



KUVAT: TOMI GLAD



Olkiluodon vierailukeskuksen avajaisviikonloppuna Einstein-hahmot liikkuvat yleisön joukossa. Jatkossa näyttelyvieraat voivat tutustua työhuoneessaan viihtyvän suhteellisuusteorian isän elämään.

Uraanin tarinaa ja Einsteinin ohjeita

Olkiluodon uuden vierailukeskuksen avulla halutaan lisätä ihmisten tietoja ydinvoimasta ja käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoittamisesta. Tiedekeskus Heurekan suunnittelemassa tiedenäyttelyssä jokainen pääsee näitä asioita näkemään, kokemaan ja testaamaan itse.

Olkiluodon vierailukeskuksen arvioidaan otavan vastaan vuosittain yli 10 000 vierasta. Suurimman osan lähes 2 000 neliömetrin keskukselta täyttävät näyttelytila ja noin 120-paikkainen auditorio.

Olkiluodossa vieraileville halutaan tarjota Sähköä uraanista -tiedenäyttelyssä kattava tieto- ja elämänpaketti ydinvoimaan ja loppusijoitukseen liittyen. Posivan ja TVO:n yhteisessä näyttelyssä voi esimerkiksi mennä hissillä ”alas” 500 metrin syvyyteen loppusi-

joitustiloihin, tutustua ydinvoimalan valvomoon, testata säteilyannoksia muun muassa uraanimalmista, kelloista ja palohälyttimistä sekä testata paljonko saa sähköä aikaiseksi polkemalla polkupyörää.

Näyttely tarjoaa myös mahdollisuuden nähdä täysimittainen loppusijoituskapseli, tutustua sähkön historiaan sekä käydä keskustelua Einstein-nuken kanssa. Näyttelyn kierrettyään vieraat ovat tutustuneet uraa-



Polkupyörää polkemalla voi testata, moneenko kodinkoneeseen jaksaa tuottaa sähköä.

nin matkaan kalliosta kalliioon.

Vierailukeskuksen avajaisviikonloppun avoimien ovien päivä keräsi helmikuun alussa parisen tuhatta vierasta lapsista vartuneisiin. Perheen pienimmät pysäytti näyttelyssä tehokkaasti rapuallas, vanhempi väki oli erityisen kiinnostunut loppusijoituskapselista, säteilyn paljastavasta sumukammioista sekä sähköä tuottavan polkupyörän polkemisesta. Käytetyn ydinpolttoai-



Näyttelyssä pääsee tutustumaan täysimittaisiin loppusijoituskapseliin ja sähkön historiaan.

neen loppusijoittamisessa vieraita kiinnostivat erityisesti turvallisuuskysymykset sekä loppusijoituskapseliin sijoitettavat polttoaineput.

Olkiluodon linja-autokierroksilla vieraat saivat tietopaketin ONKALON ja Olkiluodon kolmannen yksikön rakennushankkeista.

Tiedekeskus Heurekan ja TVO:n yhdessä suunnittelema ja toteuttama tiedenäyttely on suurimpia näyttelyitä, joita on toteutettu Heurekan ulkopuolelle. Näyttelyn perusteena on yhdistää vuorovaikutteisesti faktapohja oivaltamisen iloon.

Uuden vierailukeskuksen valmistuttua Olkiluodon vanha vierailukeskus, joka jäi Olkiluoto 3 -työmaan ympäröimäksi, uudistetaan koulutustiloiksi Olkiluoto 3:n käyttäjille.

Vierailukeskuksen näyttely on kaikille avoin maanantaista sunnuntaihin kello 10–20 ja sinne on ilmainen sisäänpääsy.

MITÄ MIELTÄ

Mikä Olkiluodossa ja vierailukeskuksen näyttelyssä kiinnostaa ja mistä haluaisit lisää tietoa?



Eija Hauninen:
"En tiedä paljoakaan Olkiluodosta. Turvallisuusasioista ja ympäristövaikutuksista kaipaa aina lisää tietoa. Vierailukeskuksen näyttelyssä uraanikaivoksen maapallo kertoi hyvin ydinvoimalaitosten määrästä maailmalla."



