarvion
perusteella loppusijoitustiloja leikkaavi-
en pitkien rakojen merkitys vuotovesija-
kaumille on vähäinen.

Kallion soveltuvuus-kriteeriarvioihin
liittyen vuonna 2009 arvioitiin myös pal-

jon loppusijoitustilaa syvemmällä sijait-
sevan suolapitoisen veden kohoamista
tai kumpuamista kohti loppusijoitustilaa.
Perustapauksessa loppusijoitusvyöhy-
dellä kalliopohjaveden suolapitoisuus
nousisi alkuperäisestä arvosta (16 g/l)
noin pitoisuuteen 40 g/l sadan vuoden
kuluessa kalliorakentamisen aikana.

Hydrogeokemiallinen mallinnus

Hydrogeokemiallisen pohjavesimallin
päivitys raportoitiin Site Description
2008 -raportissa. Edelliseen malliversi-
oon verrattuna tietämys pienen veden-
johtavuuden omaavien rakojen pohja-
vesien kemiallisesta koostumuksesta
on lisääntynyt. Lisäksi lisääntynyt mi-
krobi- ja isotooppiaineisto on parantanut
ymmärrystä suotautuvan pohjaveden
koostumusta kontrolloivista tekijöistä.
Mallipäivityksen yhteydessä tehtyjen
havaintojen perusteella tulevien vuosi-
en tutkimuksia suunnataan pitkäaikais-
turvallisuuden kannalta merkittävien
prosessien selvittämiseen, mm. sulfidin
määrään vaikuttavien prosessien tutki-
miseen, pohjaveteen liunneen metaanin
alkuperän selvittämiseen sekä pohja-
vesien ja matriksivesien suhteen selvittä-
miseen.

Syksyn 2009 aikana hydrogeokemi-
alliset mallinnus- ja tulkintatyöt keskit-
tyivät seuraavan mallinnuskierroksen
tausta-aineistojen valmisteluun. Syksyllä
aloitettiin mittava pohjaveden sähkö-
johtavuusaineistojen edustavuusarvi-
ointityö, jossa on tarkoituksena valita
edustava mitta-aineisto keväällä 2010
tehtävää pohjaveden suolaisuusmallin
päivitystä varten. Edelleen aloitettiin ko-
ko pohjavesiaineiston isotooppitulos-
ten tulkintatyö, joka valmistuu keväällä
2010. Ensimmäiset mallinnusharjoituk-
set metaanin alkuperän selvittämiseksi
on tehty ja työ raportoidaan alkuvuonna
2010. Lisäksi on tehty suotaumakoetta
palvelevaa reaktiivista kulkeutumismal-
linnusta. Mallinnuksen tulokset ovat
raportointivaiheessa.

Kalliomekaniikan mallinnus

Kalliomekaaninen lohkomalli raportoitiin
syksyllä 2009. Samanaikaisesti mal-
linnustyötä jatkettiin uusilla aineistoilla

ja rakennetulkinnolla. Mallinnuksen lähötietoina käytettiin mm. kairanrei'istä ja ONKALOn demo- ja teknisissä tiloissa. Tarkastelut tehtiin 3D-reunaelementti-ohjelmalla (Examine 3D) huomioiden mitatut hajonnat kallion jännitystilassa ja kallion lujuusominaisuuksissa. Tuloksena saatiin ennuste kallion vaurioitumisen todennäköisyydestä ja sen syvyydestä. Ennusteet raportoidaan 2010.

Edellisten lisäksi simuloitiin kallio-
mekaanisen tutkimustilan ympäristössä

tapauksia ja mahdollisesti havaittavia ilmiöitä. Tutkimuspaikan siirrosta johdettujen simulointien tulokset on esitetty vuoden 2010 alussa, jolloin käytettävissä on viimeisin jännitystilatulokset tutkimuspaikasta. Aineisto ja simulointi raportoidaan 2010.

Rock Suitability Criteria -ohjelma

Rock Suitability Criteria -ohjelma (RSC) määrittelee kalliolle soveltuvuus-kriteerit ja edelleen sopivat kalliokäytöt ja rakennus-suunnittelun ja loppusijoituksen tarpeisiin. Alustavat ns. RSC-I-kriteerit julkaistiin Posivan työraporttina keuhällä 2009 (TR 2009-29). RSC-I-kriteerien testaus aloitettiin ONKALOn ajotunneliin kairatulla pilottirei'illä ONK-PH10. Testaus raportoidaan 2010 alussa. Testaustulosten varmentamiseksi ONKALOn demo- ja teknisissä tiloissa otettiin sekä geokemiallisia että

rakennegeologisiin tutkimuksiin liittyviä kalliokäytöitä analysoitavaksi. Aiheesta valmistui myös pro gradu -työ siirroksiin liittyvistä paikallisista ilmiöistä. RSC-II-kriteerien kehitys aloitettiin loppusijoitus-
vuonna 2009 RSC-I-kriteerien testaustulosten perusteella. Kehitystä tehdään osin yhteistyönä SKB:n kanssa.

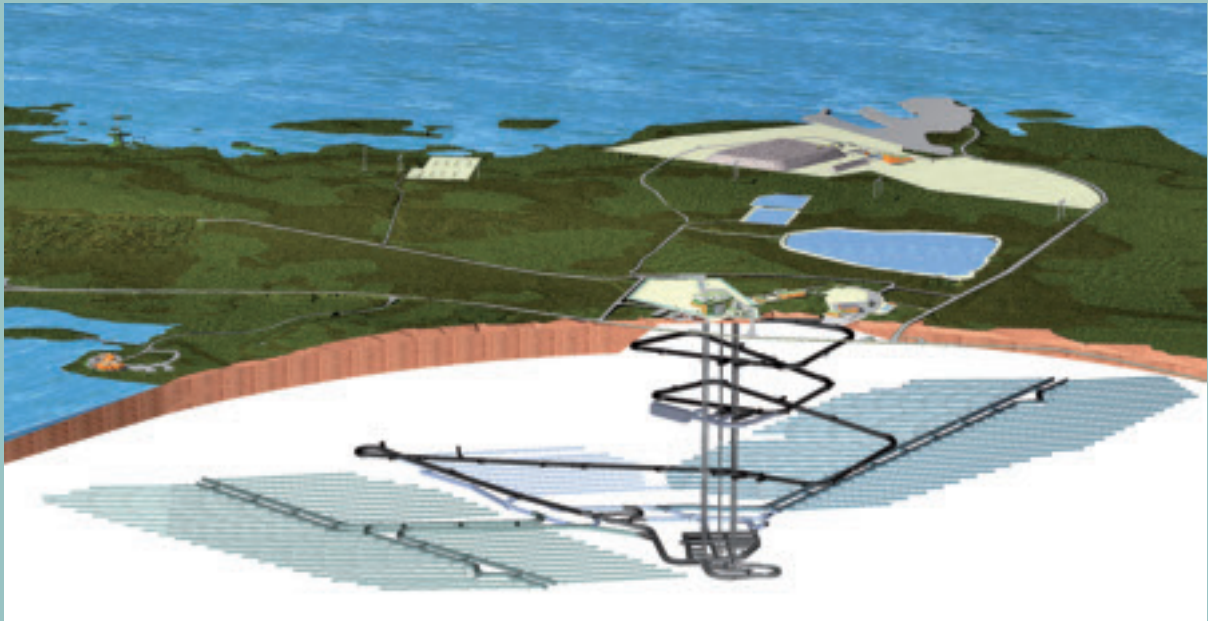
RSC-ohjelman suunnitelmaa päivitettiin loppuvuodesta erityisesti suunnittelun ja rakentamisen koordinoinnin osalta. Päivityksessä painotettiin myös koko ohjelman laadunhallinnan kehittämistä. RSC-ohjelman kriteerien sekä tutkimusprosessin demonstrointi alkaa ONKALOn loppusijoituspaikalla ns. demonstraatiotunneleissa loppuvuodesta 2010. RSC-prosessin demonstraation suunnittelu on aloitettu.

Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelu

Kapselointi- ja loppusijoituslaitos koostuu maanpinnalle rakennettavasta kapselointilaitoksesta, muista toimintaa palvelevista maanpäällisistä rakennuksista ja rakennelmista sekä maanalaisesta loppusijoituslaitoksesta. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakennustyöt alkavat sen jälkeen, kun rakentamislupa on myönnetty. Laitoksen käyttötoiminta on tarkoitus aloittaa vuonna 2020 käyttöluvan myöntämisen jälkeen.

Välivarastoista tuotu käytetty polttoaine pakataan kapseloihin kapselointilaitoksessa ja siirretään hissillä loppusijoitustilaan.

Nykyisten suunnitelmien mukaan loppusijoitustilat louhitaan tasolle -420 m yhteen kerrokseen. Kulku maanalaisiin tiloihin tapahtuu ajotunnelin ja kuilujen kautta. Loppusijoitustunneleiden lattiaan porataan loppusijoitusreiät, joihin kapselit sijoitetaan. Kapseleita ympäröivät kauttaaltaan puristetut bentoniittilohkot, jotka paisuvat voimakkaasti vettymisen seurauksena. Tiloja laajennetaan loppusijoituksen edetessä louhimalla lisää loppusijoituskeskustunneleita. Kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelussa edetään kolmivuotisjaksoissa.



Kapselointilaitos

Kapselointilaitoksen suunnittelussa luonnossuunnitteluvaihe päättyi senhetkisen suunnittelutilanteen raportointiin vuoden 2009 lopussa. Päävaihtoehtona on edelleen loppusijoituslaitokseen kapselikuilun välityksellä kytketty kapselointilaitos.

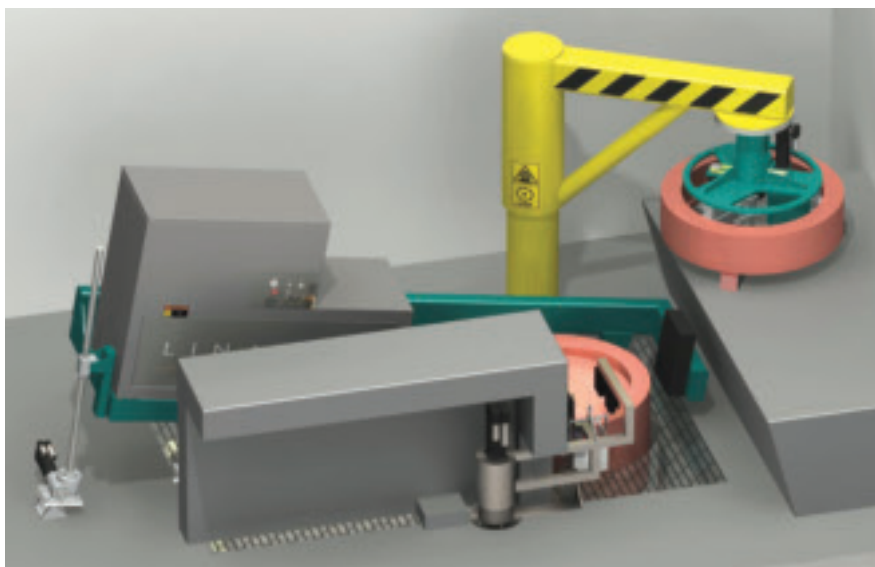
Kapselointilaitoksen laitesuunnittelussa on valmistunut suunnitelmat kapselin hitsin tarkastusasemasta, polttoaineen kuljetussäiliön siirtovaunusta sekä telakointiasemasta. Tarkastusasemaan

on suunniteltu laitteistot hitsin röntgen-, ultraääni-, pyörrevirta- ja visuaaliseen tarkastukseen. Eri menetelmät täydentävät toisiaan ja niillä varmistetaan, että hitsi täyttää sille asetetut vaatimukset. Polttoaineen kuljetussäiliön siirtovaunu toimii kuljetussäiliön siirtokäytävässä ja sillä voidaan siirtää erikokoisia kuljetussäiliöitä telakoitavaksi polttoaineen käsittelykammion telakointiasemaan.

Valmistuneet laitesuunnitelmat täydentävät kapselointilaitoksen laitesuun-

nitelmia siten, että kaikista polttoaineen kapselointiprosessin merkittävistä laitteista on nyt laadittu vähintään esisuunnitelmatasoiset laitesuunnitelmat. Nämä esisuunnitelmat muodostavat kattavan pohjan laitteiden jatkosuunnittelulle kohti prototyyppilaitteiden suunnittelua ja toteutusta.

Osana viranomaisille toimitettua esiluvitusaineistoa laadittiin joistakin kapselointilaitoksen järjestelmistä järjestelmäkuvausluonnokset viranomaisille arvioitaviksi. Arvioinnin tulokset otetaan



Havainnekuva loppusijoituskapselin kannen hitsin tarkastusasemasta.

huomioon, kun järjestelmäkuvaukset toimitetaan viranomaiselle rakentamislupahakemuksen yhteydessä.