Maarit Nieminen:
"Olkiluoto 3:n työmaa-projekti ja uusi yksikkö kiinnostavat, sillä ne tuovat työtä monelle. Turvallisuuskysymykset askarruttavat aina vähän. Näyttelyssä elävät Einsteinit pikkuisen säikäyttivät."



Pekka Paaso:
"Ydinvoimatuotanto yleensä kiinnostaa. Turvallisuuskysymykset ovat myös kiinnostavia: varsinkin se, miten laitosta hoidetaan. Näyttelyssä sumukammio oli mielenkiintoinen."



Jeremias Virta:
"Kiinnostavaa nähdä, miten uraanista saadaan sähköä. Myös uuden laitoksen massiivinen koko ihmetyttää. Näyttelyssä mielenkiintoista on rakennustyömaata kuvaava osa. Näyttely on mielenkiintoinen ja tyhjentävä."

Matalan pH:n sementtiä ja bentoniittia aiotaan hyödyntää loppusijoitustilojen rakentamisessa ja myöhemmin tilojen käytön aikana

Oikeita koostumuksia etsimässä

Posiva on tutkinut jo vuosia loppusijoituksessa käytettäviä täyteaineita ja rakentamismateriaaleja sekä tilojen sulkemiseen tarvittavia materiaaleja. Matalan pH:n sementillä on tarkoitus estää pohjaveden vuotaminen ONKALoon. Bentoniitti toimii puolestaan vapautumisesteenä, ja sillä täytetään loppusijoituskapselin ja kallion väliin jäävä tila.

Matalan pH:n sementtiä käytetään tavallisen sementin tavoin kalliorakojen tiivistysaineena, jolloin sementti estää veden kulkemista kalliosta.

Matalan pH:n sementin etuna pidetään sitä, ettei se aiheuta häiriöitä loppusijoituksen moniestejärjestelmän toimivuudelle. Sen avulla on mahdollista pitää pohjaveden pH mahdollisimman alhaisena.

Suunnittelukoordinaattori **Johanna Hansen** Posivasta kertoo, että sementin pH pyritään saamaan alle 11:n. PH:ta alennetaan mineraalisen seosaineen silikan avulla.

"Loppusijoitustiloissa on vuodot pystytävä tiivistämään turvallisesti, emmekä halua muuttaa liikaa ympäröivän pohjaveden koostumusta", Hansen perustelee uudenlaisen sementin tarpeellisuutta.

Posiva on tutkinut ja kehittänyt matalan pH:n sementin koostumusta jo pitkään. Viime vuonna sitä testattiin ja analysoitiin ONKALON ajotunnelissa noin 20 metrin matkalla. Kenttäkoe kuului yhteisprojektiin, johon osallistuivat Posivan lisäksi Ruotsin SKB ja Japanin NUMO.

Vuoden aikana saatiin optimoitua sementtiin oikea suhde teknisyyksivaatimusten osalta. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että sementin pH on alle 11, siinä on mahdollisimman vähän vieraita aineita ja se sitoutuu ja tunkeutuu hyvin kallion rakoihin.

Tämän vuoden aikana tutkimuksia jatketaan kenttäkokeella, jossa on tarkoitus tiivistää ONKALON ajotunnelia matalan pH:n sementillä noin sadan metrin matkalla.



Marjut Vähänen (vas.) ja Johanna Hansen ovat tutkineet, miten matalan pH:n sementtiä ja bentoniittia voidaan hyödyntää loppusijoitustilojen rakentamisen ja käytön aikana.

Näin voidaan analysoida sementin ja tiivistämisen vaikutuksia kallion vesikemiaan.

BENTONIITILLA ERIKOISIA OMINAISUUKSIA

Posiva on tutkinut jo vuosien ajan bentoniitin hyödyntämistä yhtenä vapautumisesteenä loppusijoitustiloissa. Bentoniitin avulla on määrä tiivistää loppusijoituskapselin ja kallion väliin jäävä tila. Lisäksi bentoniittia tarvitaan tunnelintäyttöön.

Bentoniitti on poikkeuksellisen pehmeää ja helposti muovautuvaa paisuvahilaista savea. Se pystyy absorboimaan eli pidättämään suuria määriä vettä. Vettä huonosti johtava bentoniitti paisuu tilavuudeltaan jopa kymmenkertaiseksi joutuessaan koske-



Bentoniitilla voidaan tiivistää loppusijoituskapselin ja kallion väliin jäävä tila.

tuksiin veden kanssa.

Viime vuonna selvitettiin muun muassa bentoniitin käyttäytymistä muuttuvissa olosuhteissa. Muuttujia tutkimuksissa olivat lämpötila, kosteusaste ja mekaaniset voimat. Kansainvälistä tutkimustyötä tehtiin ruotsalaisen Äspön kalliolaboratorion johdolla.

"Teimme bentoniittitutkimusta myös kuparikorroosion lähtökohdista. Selvitimme yhdessä SKB:n kanssa muun muassa sitä, miten happi kuluu bentoniitissa ja millaisia reaktioita epäorgaaniset aineet ja bakteerit saavat aikaan", tutkimuspäällikkö **Marjut Vähänen** kertoo.

Posiva on myös osallistunut EU-ohjelmaan kuuluvaan projektiin, jonka yhtenä osana on tutkittu bentoniittia.

SIRUJA

Lämpövaikutuksia

Sauna on suomalaiselle parhaimmillaan rentoutumisen ja rauhan oleskelutila. Itselleni siitä on muodostunut vuosien mittaan pakopaikka arjen raskailta, häilyltä ja mieltä kutistavilta rutiineilta. Löylyhuone eristää viestintävälilinjat tietotulvalta ja antaa ajatukselle tilaa.

Kokonaan en ole kuitenkaan saunomisen yhteydessä katkaissut yhteyttä ulkoiseen informaatioon. Tavakseni on nimittäin muodostunut ottaa löylyhuoneeseen viihdyttävää luettavaa, ja matkailualan lehdet sopivat tähän tarkoitukseen mainiosti. Saunan lämmössä, keskellä talven hyytäviä pakkaa on helppo päästä palmumaisiin suuntautuvan loman suunnittelussa sopivaan mielentilaan ja tunnelmaan.

Makaan siis lauteilla, luen ja uneksin. Harmikseni havaitsen jossain vaiheessa tätä kuumaksi käyväksi nautiskelua, että laadukkaasti tuotetusta matkailulehdestä on käsissänini pian vain kasoittain irtoavia lehtiä. Synnä ilmii on lehden sidonnassa käytetyn liiman sulaminen löylyhuoneen lämmössä. Manaan ”suunnitteluvirhettä”, sillä lämpövaikutusta ei ole liiman koostumuksessa otettu huomioon. Mieltä ja kehoa lämmittävään lukuhaastukseen on tullut yllättävä takaisku.

Voimakkaat lämpötilavaihtelut vaikuttavat suomalaisten toimintoihin toki muuallakin kuin saunassa: auton tuulilasi saattaa haljeta konepesun yhteydessä kovilla pakkasilla eikä kesämökin muurikaan kestä rajua lämmitystä ilman saumojen rakoilua.

Myös käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksessa lämpövaikutus on otettava huomioon. Reaktorista poiston jälkeen polttoainenuippu tuottaa vielä pitkään lämpöä ja säteilee voimakkaasti. Vesialtaissa tapahtuvan välivarastoinnin aikana polttoaineen lämmöntuotto laskee ja säteily vaimenee.

Kun loppusijoituksen aika koittaa ja polttoainenuiput ovat jäähtyneet vähintään 20 vuotta, ne pakataan kuparikuoriin metallikapseliin. Tällöin 4 tai 12 nippua sisältävä kapseli tuottaa lämpöä enimmillään lähes kahden kilowatin eli auton sisätilan lämmittimen verran.