Loppusijoituslaitos

Loppusijoituslaitoksen suunnittelussa luonnossuunnitteluvaihe päättyi suunnitelmien raportointiin vuoden 2009 lopussa. Päivitetystä suunnitelmasta loppusijoitustilojen asemointi on päivitetty viimeisimpien kallioperätietojen

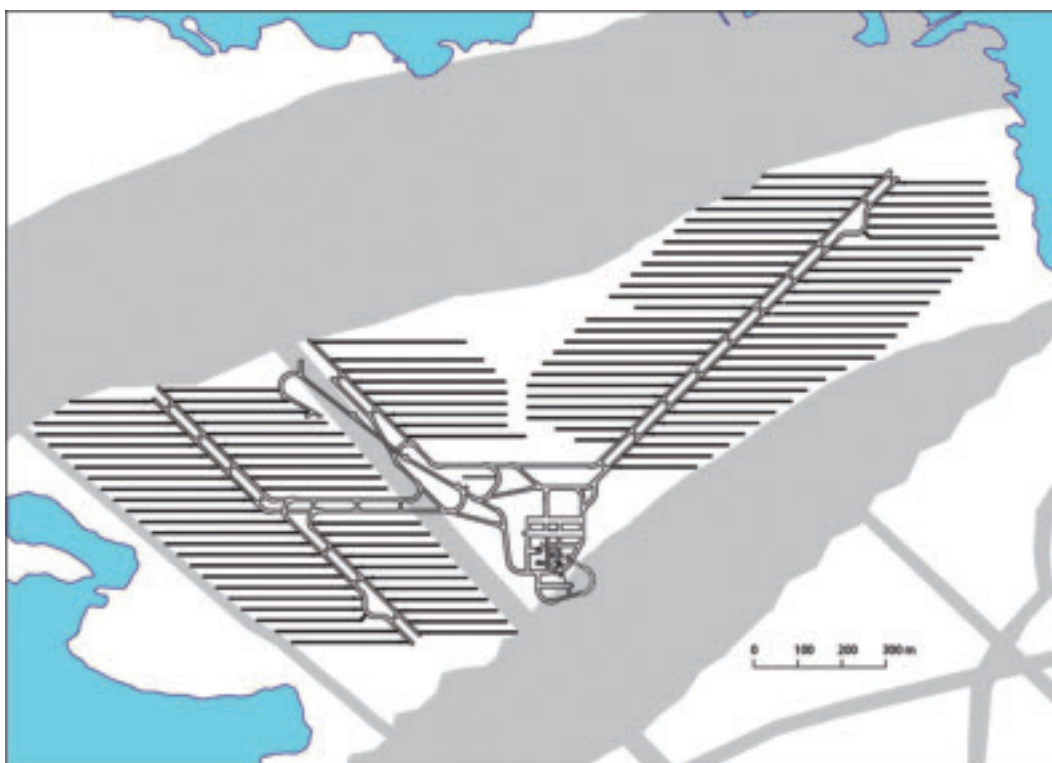
mukaiseksi. Lisäksi asemoinnissa käytettiin rajaavana tekijänä ensi kertaa RSC-ohjelman määrittelemiä asemointia rajaavia kallioperän rakennetietoja. Loppusijoituslaitoksen suunnittelua on tehty tiiviissä yhteistyössä ONKALON toteutussuunnittelun kanssa tilojen yhteensopivuuden varmistamiseksi.

Loppusijoituslaitoksen suunnitelma perustuu kapselien kuilukuljetusvaihtoehtoon, jossa kapselit siirretään kapselilaitoksesta kapselihissillä loppu-

sijoitustasolle. Suunnitelmassa on yhteensä viisi kuilua, joista kolme toteutetaan ONKALON toteutuksen yhteydessä ja kaksi myöhemmin.

Päivitetty suunnitelma on laadittu noin 5 500 tU:n polttoainemäärälle. Määrä kattaa käynnissä ja rakenteilla olevien laitosyksiköiden suunnitellun käyttöajan aikana tuottaman käytetyn polttoaineen. Loppusijoitustilat on asemoitu yhteen kerrokseen 400–420 metrin syvyyteen. Suunnitelma sisältää myös päivitetyn kuvauksen loppusijoitustilojen toteutuksen vaiheistuksesta eri laajentamivaiheisiin.

Loppusijoituslaitokseen kuuluvat myös sen toimintaa palvelevat maanpäälliset rakennukset. Näistä merkittävimpiä ovat ilmanvaihtorakennus ja nostinlaiterakennus. Ilmanvaihtorakennuksessa syötetään raitis tuloilma koko loppusijoituslaitokseen sekä poistetaan poistoilma maanalaisista tiloista. Ilmanvaihtorakennuksesta on yhteydet kaikkiin ilmanvaihtokuiluihin. Nostinlaiterakennus sijaitsee henkilökuilun päällä ja sinne on sijoitettu koko laitoksen henkilöliikenteeseen tarkoitettu henkilönostinlaite. Rakennusten toteutussuunnittelu on aloitettu ja rakennukset tullaan toteuttamaan osittain jo ONKALON toteutuksen yhteydessä.



Loppusijoitustilojen asemointisuunnitelma 2009.

Turvallisuustodisteiden tuottaminen

Suunnitelma turvallisuustodisteiden tuottamisesta

KTM:n vuonna 2003 vahvistaman aikataulun mukaisesti Posiva on valmistautumassa käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemuksen jättämiseen vuoden 2012 lopulla. Loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuus käsitellään lupahakemuksessa ns. turvallisuusperusteluna (safety case), jolla kansainvälisesti omaksutun määritelmän mukaisesti tarkoitetaan kaikkea sitä teknis-tieteellistä aineistoa, analyyskejä, havaintoja, kokeita, testejä ja muita todisteita, joilla perustellaan loppusijoituksen turvallisuus ja turvallisuudesta tehtyjen arvioiden luotettavuus. Turvallisuusperustelun pääraportit ja raporttien suunniteltu aikataulu vuoteen 2012 asti on esitetty Safety Case Plan 2008 -raportissa (POSIVA 2008-05).

Vuoden 2009 keskeisiin tehtäviin sisältyivät työt malleja ja lähtötietoja koskevan raportin (Models and Data report) kokoamiseksi. Kyseinen raportti valmistuu vuonna 2010. Vuonna 2009 on lisäksi valmisteltu turvallisuusperustelun yhteenvetoraporttia (Interim Summary report of the Safety Case–2009), joka myös valmistuu vuonna 2010. Yhteenvetoraportti on väliraportti, jossa hahmotellaan Posivan tämänhetkinen turvallisuusperustelu käytetyn polttoaineen loppusijoittamiseksi Olkiluodon kallioperään KBS-3-menetelmään perustuvalla loppusijoitusmenetelmällä.

Vuonna 2009 aloitettiin FEP (Features, Events and Processes) -tietokantarakentamisen, prosessiraportin sekä skenaarioiden muodostaminen -raportin valmistelu. Prosessiraportissa esitetään merkityksellisten piirteiden, tapahtumien ja prosessien (FEP) sekä niiden vuorovaikutusten kuvaus. Skenaarioiden muodostaminen -raportissa taas esitetään sijoituspaikan ja loppusijoitustilan kehityskulkujen systemaattisesti perusteltu valinta skenaarioanalyysia varten.

Päästöesteiden toiminta

Tekniset päästöesteen ovat ensisijainen pitkäaikaisturvallisuutta varmistava tekijä Posivan turvallisuuskonseptissa. KBS-3-ratkaisussa turvallisuus perustuu ensisijaisesti radionuklidien pitkäaikaiseen eristämiseen loppusijoituskapsleissa ja näiden kapseloiden tiiveyden turvaaviin teknisiin vapautumisesteisiin sekä luonnollisiin olosuhteisiin ja prosesseihin. Toimintakykytutkimuksia onkin suunnattu kuparikapselin ja sitä suojaavan bentoniitin käyttäytymisen selvittämiseen ja haitallisten prosessien tutkimiseen. Tutkimuksia on tehty sekä kansainvälisenä yhteistyönä mm. EU:n puiteohjelmissa ja Äspön kalliolaboratoriossa että kotimaisin voimin. Tutkimuksista saadaan lähtötietoja tuleviin turvallisuusarviointeihin sekä tarkastellaan ja kehitetään vaatimuksia, joita tarvitaan suunniteltaessa loppusijoitus-tiloja, tunneleita, kuiluja ja täyteaineita sekä sulkurakenteita.

Bentoniitin käytön asiantuntemuksen kehittämiseen keskittyvässä BENTO-ohjelmassa on tehty puskurin tekniikan suunnitteluun ja kehitysohjon sekä turvallisuusperusteisiin liittyvien epävarmuuksien vähentämiseen liittyviä tutkimuksia ja tarvittavaa menetelmien kehitystä rutiinien luomiseksi. Työtä on tehty bentoniitin mineralogisen ja kemiallisen karakterisoinnin kehittämiseksi sekä vedellä kyllästymisen ja vedellä täysin kyllästyneen bentoniitin ominaisuuksien selvittämiseksi. Kaikilla alueilla on tehty sekä kokeellisten että numeeristen menetelmien kehittämistä. Suurimpia yksittäisiä panostuskohteita ovat olleet

- vedellä kyllästyminen yleisesti
- vedellä kyllästymisen alkuaikaan mahdollisesti liittyvä puskurimateriaalin eroosio
- saturoituneen bentoniitin ja sementin vuorovaikutus
- saturoituneen bentoniitin ja raudan vuorovaikutus

- suolojen ja silikaattien aiheuttama saturoituneen bentoniitin sementaatio
- korkean suolapitoisuuden vaikutus saturoituneen bentoniitin paisuntapaineeseen
- toistuva saturoituneen bentoniitin jäätyminen ja sitä seuraava sulaminen
- puskurimateriaalin eroosio jääkauden jälkeisissä oloissa mahdollisesti loppusijoitustiloihin tunkeutuvan laimean jään sulamisveden ansiosta.

BENTO-ohjelman tarkoituksena on myös lisätä bentoniitin tutkimus- ja kehitysohjelman osaamista ja resursseja sekä tutkimuslaitteistoja. Näitä onkin kehitetty vuoden 2009 aikana.

Posiva osallistui vuoden 2009 aikana useisiin bentoniitin käyttäytymistä tutkiviin kansainvälisiin projekteihin ja niiden valmisteluun. Näitä olivat vuonna 2009 alkaneet EU:n 7. puiteohjelma FORGE (Fate Of Repository GasEs), Grimselin kalliolaboratorion CFM (Colloid Formation and Migration) sekä FEBEXE (Collaboration in the Full Scale Engineered Barrier Experiment in Crystalline Host Rock). FORGEssa osallistuttiin nykytietämystason kuvauksen tekemiseen kaasun kulkeutumisesta bentoniitissa. CFM:ssä osallistuttiin laimeiden vesien aiheuttaman savien eroosion arviointimenetelmien kehittämiseen. Saadut tulokset ovat osoittaneet ilmiötä rajoittavien tekijöiden olevan koejärjestelyistä riippumattomia. FEBEXE-projektissa jatkettiin pitkäaikaisen kokeen monitorointia ja siitä saatavien datojen keräämistä.

Edellisten lisäksi Posiva on ollut mukana myös SKB:n koordinoimassa EBS Task Forcessa kehittämässä teknisten vapautumisesteiden arviointimenetelmiä ja mallinnustyökaluja. Tässä yhteydessä tehtyjen testitapausten mallintamisilla on osoitettu eri mallien THM (termo-hydro-mekaanisten) -ilmiöiden ennustettavuuden olevan rajallista

keskenään hyvin samoin tavoin. Bentoniitin kemiallisen kehittymisen testitapauksia on valmisteltu yhtenäisen lähestymistavan luomiseksi.

Vuonna 2009 Posiva osallistui Äspössä meneillään olevaan monivuotiseen ABM (Alternative Buffer Materials) -projektiin, jossa tutkitaan eri bentoniittimateriaalien pitkäaikaisprosesseja täyden mittakaavan kokeessa. Ensimmäiset varsinaiset näytteet saatiin analysoitavaksi keväällä 2009 ja tulokset raportoidaan 2010. Lisäksi Posiva on osallistunut Lasgit (Large scale gas injection test) -kokeen tekemiseen. Tätä kaasujen kulkeutumista saturoituneessa bentonitissa tutkivaa koetta on jatkettu toistamalla jo tehtyjä vaiheita, jotta on saatu koetuloksiin tilastollisuutta. Kokeiden ensimmäinen vaihe osoitti kaasun kulkeutuvan saturoituneessa bentonitissa ennustettavissa olevin mekanismein.

Posiva osallistui asiantuntijana kolmivaiheiseen kansainväliseen luonnon-analogiatutkimukseen, jossa on tarkoitus parantaa käsitystä bentoniitin pitkäaikaisstabiiliudesta korkean pH:n vaikutuksen alaisena. Tutkimukset suoritetaan Kyproksella. Vuonna 2009 suoritettiin tutkimuksen toinen vaihe, jossa ensimmäisessä vaiheessa vuonna 2008 valituilta alueilta valittiin analysoitujen näytteiden perusteella parhaat kohteet kolmannen vaiheen tutkimuksiin.

SKB ja Posiva ovat jatkaneet yhdessä kuparin kokeellisia korroosiotutkimuksia loppusijoitusta vastaavissa olosuhteissa. Vuonna 2009 julkaistiin raportti (WR 2007-63) Kanadassa tehdyistä tutkimuksista, joissa kokeellisten tulosten perusteella on mallinnettu kuparin korroosipotentialin käyttäytymistä kompaktoidussa sulfidipitoisessa bentonitissa. Lisäksi vuonna 2002 tehdyn kuparin korroosion State of the Art -raportin (Posiva 2002-01) päivitystyötä on jatkettu vuonna 2009 yhteistyössä SKB:n kanssa. Posiva ja SKB ovat lisäksi vuoden 2009 aikana suunnitelleet ja käynnistäneet tutkimukset kuparin korroosiosta vedessä. Kokeissa on tarkoitettu mm. toistaa Hultquistin ja Szakálosin vuonna 2008 julkaisemat kokeet, joista pidettiin Kärnavfallsrådetin järjestämä workshop marraskuussa 2009. Kyseisen tilaisuuden anti huomioidaan jatkotoi-

menpiteissä. Vuonna 2009 alkaviksi tarkoitettujen kuparin jännityskorroosiotutkimukset on siirretty vuoteen 2010 kokeita tekevän laboratorion henkilöresurssien ja laitteistojen rajallisuuden takia. Kuparin EBW-hitseihin mahdollisesti jäävien jäännösjännitysten pitkäaikaisuuden arviointityö aloitettiin 2009.

Pitkäaikaisuuden sementtitutkimukset jatkuvat Sveitsin Nagran, Japanin JAEA:n ja Iso-Britannian NDA:n kanssa LCS (Long-term cement studies) -projektissa, jonka tavoitteena on tutkia injektointisementin vuorovaikutuksia kallion kanssa *in situ* Grimselissä Sveitsissä. Kenttäkoetta tukevien laboratoriokeiden avulla pyritään mallintamaan sementin liukenemistä ja vuorovaikutuksia kallioperän kanssa. Projektin ensimmäinen vaihe kesti vuoden vaihteeseen 2008–2009 ja tulosten raportointi on vielä kesken. LCS-projektista on aloitettu toinen vaihe, jonka suunniteltu kesto on vuodet 2009–2013.