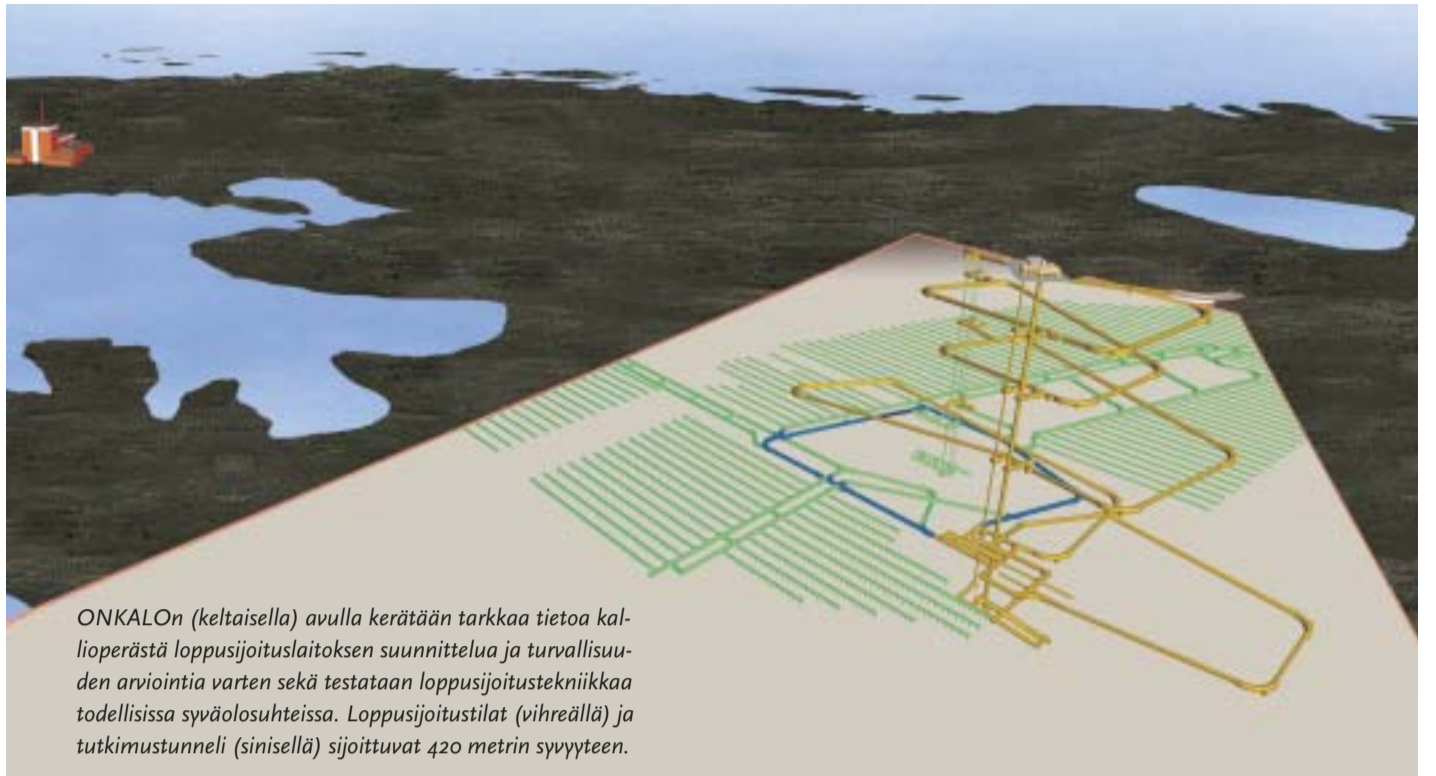
Riittävällä jäähdytysajalla varmistetaan suunnitteluvaihtelujen mukaisesti siitä, että kapselin pintalämpötila ei nouse loppusijoituksen aikana +100 celsiusasteen lämpötilaa korkeammaksi. Tätä korkeampi lämpötila voi heikentää kapselia ympäröivän bentoniitin paisuntaominaisuuksia ja lisätä sen vedenjohtavuutta.

Käytetyn ydinpolttoaineen lämmöntuotto on keskeinen loppusijoitustilojen suunnittelu, kuten kallioon sijoitettavien kapselien keskinäistä etäisyyttä, määräävä tekijä. Riittävän jäähdytyksen ohella loppusijoituskonseptin yksityiskohtainen suunnittelu takaa sen, että polttoaineen lämpövaikutus on hallittavissa.

Omaan saunaharrastukseeni liittyvää ongelmaa en ole ratkaissut löylyhuoneen lämpötilan pudottamisella. Ruotsalaistyyppinen haalea sauna ei innosta ja siksi olen siirtynyt saunakemissä nidottuihin lehtiin ja sidottuihin kirjoihin. Ne pysyvät koossa korkeassakin lämmössä.



Timo Seppälä
Viestintäpäällikkö
Posiva Oy



ONKALON (keltaisella) avulla kerätään tarkkaa tietoa kallioperästä loppusijoituslaitoksen suunnittelua ja turvallisuuden arviointia varten sekä testataan loppusijoitustekniikkaa todellisissa syväolosuhteissa. Loppusijoitustilat (vihreällä) ja tutkimustunneli (sinisellä) sijoittuvat 420 metrin syvyyteen.

Tarkkaa tietoa polttoaineen laadusta

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitustilojen suunnittelu etenee aikataulussa. Tässä vaiheessa viedään vielä eteenpäin useita vaihtoehtoja, mutta tarvittava tieto täsmentyy koko ajan.

Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitustilojen suunnittelutyö on jaettu kolmen vuoden kokonaisuuksiin ja nyt, vuosina 2004–2006, on käynnissä esisuunnitteluvaihe 2. Sen tavoitteena on luoda loppusijoitustiloille entistä Olkiluoto-keskeisempi tekninen ratkaisu eli ottaa tarkemmin huomioon nimenomaan Olkiluodon olosuhteet.

Käytetyn polttoaineen ominaisuudet on tunnettava mahdollisimman hyvin. Koska ydinvoimalaitosten käyttötavat ja erilaiset laskentaohjelmat ovat kehittyneet, oli vuonna 2005 aiheellista päivittää käytetyn polttoaineen aktiivisuusinventari eli aktiivisuusmäärien kokonaisarvio kaikissa Suomessa käytössä olevissa voimalaitosy-

siköissä sekä rakenteilla olevassa Olkiluoto 3:ssa. Inventaaria tarvitaan loppusijoituksen turvallisuusarvioinneissa.

”Nyt tiedämme entistä tarkemmin, paljonko käytettyä polttoainetta tulee ja minkä laatuista se on. Inventaarin yhteydessä saatiin päivitetty ennusteet polttoaineiden jälkilämmön kehityksestä. Näillä tiedoilla on merkitystä loppusijoitustilojen lämpötekniisessä mitoituksessa. Mitä suurempi on jälkilämmön kehitys, sitä harvempaan loppusijoituskapseliin on sijoitettava, jotta pysytään lämpötilarajoissa”, Posivan suunnittelupäällikkö **Antti Ikonen** sanoo.

NYT TUTKITAAN USEITA VAIHTOEHTOJA

Loppusijoitustilan tunnelin suunnittelussa on otettu huomioon myös se vaihtoehto, että loppusijoituskapseli viedään alas hissin sijasta ajoneuvoilla. Kuljetusajoneuvon kehitystyötä on jatkettu, ja ajoneuvolle on

tehty muun muassa riskianalyysi.

Myös tunnelin täyteainetutkimuksia on viety eteenpäin. Tunnelithan on loppusijoituksen valmistuttua tarkoitus täyttää. Ikonen mukaan eri asennustekniikoita on tutkittu ja kokeiltu käytännössä. Tässä vaiheessa selvitetään vielä useita materiaaleja ja materiaaliyhdistelmiä.