Vuonna 2009 tutkittiin (WR 2009-26) silika soolista irtautuvien piikolloidien stabiiliisuutta ja sorptiota radionuklideihin (Eu-152) suolaisissa ja vähäsuolaisissa pohjavesisimulanteissa. Kokeissa havaittiin, että pohjaveden suolaisuus vaikutti merkittävästi piikolloidien vapautumiseen ja stabiiliuteen. Näin ollen Olkiluodon vallitsevissa keskisuolaisissa ja suolaisissa pohjavesiolosuhteissa ei ole odotettavissa merkittävää piikolloidien vapautumista silika soolista. Pii- ja bentoniittikolloidien mahdollinen yhteisvaikutus sekä jääkauden makeiden sulamisvesien vaikutus tulee kuitenkin ottaa huomioon arvioitaessa kolloidien merkitystä. Vapautuneiden piikolloidien pitoisuudet olivat hieman suuremmat kuin graniittisista pohjavesistä määritettyjen luontaisten kolloidien pitoisuudet.

Kallioperä vapautumisestaan

Vuonna 2009 arvioitiin nk. lähialueen kulkeutumismallinnuksessa käytetyn REPCOM-tietokoneohjelman laskemia tuloksia vertaamalla niitä GoldSim-mallinnuksella saatuihin tuloksiin. Konservatiivisessa tapauksessa, jossa mallin parametrit valitaan siten, että lopputuloksena saatuja säteilyannoksia yliar-

vioidaan, REPCOMilla lasketut tulokset vastasivat hyvin GoldSim-mallilla saatuja. Realistisemmassa tapauksessa (lievempiä säteilyn haittavaikutuksia vastaavassa tilanteessa), jossa otetaan huomioon radionuklidien rajoitettu liukoisuus, mallilaskelmat REPCOMilla ja GoldSim-mallilla tuottivat eri tuloksia johtuen siitä, että REPCOMin kyky käsitellä yhä realistisempia tilanteita on rajallinen.

Vuonna 2009 jatkettiin radionuklidien kulkeutumismallin (MARFA) kehitystä yhteistyössä SKB:n kanssa. MARFA-ohjelmistolla voidaan ottaa huomioon rajoitettu ja rajoittamaton matriisidiffuusio, tasapainosorptio, pitkittäinen dispersio, radioaktiivinen hajoaminen ja sisäänkasvu. Lisäksi ohjelmiston versiossa 3.3 kehitettiin valmius käsitellä pitkien virtausaikojen aikana tapahtuvien ulkoisten olosuhteiden muutosten (maannousu, ilmastonmuutos) vaikutusta kulkeutumisreitteihin ja reittien maanpintaantulopaikkoihin.

Yhteistyötä Äspön kalliolaboratorion Task Force for groundwater flow and solute transport -työryhmässä on jatkettu. Vuonna 2009 suunniteltiin sisältöä ja aikataulua Task 8 -tehtäväkokonaisuuteen, jossa tullaan tutkimaan bentonititikokeen mallinnusta.

Käytetyn polttoaineen turvallisuusanalyysiin tulee kuulumaan arvio radionuklidien geosfäärikäyttäytymisestä. Osana tätä arviota tarkastellaan radionuklidien kulkeutumista ja pidättymistä kivimateriaaliin sekä kalliorakojen pintoihin. Liuenneiden radionuklidien pidättymisen suuruutta kuvataan jakaantumiskertoimella. Jakaantumiskertoimen arvo on olosuhteista riippuva, minne arvot, jotka mahdollisimman hyvin kuvaavat jakaantumista tarkasteltavissa kemiallisissa ja fysikaalisissa ympäristöissä (Olkiluodon kivilajit ja mineraalit sekä pohjaveden koostumus). Vuonna 2008 aloitettiin kokeellinen työ näiden parametrien arvojen päivittämiseksi tärkeimmille radionuklideille ja kokeellista työtä jatkettiin suunnitellun aikataulun mukaisesti vuonna 2009. Tulosten raportointi on vielä kesken. Työn on suunniteltu jatkuvan vielä vuoden 2010.

Biosfääri

Biosfääriin liittyvää työtä on toteutettu vuonna 2009 TKS-2006-ohjelman, erillisen biosfääriyön suunnitelman (POSIVA 2006-07) sekä uudistetun Safety Case -suunnitelman (POSIVA 2008-05) mukaisesti. Tavoitteena työssä on ollut tuottaa päivitetty biosfääriin kuvaus (POSIVA 2009-02), tulevaisuuden maaston ja ekosysteemien ennusteet sekä radionuklidien kulkeutumissimulaatiot ja annosarviointi, joista raportit valmistuvat vuoden 2010 alussa. Nämä yhdessä muodostavat kokonaisvaltaisen biosfääriarvioinnin.

Lisäksi vuoden 2009 aikana aloitettiin hanke maastomallin ja maankohomismallin epävarmuuksien vaikutusten numeerisen arvioinnin menetelmien kehittämiseksi ja jatkettiin laajaa tutkimushanketta radionuklidien pidättymisestä maaperään ja sedimentteihin. Merialueen sedimentoitumisolosuhteiden tarkentamiseksi käynnistettiin monivuotinen automaattimittauksiin pohjautuva tutkimus. Mallinnusmenetelmiä kehitettiin erityisesti yhdistämällä maasto-

ennusteet ja radionuklidien kulkeutumismallinnus yksityiskohtaisemman maaperä- ja pintahydrologian mallin välityksellä.

Posiva on myös osallistunut aktiivisesti kansainvälisen BIOPROTA-foorum toimintaan mm. johtamalla ympäristön säteilyarviointimenetelmiä testaavaa yhteishanketta, jonka loppuraportti valmistuu vuoden 2010 alussa. Seudullisella tasolla osallistuttiin mm. Jokivarressa- ja Muuttuva Selkämeri -hankkeisiin.

Yleiset tutkimukset

Posiva aloitti vuonna 2009 yhdessä SKB:n ja kanadalaisen NWMO:n kanssa kolmivuotisen Grönlannin analogia-projektin (GAP), jonka päätavoitteena on selvittää mannerjäätikön vaikutuksia pohjaveden kiertoon ja kemiallisiin ominaisuuksiin. Projektin tuloksia tarvitaan arvioitaessa KBS-3-ratkaisun mukaisen loppusijoituksen turvallisuutta jääkausioloissa. Lisäksi projektin tulosten avulla voidaan tarkastella olemassa olevien jääkausi mallien sekä jääkauden

aikaisen pohjavesikemiamallinnuksen realistisuutta.

Posiva on yhteistyössä Ilmatieteenlaitoksen kanssa päivittämässä Olkiluodon ilmastoskenaarioita. Päivitystyön tavoitteena on arvioida kylmien aikakausien ajallinen kesto eli jääkausien vaikutuksen laajuus Olkiluodossa 100 000 vuoden aikaskaalassa. Päivitystyössä otetaan huomioon myös kylmien kausien esiintymisen todennäköisyys ja mahdolliset lämpimät kaudet kylmien kausien lisäksi. Ilmastoskenaariosta saatavaa aineistoa käytetään hyväksi Olkiluodon turvallisuusanalyysitutkimuksissa mm. ikeroudan muodostumista mallinnettessa sekä maanpinnan hydrologian, biosfääriin ja syvien kalliopohjavesien evoluutiota mallinnettessa.

GeoSatakunta-projektin tavoitteena oli tuottaa muun muassa Kokemäenjoen ja sen suiston rakennetta kuvaava malli, rakennettavuuskarttoja ja tietoa Satakunnan alueen hauraasta deformaatiosta. Hanke alkoi vuonna 2000 ja jatkui vuonna 2008 InnoGeo-nimellä. Hankkeen loppuseminaari pidettiin huhtikuussa 2009. Hankkeen loppu-



Olkiluodon lierolajiston kartoitusta kesällä 2009. Kuva: Marko Nieminen/Faunatica Oy.

raportti valmistuu vuoden 2010 aikana. Posiva on mukana EU:n 6. puiteohjelmaan kuuluvassa projektissa PAMINAassa (Performance Assessment Methodologies in Application to Guide the

Development of the Safety Case), joka käsittelee turvallisuusanalyysimetodologian kehittämistä ja epävarmuuksien käsittelyä. Posiva osallistui projektissa työpakettiin, jonka tehtävänä oli koos-

taa State of the Art -tyyppinen kokoelma epävarmuuksien käsittelystä. Projekti päättyi vuonna 2009 ja tulokset tullaan raportoimaan vuoden 2010 aikana.



GAP-projektin tutkijoita Grönlannissa mannerjäätikön reunalla.

Vaakasijoitusratkaisun kehitys

Posivan referenssiratkaisuna olevan pystysijoitusratkaisun (KBS-3V) rinnalla on yhdessä SKB:n kanssa kehitetty vaakasijoitusratkaisua (KBS-3H). Vaakasijoitusratkaisun kehitystyöstä tehtiin jatko päätös keväällä 2008 ja SKB:n kanssa käynnistettiin uusi projekti ”Täydentävä tutkimusvaihe” vuosiksi 2008–2010. Tämä tutkimusvaihe käsittää tähänastisissa suunnitelmissa tunnistettujen ongelmien ratkaisun sekä suunnitelman laatimisen seuraavan vaiheen aloittamiseksi. Seuraava vaihe vuosiksi 2011–2014 käsittää järjestelmäkomponenttien täysimittakaavaisen testaamisen, lopullisen teknisen suunnitelman laatimisen sekä turvallisuusperustelun laatimisen Olkiluotoon ja Forsmarkiin Ruotsissa. Tavoitteena vuoden 2014 loppuun mennessä on, että hankitun tiedon pitäisi mahdollistaa 3V- ja 3H-vaihtoehtojen yksityiskohtainen vertailu, jonka perusteella tehdään päätös loppusijoitusreikään asennettavaa koko järjestelmää koskevasta täysimittakaavaisesta testauksesta joko 3V- tai 3H-vaihtoehdolle.

Turvallisuustutkimusten tavoite nykyisessä projektivaiheessa on hankkia riittävästi tietoa raudan, titaanin ja kuparin vaikutuksista bentoniittiin, jotta teknisten tutkimusten tuella voitaisiin tehdä kokonaisvaltainen arvio siitä, mitä materiaalia asennuspakkauksen suojasynterissä tulisi käyttää. Suojasynterimateriaalin ja bentoniitin vuorovaikutuskokeissa on tutkittu bentoniitin fysikaalisia, mineralogisia ja kemiallisia muutoksia. Tärkeän osan työstä muodostaa myös vaakasijoi-

tusratkaisun pitkäaikaisturvallisuusvaatimusten määrittäminen.

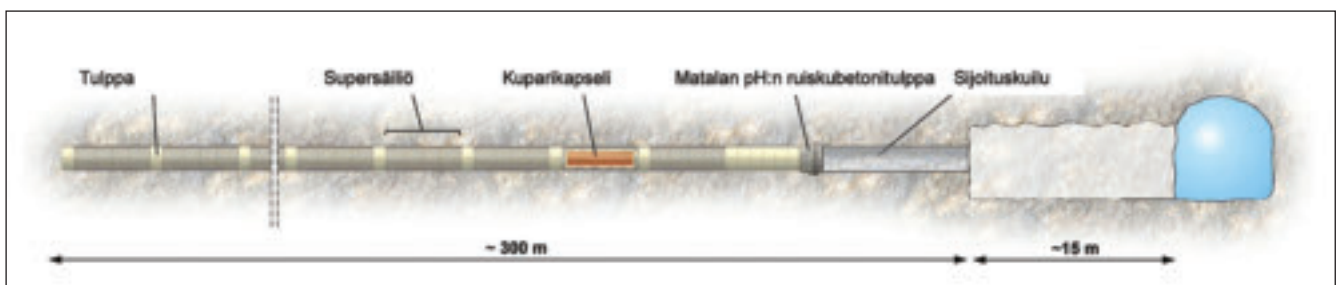
Nykyisen projektivaiheen suunnittelun päätavoite on ratkaista edellisessä tutkimusvaiheessa tärkeiksi tunnistetut kysymykset, joista varsin monet liittyvät puskuriin sekä sen käyttäytymiseen ja ymmärtämiseen. Suunnitteluvaihtoehtoista DAWE (Drainage, Artificial Watering and Air Evacuation) ja STC (Semi Tight Compartment) jälkimmäiseen on arvioitu liittyvän vakavia epävarmuuksia. Tämän vuoksi projektin pääpaino on suunnattu DAWE-suunnitteluvaihtoehtoon, johon liittyviä tärkeitä puskurikysymyksiä on tutkittu laboratorioolosuhteissa, mallintamalla ja/tai teoreettisina tarkasteluina. Puskuriin liittyvä suunnittelutavoite on välitulpan ja asennuspakkauksen sisään asennettavan puskurin yksityiskohtaisten suunnitelmien laatiminen. Vaakasijoitusratkaisun DAWE-suunnitteluvaihtoehdossa puskurin vettymis- ja paisuntaprosessien varmistamiseksi käytetään keinokekoista kastelumenetelmää. Vuoden 2009 aikana on suunniteltu kasteluvaihtoehto, joka perustuu osastotulpan läpi vietyjen lyhyiden putkien käyttöön. Tämän vaihtoehdon eroosioon liittyvät laboratoriokokeet on saatu päätökseen.

Yksi monista ratkaistavista kysymyksistä on kallion hilseily ja sen merkittävyys mahdollisena virtausreitteinä loppusijoitustunnelin katossa. Kallion hilseily aiheutuu jännityskuormasta (kallion jännitystilasta), tilojen louhimisesta sekä kallion lämpenemisen seurauksena syntyvästä

lämpöjännityksestä. Olkiluodon kallion hilseilyä koskevat analyysit tullaan päivittämään vuoden 2010 aikana ONKALOSSA toteutettavan POSE (Posiva Spalling Experiment) -kenttäkokeen tulosten (hilseilylujuus jne.) valmistuttua. Tässä projektivaiheessa on suunniteltu myös loppusijoitusreiän täyttökompontteja, joita käytetään tulppien läheisissä täyttöratkaisuissa, mutta myös niissä tunneliosuuksissa, jotka eivät sovellu asennuspakkauksen sijoitukseen. Tähän projektivaiheeseen liittyy myös loppusijoitusreiän päätytulpan yksityiskohtainen suunnittelu.