”Loppusijoitustilojen järjestelmäkuvaukset on saatettu ajan tasalle. Esimerkiksi ilmanvaihtojärjestelmän suunnitelmia on muutettu uuden aktiivisuusinventaarin mukaan siten, että ilmaa ja lämmintä riittää kaikkiin avoimiin tiloihin. Vuoden 2006 aikana päivitetään vielä koko loppusijoitustilojen layout täsmennyksen kallioperätiedon mukaan”, Ikonen kertoo.

Loppusijoitustilojen suunnittelu etenee siten, että vuoden 2012 lopulla on tarkoitus jättää laitoksen rakentamislupahakemus. Kun lupa saadaan, käynnistyy rakentaminen, ja laitos on valmis otettavaksi käyttöön vuonna 2020.

NIMITYKSIÄ



Juha Heine on nimitetty tutkimusyksikön geologia- ja geofysiikkatoimintoon tutkimusavustajaksi. Hän avustaa ONKALON kartoituksissa ja mittauksissa sekä erilaisissa tutkimuksissa, osallistuu kalliönäytteiden ottamiseen ja hoitaa kairasydänvarastoa ja -laboratoriota.



Tekniikan lisensiaatti Jorma Pitkänen on nimitetty kehitysinsinööriksi. Hänen tehtävänsä liittyy kapselin tarkastustekniikkaan. Pitkänen on toiminut aiemmin pitkään VTT:ssä tarkastustekniikan parissa.



DI Satu Ruoho on nimitetty hallintoyksikön laatu- ja ympäristöasioiden laatuinsinööriksi. Hänen tehtäviinsä kuuluvat toimintajärjestelmän ylläpito, yleiskoulutusasiat sekä riskienhallinta.



Rakennusinsinööri Timo Niemitalo on nimitetty ONKALO-projektin työmaapäälliköksi. Hänen tehtäviinsä kuuluu työmaan johtaminen mukaan lukien louhintatyöt, muu urakointi sekä tutkimusten ja rakennustöiden koordinointi.



Insinööri (AMK) Rami Rintanen on nimitetty ONKALO-projektin rakennustöiden valvojaksi. Hänen tehtäviinsä kuuluvat rakennustöiden lisäksi LVIS-töiden valvonta ja koordinointi yhdessä TVO:n LVIS-valvojien kanssa sekä työmaapalvelujen hoito.



DI Antti Starck on nimitetty taloussuunnittelijaksi tekniikan yksikön hankesuunnittelutoimintoon. Hän tekee ydinjätehuollon varautumisasioihin liittyviä viranomaisasioita ja muita selvityksiä sekä hoitaa kustannussuunnittelua.

Tekniikkayksikön assistentiksi on nimitetty **Merja Frisk**.

Tutkimusyksikön vanhemmaksi asiantuntijaksi on nimitetty **Aimo Hautojärvi**.

Tekniikkayksikön loppusijoitustekniikkatoiminnon päälliköksi on nimitetty **Antti Ikonen**.

Hallintoyksikön laatu ja ympäristö -ryhmään laadunvalvontainsinööriksi on nimitetty **Jari Jeskanen**.

Tutkimusyksikön assistentiksi on nimitetty **Pauliina Laivanen**.

Tekniikkayksikön vanhemmaksi asiantuntijaksi on nimitetty **Jukka-Pekka Salo**.

Tutkimusyksikön pitkäaikais- ja turvallisuustoiminnon päälliköksi on nimitetty **Marjut Vähänen**.

Paikkatutkimus tuottaa tärkeää tietoa loppusijoituksen suunnitteluun



TOMI GLAD

Olkiluodon kallioperän paikkatutkimukset jatkuvat tiiviinä. Viime vuonna kairattiin kuusi tutkimusreikää ja tämän vuoden ohjelmassa on kolme reikää lisää.