Vaakasijoitusratkaisun kehitysprojektin kaksi muuta osaprojektia ovat ”Tuotanto ja toiminta” sekä ”Demonstraatio ja täysimittakaavaisten testien suunnittelu”. Ensin mainitun osaprojektin tavoitteena on tuotantolinjojen, laitosten ja järjestelmäkuvausten kehittäminen. Asennuslaitteen jäljellä olevat testit kuuluvat myös tähän osaprojektiin, kuten myös mm. KBS-3H-ratkaisun työturvallisuus- ja ympäristökysymykset sekä Forsmarkin ja Olkiluodon loppusijoitustilojen asemointitutkimukset. Viimeksi mainittu osaprojekti on vastuussa komponenttien ja tuotantolaitteiden valmistuksesta, asennuksesta ja testauksesta Äspössä sekä seuraavan projektivaiheen suunnittelusta. Osastotulpan täysimittakaavaista testausta on tehty vuoden 2009 aikana.

Vuoden 2010 aikana käynnistetään kallion soveltuvuuskriteerien määrittelytyö (RSC) vaakasijoitusratkaisun osalta sekä päivitetään KBS-3H-layout vastaamaan vuonna 2009 laadittua KBS-3V-layoutia.



KBS-3H-ratkaisun periaatekuva.

Olkiluodon monitorointiohjelma

ONKALON rakentamisen aiheuttamia mahdollisia pitkäaikaisia muutoksia seurataan tätä varten erikseen perustetun monitorointiohjelman (OMO) avulla (Posiva 2003-05). Ohjelman piiriin kuuluu kalliomekaaninen, hydrologinen, hydrogeokemiallinen sekä ympäristön ja vieraiden aineiden monitorointi. Monitorointitutkimuksista julkaistaan vuosittain tutkimusalakohdaiset tulosraportit Posivan työraporttisarjassa.

Kalliomekaniikka

Vuonna 2009 kalliomekaaninen monitorointi jatkui edellisten vuosien tapaan. Mikroseismissen monitoroinnin osalta aineiston analysointi ja havaintojen seuranta oli jatkuvaa. Vuoden 2008 lopussa ONKALON asennettu uusi mittausasema on toiminut häiriöttä. Vuoden 2009 lopussa valmisteltiin seuraavan ONKALON mittausaseman asentamista. Uusilla mittapisteillä on tarkoitus kehittää asemaverkkoa ja edelleen parantaa havaintojen tarkkuutta.

GPS-mittaukset Olkiluodossa ja lähialueilla tehtiin aiempien vuosien tapaan keväällä ja syksyllä. Lisäksi tehtiin kallion kiintopisteiden tarkkavaaitus ONKALON ja VLJ-luolan ympäristössä. Mittausten tarkoituksena on mikroseismissen monitoroinnin tavoin varmistaa käsitystä Olkiluodon kallioperän stabiileiteista sekä arvioida mm. maannousun nopeuden vaihteluita Olkiluodossa ja lähialueilla. Vuonna 2009 laadittiin GPS-asemaverkon kehityssuunnitelma, jonka tarkoituksena on laajentaa havaintoaluetta muutamalla uudella mittapisteellä sekä parantaa havaintotarkkuutta päivittämällä osa asemista jatkuvasti mittaaviksi.

ONKALOSSA suoritettiin vuoden 2009 aikana konvergenssimittauksia kahdella tasolla (-180 m ja -290 m) kivilun nousuporauksen aikana ja sen jälkeen. Mittauksilla pyritään selvittämään nousuporauksen kallioperään aiheuttamia muodonmuutoksia ja tarkentamaan

tietoja kallioperän vakaudesta. Käsitelyn myötä konvergenssimittausten tulokset antoivat lisätietoa ONKALON alueella vallitsevasta jännityskentästä.

Hydrologia

Hydrologinen monitorointi toteutettiin vuonna 2009 pääpiirteissään saman ohjelman mukaisesti kuin vuonna 2008. Suurimpana muutoksena aiempiin vuosiin on ollut painopisteen keskittyminen kairanreikien virtausolosuhteiden monitoroinnista paineseurantaan.

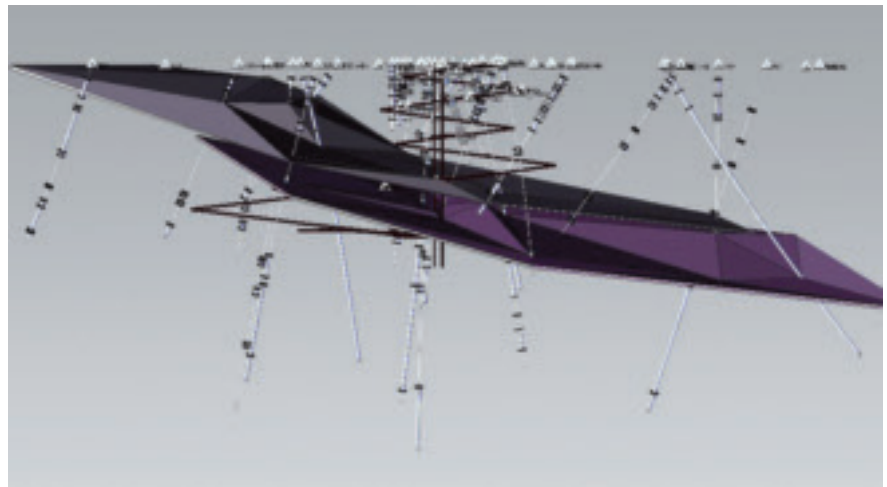
Pohjaveden pinnankorkeutta havainnoitiin sekä matalissa pohjavesiputkissa ja kairanrei'issä että avoimissa syvissä kairanrei'issä manuaalisesti kerran kaudessa. Paine korkeuden seuranta tapahtui monitulpattujen syvien kairanreikien automaattisen paineseurantaverkoston (GWMS) avulla. GWMS-datan sähköpostitoimitus sekä online-seuranta toimivat vuonna 2009 suunnitellusti ja datan käsittelyä ja analysointia kehitettiin edelleen.

Vuoden 2009 lopussa oli monitulpattuna ja monitorointiverkoston liitettynä 27 syvää kairanreikää, joista yksi tulpattiin vuoden 2009 aikana. TKS-2006:ssa esitetty tarve lisätä tulpattuja kairanreikiä

toteutettiin pääosin vuosina 2007 ja 2008, jolloin tulpattiin kaikki ONKALON lähellä sijaitsevat ja suurimpia vetä johtavia rakenteita lävistävät syvät kairanreiät. Tulpattujen kairanreikien lisääminen on huomattavasti tarkentanut paineseurantaa, estänyt paineiden välittymisen avoimien reikien kautta ja myös geokemiassa on jo havaintoja tulppausten positiivisista vaikutuksista vettä johtavien rakenteiden vesien sekoittumisen vähenemiseen. Isot vettä johtavat HZ20-rakenteet lävistettiin ONKALON ajotunnelilla vuoden 2008 lopussa sekä 2008–2009 vaihteessa ja vuoden 2009 aikana on lävistetty samat rakenteet kuilujen injektointirei'illä. Rakennelävistyksiin liittyvien vuotojen vaikutuksia pohjaveden paineeseen on seurattu ja analysoitu vuoden 2009 aikana.

Vuoden 2009 aikana koottiin suunnitellusti neljännesvuosimuistioita, joissa käsiteltiin pinnan- ja paine korkeuksien tuloksia sekä analysoitiin muiden kentätapahtumien ja ONKALON rakentamisen aiheuttamia lyhytaikaisia vaikutuksia paine korkeuksiin.

Lisäksi monitoroitiin avoimien reikien virtausolosuhteita, pohjaveden suolaisuutta, pintavalunnan määrää, merenpinnan korkeutta ja ONKALON vuotovesiä.



ONKALO, HZ20A ja B -rakenteet sekä GWMS-paineseurantaverkosto (mustat kiekot tulppia, sinisellä paineseurantavälit).

Poikkivirtausmittauksia tehtiin vain kampanjaluontoisesti ja laitekehitystä jatkettiin. Hydrologian monitorointiohjelmaan kuuluvista parametreista pintavalunta, sadanta (ml. lumi), roudan paksuus ja suotauma raportoidaan ympäristön vuositaisessa monitorointiraportissa.

ONKALOSSa monitorointi jatkui vuoden 2009 aikana noin kahden viikon välein tehdyillä kokonaisvuotovesimittauksilla. Mittaukset tehdään mahdollisuuksiensa mukaan koko tunnelin pituudelta sekä mittapadoilta, joita vuoden 2009 lopussa oli seitsemän (paaluilla 208, 580, 1255, 1970, 3003, 3125 ja 3356). Mittapatojen 3125 ja 3356 välissä sijaitsevat HZ20A ja B -rakenteet. Vuodesta 2008 ONKALON keskimääräinen kokonaisvuotovesimäärä on lisääntynyt (vuonna 2008 20 l/min, vuonna 2009 33 l/min), mihin tärkeimpänä syynä ovat HZ20-rakenteiden lävistys ja kolmen kuilun nousuporaus tasolle -290 m asti. Vuoden 2009 aikana tehtiin kaksi kertaa silmämääräinen vuotovesikartoitus koko tunnelin pituudelta vuotavien rakojen ja vyöhykkeiden paikallistamiseksi ja vuotokohtien mahdollisten muutosten seuraamiseksi.

Hydrogeokemia

Hydrogeokemian monitorointiohjelma toteutui pääpiirteittäin vuonna 2008 tehtyjen näytteenottosuunnitelmien mukaisesti. Alkuperäistä näytteenotto-ohjelmaa muutettiin kuitenkin hieman syksyllä 2009, kun SAMPO-luotausten perusteella saatiin vinkkejä mahdollisista suolapitoisuuksien muutoksista esimerkiksi tutkimusrei'issä OL-KR1 ja OL-KR7. Vuoden 2009 näytteenottojen tuloksista voidaan havaita paikallisia muutoksia pohjaveden suolaisuudessa sekä Korvensuon altaan vaikutuksia sen läheisyydessä sijaitsevilla pohjavesiputkissa ja kalliorei'issä. Monitorointitulokset raportoidaan keväällä 2010 ja samassa yhteydessä pyritään myös tarkastelemaan muutoksiin johtaneita syitä. Muutoksia pohjaveden koostumukseen ovat voineet aiheuttaa eri aikoina käytetyt erilaiset näytteenottomenetelmät, ONKALON rakentaminen tai muut rakennustyöt tutkimusalueella.

ONKALOSSa pohjavesinäytteitä on otettu ohjelman mukaisesti ensisijaisesti

pohjavesiasemista. Pohjavesiasemia on kuluneen vuoden aikana ollut säännöllisessä seurannassa viisi. Pohjavesiasemista on tehty sekä pohjavesikemiallisia että mikrobiologisia tutkimuksia. ONKALON lähialueella pohjavesien koostumus on säilynyt ennallaan.

ONKALON rakentamisen välittömästi aiheuttamien vaikutusten tutkimuksia jatkettiin vesinäytteenotoin vettä vuotavista raoista ja rakovyöhykkeistä sekä mittapadoista ja ONKALOSTA pois pumpattavista vesistä. ONKALON rakentaminen, erityisesti ruiskubetonointi, aiheuttaa ONKALOSTA pois pumpattaviin vesiin aika ajoin huomattavan korkeita pH-arvoja (10–12). ONKALOSTA pois pumpattavan veden pH-arvon on kuitenkin todettu neutraloituvan melko nopeasti selkeytysaltaassa ja siitä lähtevässä laskuojassa eikä sen ole ainakaan toistaiseksi todettu aiheuttavan ympäristölle haittaa.

Ympäristö

Olkiluodon pintaympäristön monitorointi jatkui vuonna 2009 pääosin suunnitellun tutkimusohjelman mukaisesti. Kuten edellisenäkin vuonna, tehtiin säännöllisten tutkimusten lisäksi useita kampanjaluonteisia tutkimuksia. Varsinaisten monitorointitutkimusten lisäksi aikaisempien vuosien tapaan tehtiin myös muita ympäristötutkimuksia alueen nykytilan kuvaamiseksi.

Säännöllinen metsien tilan seuranta jatkui ympärivuotisesti kolmella intensiivikoealalla käsittäen mm. kasvillisuuden, karikkeen, juuristojen, mikroilmaston sekä märkälasseuman ja metsikköveden havainnointia. Olkiluodon länsikärkeen perustettiin neljäs intensiivikoeala, jolla tutkimustoiminta on tarkoitus saada kokonaisuudessaan käynnistettyä vuoden 2010 aikana. Uudella intensiivikoealalla sekä viidellä muulla uudella koealalla varaudutaan tutkimusalueen maankäytössä tapahtuviin muutoksiin.

ONKALOSTA louhitun kiviaineksen läjitysalueen valumavesiä tarkkailtiin kolmesti. Vesinäytteitä otettiin Korvensuon altaasta ja Eurajoesta sekä neljästä ojasta, joissa sijaitsevat vuonna 2008 asennetut automaattimittapadot. Lisäksi tarkkailtiin kolmen yksityisessä omistuksessa olevan porakaivon pinnan

korkeutta ja talousveden laatua. Meri-alueella otettiin eläinplanktonnäytteitä yhdeltä havaintopaikalta tarkoituksena täydentää tältä osin TVO:n velvoitetarkkailuohjelmaa.

Riistaeläinten kantojen monitoroimiseksi teetettiin metsästyskausittainen haastattelututkimus paikallisille metsästäjille. Monitorointiohjelman puitteissa toistettiin vuonna 2008 tehty piennisäkäiden loukkupyntti viimekertaista pienemmällä loukkumäärällä. Varsinaisen monitorointiohjelman ulkopuolella tehtiin eläimistökartoitukset koskien muurahaisia, kotiloita ja lieroja.

Toukokuun lopulla suoritettiin laaja ilmakehuvauskampanja, jossa kuvattiin yli 200 km² alue rannikolta Eurajoen keskusta. Toistuvilla ilmakehuvausilla seurataan maankäytön ja sitä kautta myös luonnollisissa elinympäristöissä tapahtuvia muutoksia.