Vuonna 2005 Olkiluodossa kairattiin kuusi paikkatutkimusreikää, joista yksi palvelee pelkästään ONKALOn rakentamista. Kairareikien syvytydet vaihtelivat 100:n ja 530 metrin välillä.

”Paikkatutkimusten avulla selvitetään alueen geologiaa ja geologista ympäristöä. Kalliosta tutkitaan muun muassa kiven mekaanisia ominaisuuksia ja pohjavesiolosuhteita”, toteaa Posivan tutkimuskoordinaattori **Antti Mustonen**.

Paikkatutkimuksissa saatua tietoa käytetään kalliomallin ja hydrologisen mallin tekoon. Niiden avulla pystytään ennustamaan loppusijoitustilojen olosuhteita.

”Olkiluodon kallioperän kivi on osoittautunut odotusten mukaiseksi, mitään suuria yllätyksiä ei ole löydetty. Tehdyt tutkimukset tarkentavat ja vahvistavat olemassa olevaa kalliomallia”, Mustonen sanoo.

TÄNÄ VUONNA KAIRATAAN KOLME TUTKIMUSREIKÄÄ

Juuri valmistumassa oleva viimeisin tutkimusreikä, OL-KR40, on Mustosen mukaan ollut positiivinen yllätys. Kairattavalla alueella oleva kivi näyttää ehjältä ja jopa paremmalta kuin samalla suunnalla aiemmin teh-

tyjen reikien tuoma kivi.

Vuonna 2006 paikkatutkimuksia jatketaan maan päällä vanhoista ja uusista kairanrei’istä sekä maan alta ONKALosta. Tehtäviin töihin kuuluu esimerkiksi pohjavesien liikkeiden ja koostumusten seuranta sekä geologista kartoitusta.

Tänä vuonna kairataan kolme uutta reikää tutkimusalueen pohjois- ja länsiosiin. Nämä reiät edelleen tarkentavat tutkimusalueelta tehtyjä havaintoja. Ensimmäisen uuden reiän kairaus alkaa maaliskuussa.

”Reiän kairaus on vasta paikkatutkimusten ensimmäinen askel. Kairasydän on vain osa tutkimusta, sillä suurin työ alkaa kairauksen jälkeen. Kun reikä on valmis, sitä voidaan seurata vuosikymmeniä”, Mustonen muistuttaa.

Louhintatyön edetessä ONKALossa tehtävä tutkimustyö lisääntyy. Mitä syvemmälle mennään, sitä enemmän tutkitaan. ONKALossa selvitetään muun muassa kalliion mekaanisia ominaisuuksia, kuten jännitystiloja ja kallioliikuntoja.

”Kaikki tutkimus tähtää loppusijoitustiloja varten tarvittavan kalliotilavuuden ominaisuuksien varmistamiseen ja rakentamisen aikana tarvittavan tiedon tuottamiseen”, Mustonen sanoo.

Tutkimuskoordinaattori Antti Mustonen työskentelee Olkiluodossa tehtävien paikkatutkimusten parissa. Tutkimusrei’istä saadaan tietoa loppusijoitustilojen suunnitteluun.

UUTISIA

Posivan ja Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) tutkimusyhteistyötä vahvistettiin helmikuun alussa allekirjoitetulla yhteistyösopimuksella, jonka avulla osapuolet edistävät ja varmistavat GTK:n asiantuntemuksen jatkuvuuden ydinpolttoaineen loppusijoitushankkeessa. GTK on osallistunut loppusijoituksen kallioperätutkimuksiin jo yli kahdenkymmenen vuoden ajan. Tutkimus- ja kehitystyötä jatketaan vielä useita vuosia. GTK:n asiantuntijapalvelut korostuvat tällä hetkellä erityisesti kairasydännäytteiden tutkinnassa ja kalliokartoituksissa.



Tutkimusyhteistyötä vahvistamassa GTK:sta ylijohtaja Elias Ekdahl (vas.) ja tutkimusjohtaja Keijo Nenonen sekä Posivasta toimitusjohtaja Eero Patrakka (oik.).

”Posiva tutkii”