Edellä mainittujen Posivan ympäristötutkimusten lisäksi seurattiin TVO:n teettämiä ympäristötutkimuksia.

Vieraat aineet

Vieraiden aineiden seuranta ja valvonta on osa Posivan monitorointiohjelmaa. Vierailta aineilla tarkoitetaan kaikkia ONKALON rakentamisessa käytettyjä materiaaleja ja aineita, jotka eivät kuulu loppusijoitusjärjestelmään. Vuoden 2009 aikana vieraista aineista on pidetty kirjaa ja materiaalikäsikirjaa on päivitetty uusien rakentamisessa hyväksytyjen ja kiellettyjen aineiden osalta.

Vuonna 2009 tutkittiin myös sementin ja sen lisäaineiden sekä salaojamaateriaalien vaikutusta mikrobien kasvuun ONKALOSSa. Vuoden 2009 aikana saatiin valmiiksi myös tutkimus pienten rakojen injektointiaineena käytettävän kolloidisen silikan vaikutuksista radionuklidien kulkeutumiseen mahdollisessa häiriötilanteessa.

Vuoden 2009 loppuun mennessä ONKALOSSa on käytetty muun muassa sementtiä injektointiin 521 000 kg ja ruiskubetonointiin 2 416 000 kg. Räjähdyksaineita on käytetty koko rakentamisen aikana yhteensä 836 000 kg sekä tukipultteja työnaikaiseen ja lopulliseen lujitukseen yhteensä 12 500 kpl.

Ydinmateriaali- ja ydinsulkuvalvonta

Posivan ydinsulkuvalvonnan tarkoituksena on varmistaa, että maanalaisen tutkimustilan ONKALON rakentamisen aikana noudatetaan ydinsulkuvalvontaa koskevien lakien ja asetusten sekä kansainvälisten sopimusten velvoitteita.

Posivassa on laadittu ydinsulkuvalvontakäsikirja, jossa on kuvattu ONKALON rakentamisen aikainen ydinsulkuvalvontatoiminta vuoteen 2012 suunniteltuun loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakuvaiheeseen saakka. Ydinsulkuvalvontakäsikirjan päivitys tehtiin vuonna 2009. Käsikirja määrittelee ONKALOA koskevat ennako-, toteuma- ja monitorointitiedot, jotka raportoidaan osavuositain STUK:lle. STUK suorittaa lisäksi fyysisiä tarkastuksia, jotka sisältävät ONKALON kalliotilojen katselmukset sekä määrävälein koko ydinsulkuvalvonnan järjestelmätarkastuksen.

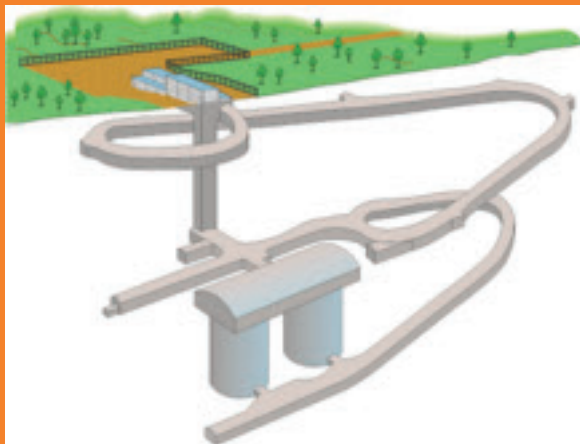
STUK teki ONKALOSSA vuonna 2009 kolme ydinsulkuvalvonnan määräaikaistarkastusta sekä koko ydinsulkuvalvonnan järjestelmätarkastuksen. Tarkastuksissa oli mukana tarkkailijoina IAEA:n ja Euratomin edustajia. Tarkastuksissa ei löytynyt huomautettavaa ONKALON ydinsulkuvalvonnasta.

Maanalaisten kalliotilojen louhinnan monitorointi perustuu veloitteeseen osoittaa, ettei ONKALOSSA ole suunnittelutietoihin sisällyttämiä tiloja. Monitoroinnissa käytetään Olkiluotoon rakennettua mikroseismistä asemaverkkoa, jonka valvontatiedoista saadaan ajantasaista tietoa räjäytyksistä Olkiluodossa ja lähialueilla. Tämä järjestelmä on osoittautunut hyväksi ja toistaiseksi ainoaksi menetelmäksi valvoa louhintaa mittalaittein ulkopuolelta. Mikro-seisminen monitorointi pystyy kuitenkin

havainnoimaan vain räjäytyksiä, eikä se havaitse ns. tunneliporausmenetelmällä tehtävää työtä, vaan suodattaa sen taustaanäänenä pois. Posiva on selvittänyt tunneliporausmenetelmän havainnointia ONKALON kuilujen nousuporausten aikana vuosina 2007 ja 2008. Selvitysten perusteella nousuporausten havainnointi on teknisesti mahdollista, mutta vaatii erillislaitteiston. Tutkimuksia jatketaan seuraavien nousuporausten aikana, jotta voidaan kehittää valvonnan kustannustehokkuutta automatisoinnin avulla.

Raportointi- ja valvontatoiminta on vakiintunut ja toimii ydinsulkuvalvontakäsikirjan määrittelyn mukaan.

Voimalaitosjätteiden huolto



Olkiluodon voimalaitosjätteiden loppusijoitustila (VLJ-luola) otettiin käyttöön vuonna 1992. Luola koostuu kahdesta kalliosiilosta, niitä yhdistävästä hallista ja aputiloista, jotka on rakennettu 60–100 metrin syvyyteen Olkiluodon Ulkopään niemen kallioperään. Kulku tiloihin on järjestetty sekä ajotunnelin että kuilun kautta. Matala-aktiiviset jätteet sijoitetaan betonilaatikoissa kalliosiiloon, keskiaktiivisille jätteille on toiseen kalliosiiloon rakennettu teräsbetoninen siilo. Matala-aktiivisten jätteiden siilon kapasiteetti on noin 5 000 m³ ja keskiaktiivisten noin 3 500 m³. VLJ-luolalle on laadittu alustava laajennussuunnitelma vastaamaan OL1 ja OL2 -laitosyksiköiden käyttöiän nostoa aiemmasta 40 vuodesta nykyiseen 60 vuoteen sekä rakenteilla olevan OL3-laitosyksikön käyttö- ja käytöstäpoistojätteiden loppusijoitussuunnitelman toteuttamiseksi. Mahdollisen neljännen voimalaitosyksikön (OL4) aiheuttamat tarpeet on myös päätetty ottaa huomioon tulevassa loppusijoitustilojen laajennussuunnitelmassa.



Loviisan voimalaitoksella syntyvä matala- ja keskiaktiivinen voimalaitosjäte loppusijoitetaan Hästholmenin saaren kallioperään rakennettuihin tiloihin. Loppusijoitustilan vuonna 1993 aloitettu rakennustyö saatiin ensimmäisen vaiheen osalta päätökseen vuoden 1996 lopussa. Tila otettiin loppusijoituskäyttöön kesällä 1999.

Loviisan loppusijoituslaitos muodostuu 1 170 metriä pitkästä ajotunnelista ja noin 110 metrin syvyyteen rakennetuista tunneli- ja hallitiloista sekä porras- ja ilmastointikuiluista. Laitos toteutettiin kahdessa vaiheessa. Ensimmäisessä rakennusvaiheessa louhittiin kaikki tilat ja kulkuyhteydet valmiiksi. Huoltojätteelle louhittiin kaksi loppusijoitustunnelia sekä kiinteetytetylle jätteelle loppusijoitushalli. Toinen loppusijoitustunneli ja kiinteetytetyt jätteen halli viimeisteltiin toisessa rakennusvaiheessa, joka loppui vuonna 2007. Vuoden 2009 lopun varasto- ja loppusijoitustilanne selviää oheisesta taulukosta.

Olkiluodon voimalaitos

TOIMINTAPERIAATE

Voimalaitosjätteistä pääosa pakataan heti käsittelyä, varastointia ja loppusijoitusta varten. Prosessivesien puhdistukseen käytetyt keskiaktiiviset ioninvaihtohartsit kiinteytetään bitumiin ja seos valetaan terästyntyreihin. Osa matala-aktiivisista jätteistä (kokoonpuristuva sekalainen huoltojäte) tiivistetään terästyntyreihin hydraulisella puristimella ja osa (metalliromu ja suodatinsauvat) pa-

kataan sellaisenaan teräs- ja betonilaatikoihin sekä terästyntyreihin. Kokoonpuristuvaa jätettä sisältävät tynnyrit puristetaan kasaan siten, että tynnyrien lopullinen korkeus on noin puolet alkuperäisestä korkeudesta halkaisijan pysyessä muuttumattomana. Myös metalliromua voidaan muokata tiiviimpään muotoon ennen pakkaamista. Metallisilppurilla pilkotulla romulla voidaan täyttää luolaan menevien betonilaatikoiden muuten tyhjäksi jäävää tilaa ja näin metallijätteen pakkausaste tehostuu.

Sekalaiset nestemäiset jätteet ja lietteet kiinteytetään sekoittamalla jätettä ja sideainetta toisiinsa tynnyrissä, joka jää kiinteystuotteen pakkaukseksi. Haihduttamisella nesteiden ja lietteiden tilavuus minimoidaan mahdollisuuksien mukaan ennen kiinteyttämistä.

Voimalaitosjätteitä varastoidaan väliaikaisesti voimalaitosyksiköiden jäte-rakennusten varastoissa ja polttoainetaissa, keskiaktiivisen ja matala-aktiivisen jätteen välivarastoissa (KAJ- ja MAJ-varastot) sekä vähäisissä määrin

myös KPA-varastossa Olkiluodon voimalaitosalueella. VLJ-luolan nykyisiin jätesiiiloihin loppusijoitetaan voimalaitoksen käytön aikana kertyvät matala- ja keskiaktiiviset jätteet. Hyvin matala-aktiiviset jätteet vapautetaan valvonnasta ja viedään Olkiluodon voimalaitosalueella sijaitsevalle kaatopaikalle tai luovutetaan muualle esimerkiksi käsiteltäviksi uusiokäyttöä varten.

NYKYTILANNE VARASTOINNISSA JA LOPPUSIJOTUKSESSA

Vuoden 2009 lopun varasto- ja loppusijoitustilanne selviää seuraavalla sivulla olevasta taulukosta. Jätteet on pakattu tynnyreihin (à 200 l tai kasaan puristettuina noin 100 l), teräslaatikoihin (à 1,3 tai 1,4 m³) ja betonilaatikoihin (à 5,2 m³ tai 3,9 m³ netto).

Tynnyreitä ja laatikoita varastoidaan tarvittaessa laitosyksiköiden varastotiloissa ja KAJ-varastossa ennen loppusijoitusta VLJ-luolaan. Tynnyrit ja teräslaatikot sijoitetaan ennen VLJ-luolaan vientiä isoihin ja pieniin betonilaatikoihin siten, että isoon betonilaatikkoon sijoitetaan 16 tynnyriä tai 7 tynnyriä ja 2 teräslaatikkoa ja pieneen betonilaatikkoon 12 tynnyriä. Kasaan puristettuja tynnyreitä sijoitetaan betonilaatikoihin vastaavasti kaksinkertainen määrä.

Laitosyksiköiden polttoainealtaissa varastoidaan pitkäaikaisesti mm. reaktorin sisäosien, kuten sydänristikoiden ja höyrynerottimien purkuromua 1,8 m³ laatikoissa.

Suuria kontaminoituneita metallikomponentteja säilytetään KAJ-varastossa ja MAJ-varaston laajennusosassa. Lisäksi pakkauksettomia voimalaitosjätteitä, kuten käytettyjä ilmastointisuodattimia ja bitumoiattomia hartseja, varastoidaan laitosyksiköillä ja jäteöljyä KPA-varastolla. Osa metalliromusta pakataan VLJ-luolassa käytettäviin betonilaatikoihin. Pakkaamattomista jätteistä osa on tarkoitus myöhemmin vapauttaa valvonnasta uusiokäyttöä tai kaatopaikalle vientiä varten. Esimerkiksi hyvin matala-aktiivinen jäteöljy, jota oli vuoden 2009 lopussa yhteensä noin 7,2 m³, voidaan vapauttaa myöhemmin valvonnasta uusiokäyttöä varten.

Voimalaitosyksiköiden jäterakennuksiin mahtuu noin 1 000 tynnyriä kumpaankin. MAJ-varastossa säilytetään enimmäkseen vain hyvin matala-aktiivisia huoltojättesäkkejä ja romua, jotka on tarkoitus vapauttaa valvonnasta. KAJ-varastoon voidaan sijoittaa tynnyreitä, laatikoita ja suurikokoisia kontaminoituneita metallikomponentteja noin 6 000 tynnyriä vastaava määrä.

VLJ-luolan keskiaktiivisten jätteiden siilon kapasiteetti tynnyreinä (200 l) on 17 360 tynnyriä ja matala-aktiivisten jätteiden siilon 24 800 tynnyriä eli yhteensä noin 8 400 m³ tynnyreihin pakattuja voimalaitosjätteitä. Tämä vastaa Olkiluodon kahden laitosyksikön 40–60 vuoden käytöstä kertyvää jätemäärää. Alueen kallioperään voidaan tarpeen vaatiessa rakentaa lisää loppusijoitus-tiloja VLJ-luolan laajennuksena voimalaitos- ja käytöstäpoistojätteen loppusijoituksen tarpeisiin.

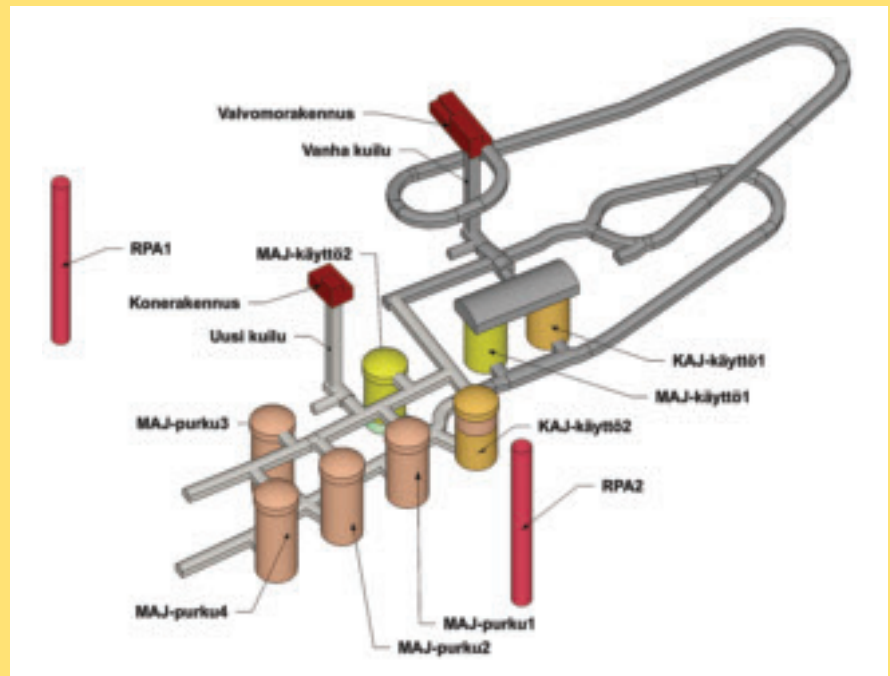
Säteilyturvakeskuksen hallussa olevat ns. pienjätteet varastoidaan erillisen sopimuksen nojalla Olkiluodon VLJ-luolaan. Pienjätteet koostuvat lähinnä sairaaloissa, tutkimuslaitoksissa ja teollisuuslaitoksissa käytetyistä radioaktiivisista aineista. Tähän mennessä on VLJ-luolaan kertynyt noin 57 m³ pienjätettä.

OL1 ja OL2 -laitosyksiköiden suodattimilla on loppusijoitustilavuutena ilmoitettuna yhteensä 4 845 kg (laskennallinen luku) pulveri- ja raehartseja bitumoituna. OL1-laitosyksikön jäterakennuksen säiliöissä on lisäksi 6 000 kg (laskennallinen luku) pulverihartseja ja vastaavasti OL2-laitosyksiköllä 1 800 kg (laskennallinen luku) raehartseja bitumoituna.

OLKILUODON VOIMALAITOKSEN VOIMALAITOSJÄTTEET

	Reaktori-rakennukset (m ³)		VLJ-luola (m ³)			Muut varastot (m ³)			Yhteensä
	OL1	OL2	KAJ-siilo	MAJ-siilo	Muut	KAJ	MAJ	KPA	
MATALA-AKTIIVINEN JÄTE									
Romu		0,2		2400,1		0,2			2400,5
Pakkaukseton romu						18,0	1040,0		1058,0
Huoltojätteet	10,0	13,2		928,6	3,2				955,0
Sekalaiset nesteet	0,8	2,4							3,2
Kiinteytettyt nesteet	4,0	0,2		92,2					96,4
Jäteöljy								7,2	7,2
KESKIAKTIIVINEN JÄTE									
Romu			247,1		53				300,1
Pulverihartsit	21,0	35,0	1262,0						1318,0
Raehartsit	10,2		258,2				0,2		268,6
YHTEENSÄ	46	51	1767,3	3420,9	56,2	18,2	1040,2	7,2	6407,0

Olkiluodon VLJ-luola laajennettuna, näkymä lounaasta. Takimmaisiet kaksi siiloa kuuluvat VLJ-luolan käytössä olevaan osaan. Laajennussuunnitelmassa on varattu tilat kahden uuden laitosyksikön voimalaitosjätteille ja neljän laitosyksikön käytöstäpoistojätteille.



VOIMALAITOSJÄTTEISIIN LIITTYVÄT TUTKIMUKSET

Matala-aktiivisen huoltojätteen mikrobiologista hajoamista tutkitaan suuren mittakaavan kokeessa VLJ-luolan louhintatunneliin rakennetussa koelaitteistossa. Tutkimuksella tarkennetaan huoltojätteessä muodostuvan kaasun määräarviota ja parannetaan tietämystä koko hajoamistapahtumasta olosuhteissa, jotka vastaavat VLJ-luolan sulkemisen jälkeistä tilaa. Lisäksi työssä seurataan aktiivisuuden siirtymistä jätetyynyreistä ympäröivään veteen.

Tärkein kokeesta saatava suure on VLJ-luolan turvallisuusanalyysissä tarvittava huoltojätteen kaasunkehitysnopeus. Pitkällä aikavälillä kaasunkehitysnopeus on ollut luokkaa 60–90 dm³/kk, mikä on noin kertaluokkaa alhaisempi kuin alkuperäisessä turvallisuusanalyysissä arviointiin. Kaasunkehityskokeessa koetankin pH on laskenut selvästi kokeen kuluessa. Kokeen alussa vuosina 1999–2002 pH oli luokkaa 10–11, mutta on vuosina 2003–2009 ollut suuruusluokkaa 8–9.

VLJ-LUOLAN KÄYTÖNAIKAISET TUTKIMUKSET

VLJ-luolan kalliotilojen käytönaikainen seuranta jatkui tarkasteluvuonna aiem-

min laaditun tutkimus- ja seurantaohjelman mukaisesti. Tulokset VLJ-luolan hydrologisesta monitoroinnista vuonna 2008 raportoitiin vuoden 2009 puolivälissä. Pohjavesiasemilta kerättiin laajemman seurannan näytteet viimeksi vuoden 2008 keväällä. Merkittävimmät muutokset pohjaveden laadussa olivat natrium- ja kloridipitoisuuden lasku sekä kaliumpitoisuuden kahdessa vuodessa tapahtunut puolittuminen. VLJ-luolan kallioperän tutkimus- ja seurantaohjelman mukaan seuraava laaja näytteenotto on vuonna 2011.

Keväällä 1993 asennettiin Olkiluodon VLJ-luolan tutkimustunneliin kymmenen tutkimuspulttia kallio-pulttien korroosionopeuden selvittämiseksi. Tutkimuksen tavoitteena on saada tietoa sinkittyjen kallion lujituspulttien korroosionkestosta Olkiluodon VLJ-luolan olosuhteissa sillä oletuksella, että kallio-pultteja suojaavan sementtilaastin oletetaan täysin menettäneen suojausominaisuutensa. Ensimmäinen tutkimuspultti irtikairattiin vuonna 1996 ja seuraava vuonna 2004. Jälkimmäisen irtikairatun pultin tulokset raportoitiin vuonna 2006. Seuraavan pultin irtikairauksen ajankohdaksi suunnitellaan vuotta 2010, mikäli kallio-olosuhteet

todetaan tulosten saannin kannalta riittävän edustaviksi.

Loviisan voimalaitos

Loviisan ydinvoimalassa matala- ja keskiaktiivinen voimalaitosjäte käsitellään ja varastoidaan voimalaitoksella. Käytetyt ioninvaihtohartsit ja haihdutusjätteet varastoidaan nestemäisten jätteiden varaston säiliöissä. Sementointiin/betonointiin perustuvan nestemäisten jätteiden kiinteytyslaitoksen koekäyttöä tehtiin vuosina 2008–2009 ja laitos otetaan käyttöön vuonna 2010.

Loviisassa otettiin käyttöön 1990-luvun alkupuolella menetelmä, jolla kesium erotetaan haihdutusjätteestä hyvin pieneen jätetilavuuteen. Haihdutusjätteen aktiivisuuspitoisuus saadaan kesiumin poistolla niin matalalle tasolle, että se voidaan uloslaskumenettelyin poistaa laitokselta. Kesiumin erotuslaitoksella on vuoden 2009 loppuun mennessä puhdistettu yhteensä yli 1 300 m³ haihdutusjätettä 29 ioninvaihtokolonilla, joiden kunkin tilavuus on 8 litraa. Seuraava kesiumerotuskampanja tehdään vuonna 2010.

Voimalaitoksen huolto- ja korjaustöissä syntyvä kuiva huoltojäte pakataan

200 litran terästynnyreihin. Puristuva jäte prässätään tynnyreihin jätepuristimella, jolloin yhteen tynnyriin saadaan mahtumaan 3–4 kertaa enemmän jätettä kuin ilman tiivistystä.

Vuonna 2009 valvonnasta vapautettuja ongelmajätteitä toimitettiin Ekokem Oy:lle 3 m³ sekä loisteputkia 1 080 kpl. Valvonta-alueella syntynyttä metallijätettä vapautetaan kampanjanomaisesti valvonnasta tilanteen mukaan sopivissa jäte-erissä. Säteilymittauksissa puhtaaksi todettua metallijätettä välivarastoidaan ennen virallista valvonnasta vapauttamista piha-alueella olevassa varastohallissa. Vuonna 2009 valvonnasta vapautettiin metallijätteitä Kuusakoski Oy:lle 48 520 kg.

Radioaktiivisia metallijätteitä välivarastoidaan valvonta-alueen varastoissa. Valvonnasta vapautettavien huoltojätetynnyrien varastohallissa on lisäksi säilytyksessä merikontillinen kontaminoitunut metallijätettä. Nämä metallijätteet loppusijoitetaan aikanaan VLJ-luolaan.

Hanke matala-aktiivisten huoltojätteiden käsittely- ja varastointitilojen uusimiseksi on käynnissä. Syksyllä 2007 aloitettiin valvonnasta vapaan tavanomaisen varasto- ja korjaamorakennuksen rakennustyöt. Uudisrakennukseen ovat jo siirtyneet sähkö- ja konekorjaamot. Uudisrakennuksen valmistumisen ja toimintojen siirtämisen jälkeen tullaan valvonta-alueella laajentamaan

vapautuviin tiloihin. LO1:lle valvonta-alueen laajennukseen tullaan toteuttamaan valvonta-alueen huoltojätteen käsittelytilat, dekontaminointitila sekä korjaamotila. LO2:lle toteutetaan metallijätteen ja kierrätysmetallin käsittelytilat. Valvonta-alueen uudet tilat on määrä ottaa täysimittaisesti käyttöön vuonna 2010. Tynnyrijätteiden gammaskopioinen mittaustilasto (gamma-aktiivisuusmääritys, automaattinen tynnyrinkuljetin, punnitseva rotaattori jne.) tilattiin vuonna 2008 ja se asennetaan vuonna 2010.

Nestemäisten/märkien aktiivisten voimalaitosjätteiden kiinteytyslaitoksen (betonointilaitos) viimeistelytyöt tehtiin vuonna 2008 ja koekäyttöjä tehtiin haihdutusjätteellä. Käytettyjen ioninvaihtohartsien koekäyttöjä tehtiin vuonna 2009 ja laitoksen luvittaminen tuotantokäyttöön siirtyi vuodelle 2010.

Vuonna 2009 matala-aktiivisia liuottimia imeytyskiinteytettiin 200 litran tynnyreihin niin, että tynnyritilavuutta muodostui 7 m³.

Vuoden 2009 lopun varasto- ja loppusijoitustilanne selviää alla olevasta taulukosta. Käytetyt ioninvaihtohartsit ja haihdutusjätteet ovat nestemäisten jätteiden varastossa. Kiinteytettynä niitä on teräsbetonisissa 1,7 m³ tynnyrimuotoisissa jäteastioissa. Imeytyskiinteytetyt liuottimet ja huoltojätteet ovat 200 litran tynnyreissä.

LOPPUSIJOTUSTILA

Loviisan voimalaitoksen käytöstä kertyvät matala- ja keskiaktiiviset jätteet loppusijoitetaan laitosalueen kallioperään rakennettuihin tiloihin. Loppusijoitustilalle saatiin käyttö lupa vuonna 1998 ja se otettiin käyttöön huoltojätteiden loppusijoitustilaksi vuonna 1999.

Loppusijoituslaitos muodostuu 1 170 metriä pitkistä ajotunnelista ja noin 110 metrin syvyyteen rakennetuista tunneli- ja hallitiloista sekä porras- ja ilmastointikuiluista. Laitos toteutettiin kahdessa vaiheessa. Ensimmäisessä rakennusvaiheessa louhittiin kaikki tilat ja kulku-yhteydet valmiiksi. Huoltojätteelle louhittiin kaksi loppusijoitustunnelia sekä kiinteytetylle jätteelle loppusijoitushalli. Valmiiksi saakka rakennettiin tässä vaiheessa vain yksi huoltojätetunneli ja koko loppusijoituslaitosta palvelevat järjestelmät. Loppusijoitustilan toisen vaiheen rakennus- ja asennustyöt tehtiin vuosina 2004–2006. Marraskuussa 2004 aloitettiin jo aikaisemmin valmiiksi louhitun huoltojätteiden tila 2:n (HJT2) viimeistelytyöt ja tämä tila otettiin loppusijoituskäyttöön toukokuussa 2005. Jo aikaisemmin louhitun kiinteytetyt jätteen loppusijoitustilan (KJT) rakennus- ja asennustyöt alkoivat keväällä 2005 ja ne valmistuivat vuonna 2007 samaan aikaan loppusijoitustiloihin rakennetun vuotovesialtaan kanssa. Vuonna 2008 tehtiin viimeistelytyötä. KJT:tä tarvitaan kiinteytyslaitokselta vuodesta 2011 alkaen kuljetettavien jätepakkausten loppusijoitukseen.

Käytönaikaisista tutkimuksista on laadittu erilliset tutkimusohjelmat sekä ajotunnelin että hallitilojen osalta.

KIINTEYTYSMENETELMIEN TUTKIMUKSET

Puolimittakaavaisiin loppusijoitusastioihin vuonna 1987 kiinteytetyt aktiivisen ioninvaihtohartsin säilytyskoe jatkui. Jätepakkaukset ovat olleet pohjavesisäilytyksessä Loviisan voimalaitoksella jo 21 vuotta ja ovat odotusten mukaisesti edelleen hyväkuntoisia. Astioiden betonipinnoissa ei ole havaittu rakenteellista vaurioitumista ja säilytysveden koostumus on ollut suhteellisen vakaa. Säilytysveden aktiivisuusmittauksissa ei myöskään ole havaittu merkkejä

LOVIISAN VOIMALAITOKSEN VOIMALAITOSJÄTTEET

	Kokonaisjättemäärä		Aktiivisuus (GBq)
	Laitoksella/ varasto- rakennuksissa (m ³)	Loppusijoitus- tilassa (m ³)	
Käytetyt ioninvaihtohartsit	514		15700
Haihdutusjätteet	637		1200
Kiinteytetyt haihdutusjätteet ja ioninvaihtohartsit	17		< 1
Imeytyskiinteytetyt liuottimet		24	< 1
Huoltojätteet	358	1586	655



Loviisan voimalaitoksen huoltojätteen loppusijoitustila.

nuklidien vapautumisesta betoniastioiden sisältämästä kiinteystuotteesta. Koetulokset on viimeksi raportoitu vuonna 2004 ja ne on tarkoitus raportoida seuraavan kerran vuonna 2010.

Täysimittakaavaiseen loppusijoitustilaan kiinteystettiin vuonna 1980 inaktiivista Loviisan voimalaitoksella käytettyä vanhaa ioninvaihtohartsia. Loppusijoitustilaa säilytettiin varastossa vuoden 1983 puoliväliin asti ja siitä lähtien sitä on säilytetty hitaasti virtaavassa makeassa vedessä Pyhäkosken voimalaitoksella. Loppusijoitustilan kuntoa on seurattu 1, 3, 5, 9, 13, 15 ja 21 vuoden säilytyksen jälkeen. Teräksisissä nostokorvakkeissa ja kiinnityksissä on selvästi havaittavissa ruostumista, mutta loppusijoitustiloiden betonipinnoissa ei ole havaittu rakenteellista vaurioitumista eikä korroosiota ole havaittu astian betoniraudoituksissa. Koetulokset raportoitiin viimeksi vuonna 2004 yhdessä puolimittakaavaisten loppusijoitus-

astioiden koetulosten kanssa ja vastavasti on tarkoitus tehdä vuonna 2010.

LOPPUSIJOITUSTILAN KÄYTONAIKAISET TUTKIMUKSET

Loppusijoitustilan käytön aikaisia tutkimuksia jatkettiin vuonna 2009 seurantaohjelman mukaisesti. Ohjelman tavoitteena on selvittää ja seurata loppusijoitustilojen ja sen lähiympäristön pohjaveden ja kallioperän ominaisuuksissa ja käyttäytymisessä tapahtuvia muutoksia pitkällä aikavälillä.

Seurantaohjelma on sisältänyt maanpinnalla olevien tutkimusreikien pohjavesipintojen seuranta kerran kuukaudessa. Makean ja ns. suolaisen pohjaveden sijainti mitattiin rei'issä neljästi kuluneen vuoden aikana. Loppusijoitustiloissa on mitattu pohjaveden johtokykyä, painetta ja vuotoveden määrää kerran kuukaudessa, paineen ja vuotovesimäärän osalta myös jatkuvasti. Mittaukset ovat keskittyneet vuotovesialtisiin ja

varta vasten rakennettuun viiteen pohjavesiasemaan. Pohjavesikemian tutkimusohjelma käsitti vesinäytteenottoa ja analysointia pohjavesiasemista LPVA3 ja LPVA5, lisäksi raportoitiin edellisenä vuonna otettujen näytteiden tulokset asemasta LPVA2. Kallioperäseuranta on tehty pääosin automatisoidulla kalliomekaanisella mittausjärjestelmällä. Vuonna 2009 jatkettiin myös tilojen silmämääräistä kuntoseuranta.

Hästholmenin saaren pohjavedelle tyypillinen piirre on sen pinnankorkeuden selvä riippuvuus meriveden korkeudesta. Erityisen selvästi tämä on näkyvissä syvissä kairanrei'issä, joissa pohjavedenpinta on lähellä merenpinnan tasoa. Matalissa rei'issä vedenpinta on, topografiasta riippuen, muutaman metrin korkeammalla. Loppusijoitustilan rakennusaikana pohjaveden pinta laski paikallisesti joitakin metrejä tilojen lähialueella, mutta tilojen valmistuksen jälkeen on ollut havaittavissa vedenpinnan hidasta kohoamista. Kokonaisuutena ei vedenpinnan korkeudessa ole tapahtunut merkittäviä muutoksia ja ne näyttävät stabiloituneen likimain vuoden 1996 tasolle. Makean ja suolaisen veden rajapinta on ollut tilojen alueella edellisvuoden tapan tasojen -30 m ja -80 m välillä eli selvästi noin tasolla -110 m olevien loppusijoitustilojen yläpuolella.

Vuotovesimittausten yhteydessä mitattu sähkönjohtokyky vaihtelee tilojen eri osissa edellisvuoden tapan välillä 500–1 600 mS/m edustaen ns. välivyöhykkeen sekä suolaisen vyöhykkeen vesiä. Johtokyky kasvaa syvyyden (ja suolapitoisuuden) mukaan ollen suurimmillaan asemassa LPVA5 (taso -110 m). Mereen pumpatun vuotoveden (kaikkien vuotovesien sekoitus) johtokyky on ollut keskimäärin noin 1 200 mS/m.

Pohjavesiasemien vesinäytteiden analyysituloksissa ei ole merkittävää muutosta aiempiin vuosiin. LPVA2:n pH-arvossa (7,4) oli lievää nousua (aiemmin $7,2 \pm 0,1$), LPVA3:ssa pH on pysynyt vakiona ($7,7 \pm 0,1$) vuodesta 1999 lähtien, samoin LPVA5:ssä ($7,6 \pm 0,1$) vuodesta 1996 lähtien. Pohjaveden sähkönjohtavuus- ja TDS-arvot olivat LPVA2:ssa 1 340 mS/m ja 7 600 mg/l, LPVA3:ssa 1 100 mS/m ja 5 800 mg/l

sekä LPVA₅:ssä 1 550 mS/m ja 8 880 mg/l. Pohjavesi on Na-Ca-Cl-tyyppiä ja TDS-luokituksen mukaisesti murtovettä.

Pohjaveden painearvoissa näkyy selvästi merenpinnan korkeusvaihteluiden sekä aseman sijainnin vaikutus. Paine kasvaa syvyyden mukana ja on suurimmillaan alimpana (noin tasolla -110 m) olevassa LPVA₅-asemassa noin 10,3 bar, mikä on hieman 11 barin teoreettista arvoa pienempi.

Vuotovesien määrää mitattiin entiseen tapaan yhteensä seitsemässä pisteessä eri puolilla loppusijoitustiloja. Louhintojen valmistuttua vuonna 1996 oli kokonaisvuoto suurimmillaan noin 300 l/min, mistä se on melko tasaisesti laskenut ollen vuoden 2009 lopussa noin 65 l/min. Vuotomäärästä noin puolet tulee ajotunnelista ja puolet muista tiloista. Huoltojätetilat ovat mittaustulosten perusteella käytännössä kuivia.

Kalliomekaanisten mittausten tulokset osoittavat tilojen pysyvyyden säilyneen hyvänä, eikä esimerkiksi KJT-tilan rakennustyö vaikuttanut heikentävästi lähiympäristön kallion stabiliteettiin. Rakennustöiden aikana vuosina 2005–2006 havaittiin liikkeissä aiempaa suurempia muutoksia johtuen pääosin hallin kohonneesta lämpötilasta, mutta nyt

liikkeet ovat palautuneet ennen rakentamista olleelle tasolle. Kalliotilojen kaatoissa ja seinissä tapahtuneet siirtymät ovat olleet ekstensometri-mittausten perusteella edellisvuosien tapaan hyvin pieniä, alle 0,1 mm:n luokkaa. Ajo- ja yhdystunnelissa kallion liikkeitä seurataan konvergenssimittauksilla, joiden lukematarkkuus on 0,5 mm. Tulokset osoittavat liikkeen olleen alle 1 mm. Kallion lämpötila tilojen läheisyydessä -110 m syvyydessä on noin 8–12 astetta.

Tilojen silmämääräisen katselmoinnin perusteella tilojen stabiliteetti on kokonaisuudessaan hyvä. Salaojat toimivat suunnitellulla tavalla, joskin pohjavedessä olevan raudan saostuminen edellyttää ajotunnelissa niiden ajoitaista puhdistusta. Suolainen vuotovesi aiheuttaa paikoin metallirakenteiden korroosiota ja edellyttää niin ikään ajoihin huolto- ja korjaustoimenpiteitä.

VOIMALAITOSJÄTTEEN LOPPUSIJOITUKSEN TURVALLISUUSSELVITYKSET

Loviisan voimalaitoksen kiinteytetyn jätteen loppusijoitustilan (KJT) rakennus- ja asennustyöt alkoivat vuonna 2005 ja ne valmistuivat vuonna 2007 samaan aikaan loppusijoitustiloihin rakennetun

vuotovesialtaan kanssa. Loppusijoitustilojen turvallisuusperustelun päivitys aloitettiin keväällä 2004 ja se valmistui vuoden 2006 keväällä. Turvallisuusperustelussa on käsitelty pitkäaikaisturvallisuuteen vaikuttavia ilmiöitä, tapahtumia ja prosesseja, kuten esimerkiksi pohjavesivirtauksia, radionuklidien vapautumista jätteestä, kulkeutumista kallioperässä ja biosfäärissä sekä useita erityiskysymyksiä. Turvallisuusanalyysin mukaan kaikki loppusijoituksesta aiheutuvat säteilyannokset jäävät annosrajoiden alapuolelle ja vesistöreittien (järvi, meri) kautta aiheutuvat annokset vastaavat vain murto-osaa luonnon taustasäteilyannoksista. Samoin loppusijoitetuista jätteistä peräisin oleva lisäys radioaktiivisten aineiden kokonaisaktiivisuuspitoisuuksiin elinympäristössä jää vähäiseksi. Turvallisuusperustelun mukaan ei myöskään ole identifioitavissa sellaisia edes kohtuullisen todennäköisiä tapahtumaketjuja, jotka voisivat heikentää loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuutta riittämättömälle tasolle.

Kertomusvuoden aikana seurattiin kansainvälistä kehitystä voimalaitosjätteen loppusijoituksen osalta konferenssikäynnin ja ammattilehtien avulla.



Loviisan voimalaitoksen kiinteytetyn jätteen loppusijoitustila.

Käytöstäpoistoselvitykset

Ydinenergialain mukaan ydinvoimalaitoksen luvanhaltijan on huolehdittava myös laitoksen käytöstäpoistosta. Tämän huolehtimisvelvoitteen täyttämiseksi on jätehuoltovollisuuden esitettävä selvitys käytöstäpoiston menetelmistä ja aikataulusta sekä käytöstäpoistossa syntyvien jätteiden varastoinnista ja loppusijoituksesta. Voimayhtiöt ovat esittäneet ajan tasalle saatetut käytöstäpoistosuunnitelmat viiden vuoden välein vuoteen 2008 saakka, jolloin aikaväli päivitetyn käytöstäpoistosuunnitelman esittämiseen muuttui kuudeksi vuodeksi. Viimeisin päivitetty suunnitelma valmistui vuoden 2008 lopussa sekä Loviisan että Olkiluodon ydinlaitoksen osalta.

Olkiluodon voimalaitos

Käytöstäpoistoselvitykset tähtäävät purkusuunnitelman teknis-taloudelliseen kehittämiseen ja loppusijoituksen turvallisuusarvion lähtötietojen tarkentamiseen. Olkiluodon ydinvoimalaitoksen käytöstäpoistojätteen loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuusanalyysin päivitys tehtiin vuoden 2008 aikana. Turvallisuusanalyysissä on huomioitu neljän laitosyksikön (OL1, OL2, OL3 ja yksi myöhemmin rakennettava laitos) purkujätteet. Lisäksi vuonna 2008 valmistui periaatesuunnitelma voimalaitos- ja käytöstäpoistojätteen loppusijoitustilojen laajentamisesta. Suunnitelmasa huomioitiin myös OL3-laitosyksikön sekä mahdollisen neljännen laitosyksikön jätteet.

Vuoden 2009 aikana tehtiin selvitys OL3-laitosyksikön käytöstäpoiston kustannuksista. Tulokset tullaan esittämään OL3-laitosyksikön alustavassa käytöstäpoistosuunnitelmassa, joka on suunniteltu laadittavaksi vuoden 2010 aikana. Olkiluodon ydinvoimalaitoksen käytöstäpoiston kustannusten tarkentamiseksi tehtiin selvitys, jossa tarkasteltiin käytöstäpoiston kustannuksia siinä tapauksessa, että laitosten käytöstäpoisto tehtäisiin ennen OL1 ja OL2 -laitosyksiköiden suunnitellun 60 vuoden käyttöiän täyttymistä.

Keskiaktiiviseksi voimalaitosjätteeksi luokiteltavat käytetyt reaktorisäosot

loppusijoitetaan pääosin vasta käytöstäpoiston yhteydessä. Osia säilytetään laitosyksiköiden vesialtaissa ja niistä pidetään erillistä inventaaria. Käytöstäpoistosta syntyvät keski- ja matala-aktiiviset jätteet sekä voimalaitoksen käytön aikana kertyneet käytetyt reaktorin sisäosat loppusijoitetaan myöhemmin rakennettavaan VLJ-luolan laajennusosaan.

Kontaminoituneen laitoksen käytöstäpoiston suunnittelua varten on käytössä tietokantasovellus. Tietokannalla lasketaan materiaalimäärät, radioaktiivisten isotooppien määrät, purkamiseen tarvittava työaika, työntekijöiden annosnopeudet ja annoskertymät sekä kustannukset. Tietokannan uusien päivitys valmistui kesällä 2008.

Pitkäaikaiset hiiliteräksen korroosio-koeket VLJ-luolan louhintatunnelissa sekä laboratorio-koeket betonivesi- ja kalliopohjavesiympäristössä käynnistyivät loppuvuodesta 1998. Koeket toteutetaan yhdessä betonitutkimuksen kanssa siten, että osa hiiliteräspaloista on sijoitettu samaan kairanreikään (VLJ-KR21) betonikoekappaleiden kanssa ja osa on omissa kairanreikäissään (VLJ-KR19). Kairanreikien vesikemian seuranta on jatkettu säännöllisesti tehtävillä pH-, happi-, redoxpotentiaali- ja johtokyky-mittauksilla, joiden lisäksi vesinäytteet kemiallisiin analyyseihin kerätään vuosittain.

Kertomusvuosi 2009 oli purkujättemetallien liukoisuuskoeketiden näytteen-

oton osalta väli vuosi. Näytemäärä Olkiluodon VLJ-tutkimustunnelissa olevissa kairanrei'issä vuoden 2009 lopussa oli:

- KR9: 12 kpl sinkkilevynäytteitä ja 11 kpl sinkkipinnoitettuja teräsohutlevynäytteitä
- KR19: 36 kpl teräslevynäytteitä, asennettu 2007
- KR21: 36 kpl teräslevynäytteitä, asennettu 1998

Vuonna 2009 ei otettu näytteitä betoneista eikä purkujättemetalleista.

Loviisan voimalaitos

Loviisan voimalaitoksella kertyy käytön aikana matala- ja keskiaktiivisia ydinjätteitä, jotka loppusijoitetaan vasta käytöstäpoiston yhteydessä. Tällaisia ovat esimerkiksi käytetyt suojaelementit, absorbaattorit, neutronivuoanturit, säätösauvojen välitangot ja fissiokammiot.

Vuoden 2009 loppuun mennessä Loviisan voimalaitoksella oli käytettyjä suojaelementtejä 218 kpl, absorbaattoreita 220 kpl, neutronivuoantureita 253 kpl, välitankoja 135 kpl ja fissiokammioita 27 kpl. Näistä suojaelementit olivat laitoksen altaissa käytetyn polttoaineen varastossa ja absorbaattorit ja fissiokammiot on varastoitu tarkoitusta varten tehtyihin kanaviin käytetyn polttoaineen varastossa 1. Neutronivuoanturit ja välitangot ovat varastoituina reaktorihalleissa sijaitseissa vastaavissa kanavissa.

Vuoden 2008 lopussa valmistui Loviisan voimalaitoksen käytöstäpoistosuunnitelman viimeisin päivitys, jossa lähtökohtana oli voimalaitoksen 50 vuoden käyttöikä. Suunnitelmaan sisältyvät mm. aktiivisuusinventaaari, purkutoimenpiteet, säteilyannosarviot, loppusijoitettavien komponenttien ja pakkausten määrät, loppusijoituksen turvallisuusperustelu sekä työ- ja kustannusarviot. Jättemäärä- ja kustannusarviot nousivat selvästi edellisestä vuoden 2003 käytöstäpoistosuunnitelmasta

lähinnä muuttuneista viranomaismääräyksistä (YVL 8.2) johtuen. Käytöstäpoistosuunnitelman lähtökohtana on purkaa välittömästi käytön päättymisen jälkeen radioaktiiviset osat, joita ei tarvita muun Hästholmenille jäävän ydinteknisen toiminnan (käytetyn polttoaineen varastointi, märkien jätteiden kiinteytys sekä matala- ja keskiaktiivisten jätteiden loppusijoitus) jatkamiseksi.

Päätös käytöstäpoistosta tai käytön jatkamisesta tehdään vasta suunnitellun käyttöiän loppuvaiheessa. Samoin lopullinen päätös siitä, puretaanko laitos välittömästi tai viivästetysti, tehdään vasta laitoksen käytön päättyessä ennen käytöstäpoiston alkamista.

Vuonna 2009 selvitettiin mm. käytöstäpoiston lisensointia sekä käytetyn polttoaineen allasvarasto 2:n itse-

näistämistä verrattuna kuivan käytetyn polttoaineen säiliövarastointiin Loviisan voimalaitoksella.

Muu toiminta

Laadun ja ympäristön hallinta

Posivan ympäristöjärjestelmän esiarviointi järjestelmäsertifiointia varten tehtiin ulkopuolisen auditorin toimesta vuonna 2009. Posivan toimintajärjestelmään kuuluvia sisäisiä auditointeja ja Posivan toimittajien ulkoisia auditointeja tehtiin vuoden 2009 aikana auditointisuunnitelmien mukaisesti.

STUK valvoi ONKALON rakentamista sovittujen menettelyjen mukaisesti. ONKALON rakentamista koskeva STUK:n tarkastusohjelma RTO2009 toteutui suunnitelmien mukaisena. STUK:n ja Posivan kesken pidettiin säännöllisesti STUK-seurantakokouksia sekä työmaan erillistarkastuksia. ONKALON rakentamisessa noudatettiin STUK:n hyväksymää ONKALON rakentamisen suunniteluasiakirjojen toimitussuunnitelmaa ja rakentamisen tiedotussuunnitelmaa.

Paikkatutkimusten ja loppusijoitusjärjestelmän kehitystyön etenemisestä pidettiin STUK:n ja Posivan välisiä seurantakokouksia entiseen tapaan noin puolen vuoden välein. Vuoden 2009 aikana keskustelu kohdistui erityisesti tutkimus- ja kehitystyön priorisointiin tulevien vuosien aikana ja tavoitteena oli määrittellä ne asiat, joissa suunnitelmien tai tiedon tason tulisi rakentamislupahakemuksen jättämiseen mennessä olla selvästi nykyistä parempi. Samalla keskustelu toimi taustana TKS-2009-ohjelman laatimiselle.

Vuonna 2008 aloitettu loppusijoituslaitoksen laajentamista koskeva YVA-menettely saatiin päätökseen, kun TEM antoi maaliskuussa 2009 lausuntonsa YVA-selostuksesta. Välittömästi tämän jälkeen Posiva jätti Loviisa 3:n käytetyn polttoaineen loppusijoittamista koskevan periaatepäätöshakemuksen.

Luvitus

KTM:n päätöksen 9/815/2003, 23.10.2003 perusteella TVO ja Fortum toi-

mittivat 29.9.2009 tilannekatsauksen ydinenergia-asetuksen 32 §:n eli kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemuksen asiakirjojen valmistelutilanteesta. Samassa yhteydessä Posiva toimitti luonnokset ydinenergia-asetuksen 32 §:ssä mainituista rakentamislupahakemuksen liitteistä työ- ja elinkeinoministeriölle. TEM on lähettänyt edellä mainitut aineistot lausuntokierrokselle, joka päättyy 30.6.2010 mennessä. Vuoden 2009 lopussa Posiva toimitti STUK:lle alustavat luonnokset ydinenergia-asetuksen 35 §:ssä mainituista luvitusasiakirjoista.

Tutkimustiedon hallinta

TUTKIMUSTIETOJÄRJESTELMÄ

Posivalla on runsaasti tutkimustietoa, jota on kerätty jo muutaman vuosikymmenen ajan Olkiluodosta ja aiemmin myös muilta Posivan tutkimuspaikkakunnilta. Laaja tietoaaineisto käsittää tutkimustietoja mm. alueen kallioperästä, ympäristön vesistä, eläimistöä ja sääolosuhteista.

Tutkimusten tarkentuessa on tarve tiedon nopeaan käyttämiseen myös lisääntynyt. Samalla on tiedon käyttäjien määrä lisääntynyt. Jotta varmistutaan siitä, että kaikki käyttäjät saavat käyttöönsä nopeasti saman, tarkastetun ja hyväksytyt tiedon, katsottiin tarpeelliseksi luoda yksi yhteinen keskitetty järjestelmä, POTTI-tutkimustietojärjestelmä, johon tallennetaan kaikki tutkimuksista saatava tutkimustieto ja joka on kaikkien määriteltyjen käyttäjien saatavissa.

POTTI-järjestelmän määrittelytyö aloitettiin vuonna 2004, jolloin määriteltiin POTTI-järjestelmään tallennettavaksi tulevat tiedot, tietokannan käyttötarkoitukset, toimintaympäristö sekä tietokannan käytön laajuus. POTTI-järjestelmän tuotantokäyttö aloitettiin maaliskuussa 2007 ja käyttöönotto on edistynyt vaihteittain eri tutkimusaloilla (hydrogeo-

kemia, hydrologia, ympäristönseuranta, geologia, geofysiikka, louhinta-aineisto, kalliomekaniikka) vuosien 2007–2009 aikana. POTTI-järjestelmässä on liitynyt mm. ONKALON pohjavesien mitausautomaatiojärjestelmään, HYPERDATA-kairanreikätietojärjestelmään sekä Surpac-kalliomallinnusjärjestelmään. Järjestelmän kehitys ja tutkimustiedon tallennus jatkuu edelleen vuosien 2010–2012 aikana.

OLKILUODON KAIRANREIKÄTIETOJEN KÄSITTELY

Posivan HYPERDATA-järjestelmä on tarkoitettu POTTI-järjestelmässä olevien Olkiluodon kairanreikätietojen tarkastelua ja visualisointia varten. Vuosien 2008–2009 aikana saatiin käsiteltäviä ja tallennettua Olkiluodon kairanreikien (OL-KR1–OL-KR53) kairasydänlaatikoiden ja seinämäkuvien reikäTV-kuvat POTTI-järjestelmään. Lisäksi ONKALON reikätietoja tallennettiin vastaavalla tavalla.

ONKALON LOUHINTATIETOJEN KÄSITTELY

ONKALON rakentaminen aloitettiin kesäkuussa 2004. Louhinta on jakautunut tähän mennessä neljään eri tunneliurakkaan (TU1–TU4), joista viimeisin TU4 aloitettiin elokuussa 2008. TU4:n alussa päätettiin perustaa POTTI-tietokantaan ja kallioulouhintaan liittyvälle suunnitelu- ja toteumatiedon tallennustyölle LOHI-erillisprojekti, jossa luotiin toimivat tallennusmenettelyt ja tallennettiin kertynyt tietomassa. Elokuussa 2009 päättyneessä projektissa ONKALO-projektin työmaaurakoiden TU1–TU3 määritellyt louhintatiedot käsiteltiin ja tallennettiin POTTI-tutkimustietojärjestelmään. TU4-urakan vastaavien tietojen käsitteilylle perustettiin lokakuussa 2009 LOHI-2-projekti.

VAATIMUSTENHALLINTA

Vuonna 2006 perustettiin VAHA-vaatimustenhallintaprojekti, jonka tehtävänä

on suunnitella ja toteuttaa systemaattinen menettely loppusijoitushanketta koskevien vaatimusten hallitsemiseksi. Projektin toteutuksessa on otettu huomioon Posivan aiemmat vaatimusten hallintaan liittyvät hankkeet (erityisesti ONKALO-projektin vaatimusten hallinta) sekä muualla, erityisesti SKB:ssa saadut kokemukset.

Projektin tavoitteena on ollut tietojärjestelmä, joka kokoaa yhteen kaikki loppusijoitusta koskevat vaatimukset ja niiden perusteet, tiedot ratkaisusta vaatimusten toteuttamiseksi sekä tiedot eri vaatimusten välisistä kytkennöistä.

Lisäksi toteutettava järjestelmä mahdollistaa yksittäisten spesifikaatioiden ja eri vaatimusten yhteensopivuuden nopean tarkastelun, vaatimusten muutosten vaikutusten systemaattisen tarkastelun ja dokumentoinnin sekä vaatimustenhallinnan osana linjaorganisaation normaalia toimintaa.

Olemassa olevien vaatimusten luokittelu ja niiden sisällön tuottaminen tehdään linjaorganisaation muodostamissa erillisissä loppusijoituksen osajärjestelmien (kapseli, puskuri, täyttö, sulkeminen, tekniset tilat, tekniset järjestelmät sekä kuljetukset) työryhmissä, joissa

ovat osallisina kyseisten vaatimusten asiantuntijat. Työryhmät antavat vaatimustiedot VAHA-projektin käyttöön projektin määrittelemän luokituksen ja rakenteen mukaan. Vaatimusten tarkastaminen ja hyväksyntä on aloitettu Posivassa määritetyn prosessikuvauksen mukaan käyttäen tarvittavassa määrin ulkopuolisia asiantuntijoita.

Loppusijoitusta koskevan vaatimustietokannan ensimmäinen versio otettiin käyttöön syksyllä 2007, sisällön tarkennuksia on tehty vuosina 2008–2009 ja niitä jatketaan vuosien 2010–2012 aikana.

Varautuminen ydinjätehuollon kustannuksiin

Ydinjätehuoltoon tarvittavat varat kerätään erilliseen valtion ydinjätehuolto-rahastoon. Rahastotavoite määrätään kunakin vuonna erikseen vahvistettavan ydinjätehuollon vastuumäärän perusteella. Ydinjätehuollon vastuumäärä sisältää kaikkien kyseisen vuoden loppuun mennessä kertyneiden ydinjätte-

den huoltoon tarvittavien toimenpiteiden tulevat kustannukset.

TVO:n ydinjätehuollon vuoden 2009 rahastotavoite oli 1 001,2 miljoonaa euroa ja Fortumin rahastotavoite vastavasti 766,9 miljoonaa euroa.

TEM vahvisti TVO:n ydinjätehuollon vastuumääräksi vuoden 2009 lopussa

1 160,7 miljoonaa euroa ja vuoden 2010 rahastotavoitteeksi 1 069,8 miljoonaa euroa. Fortumin ydinjätehuollon vastuumääräksi TEM vahvisti 913,0 miljoonaa euroa ja vuoden 2010 rahastotavoitteeksi 829,7 miljoonaa euroa.

Raporttiluettelo

- POSIVA 2009-01** **Olkiluoto Site Description 2008**
Posiva Oy
ISBN 978-951-652-169-8
- POSIVA 2009-02** **Olkiluoto Biosphere Description 2009**
Reija Haapanen, Haapanen Forest Consulting
Lasse Aro, Finnish Forest Research Institute, Parkano Research Unit
Jani Helin, Posiva Oy
Thomas Hjerpe, Saanio & Riekkola Oy
Ari T. K. Ikonen, Posiva Oy
Teija Kirkkala, Pyhäjärvi Institute
Sari Koivunen, Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy
Anne-Maj Lahdenperä, Pöyry Environment Oy
Liisa Puhakka, Haapanen Forest Consulting
Marketta Rinne, Agrifood Research Finland
Tapio Salo, Agrifood Research Finland
ISBN 978-951-652-170-4
- POSIVA 2009-03** **Manufacture of Disposal Canisters**
Leena Nolvi, Posiva Oy
ISBN 978-951-652-171-1



Posiva Oy, Olkiluoto, 27160 Eurajoki
puhelin (02) 83 7231, fax (02) 8372 3809
www.posiva.fi